

оптимального состава вакуумбетона величина $K_{упл.}^B$, имея наибольшие значения, увеличивается во времени и приближается к единице.

Сравнивая рациональные составы для транспортирования бетононасосами и для укладки (уплотнения) вакуумированием, можно прийти к заключению, что требования к указанным бетонным смесям практически одинаковы, таким образом, открываются большие возможности повышения эффективности производства бетонных и железобетонных работ при возведении монолитных конструкций. Вакуумирование позволяет существенно повысить прочность монолитного бетона.

Вывод. Проведена сравнительная оценка рациональных составов бетонных смесей для транспортирования бетононасосами и для возведения монолитных конструкций с использованием вакуумирования. Показано, что эти смеси сходны по составу и характеризуются повышенным содержанием мелкого заполнителя, что в общем случае при обычных способах уплотнения ведет к перерасходу цемента. Вакуумирование предоставляет возможность устранить этот недостаток, при этом повысить прочность бетона из таких смесей на 30 % и более.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Алексеев С. Н.** К расчету сопротивления в трубах бетононасосов / С. Н. Алексеев. – Механизация строительства. – 1952. – № 1. – С. 9 – 12.
2. **Евдокимов Н. И.** Технология монолитного бетона и железобетона / Н. И. Евдокимов, А. Ф. Мацевич, В. С. Сытник. – М. : Высшая школа, 1980. – 336 с.
3. **Сторожук Н. А.** Свойства вакуумбетона / Н. А. Сторожук. – Строительные материалы и конструкции. – 1990. – № 1. – С. 18 – 19.
4. **Соколов И. Г.** Механизация бетонных работ при возведении монолитных конструкций / И. Г. Соколов, Я. Г. Могилевский. – М. : Стройиздат, 1977. – 296 с.
5. **Хаютин Ю. Г.** Монолитный бетон (технология производства работ) / Ю. Г. Хаютин. – М. : Строй издат, 1981. – 447с.
6. **Чирков Ю. Б.** Напорное бетонирование монолитных конструкций и сооружений / Ю. Б. Чирков, В. Д. Коломиец. – К. : Будівельник, 1989. – 96 с.

УДК 693.54

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А. П. Приходько, д. т. н., проф., В. Т. Шаленный, д. т. н., проф., И. В. Никитина, асп.

Ключевые слова: бетонная смесь, уход за бетоном, набор прочности, форсирование, эффективность, низкие температуры

Постановка проблемы. Строительство всегда было и остается одним из приоритетных секторов экономики Украины. В первую очередь, речь идет о монолитном строительстве, которое занимает ведущее место в данной индустрии в последние годы. Оценивая природные условия Украины, следует отметить особенности выполнения строительных работ в разное время года с учетом базовых критериев для всех отраслей деятельности человека, таких как: минимизация затрат (трудовых, сырьевых, финансовых и др.), безопасность, сохранение окружающей среды и пр. Использование зарубежного опыта, такого как полный или частичный отказ от ведения открытых строительных работ при отрицательных температурах наружного воздуха, является не эффективным и не приемлемым по отношению к Украине из-за значительной продолжительности этого периода на территории нашей страны. Кроме того, производство железобетонных работ в курортный сезон на ЮБК запрещено решением местных органов власти, а последние зимы оказались достаточно суровыми.

В настоящее время при отрицательных и положительных температурах наружного воздуха строительная отрасль активно использует те виды работ и технологии, которые универсальны – наиболее разработаны и обоснованы как теоретически, так и практически. Однако в последнее время в Украине происходят значительные изменения традиционных ориентиров в части

архитектурно-конструктивных решений при городской застройке, а именно переориентация на высотное строительство в стесненных условиях вновь образующихся мегаполисов. Архитекторы и проектировщики при определении конструктивных решений зданий и сооружений зачастую отдают предпочтение монолитному каркасу с заполнением самонесущих стен и фасадов легкими конструкциями и изделиями. Значительный уклон в сторону монолитного строительства вызвал развитие индустрии различных систем инвентарной опалубки, которая может приобретаться у фирм-производителей или использоваться по договору аренды.

Учитывая эти условия при определении себестоимости строительства, как никогда на передний план выступает показатель времени. Статья затрат на арендную плату за использование комплекта механизмов и оснастки в составе себестоимости является одной из самых важных. Такая ситуация требует от архитекторов, инженеров и технологов более взвешенного и научно обоснованного подхода к возникшим задачам современного строительства. Поэтому при достаточной изученности вопросов бетонирования в условиях положительных температур развитие теорий и технологий производства бетонных работ при отрицательных температурах окружающей среды продолжает оставаться достаточно актуальным.

Анализ исследований и публикаций. Основы теории зимнего бетонирования изложены в работах С. А. Миронова [6], Е. Н. Вашина, Н. Н. Кашина, Л. М. Колчеданцева, И. Б. Кузьмина [5], И. Г. Осипенкова. Широкое применение получили исследования А. С. Арбеньева [2]. Практическая часть разработана в пособиях ЦНИИОМТП Госстроя СССР [11] и прочих.

Твердение бетонов и растворов при пониженной температуре происходит медленно, так как замедляется процесс гидратации цемента. Уже при температуре $-3...-6^{\circ}\text{C}$ вода в бетоне замерзает, и процессы гидратации вяжущего и твердения бетона практически прекращаются. Поэтому для обеспечения требуемого набора прочности бетона в зимнее время необходимо создавать такие условия, при которых активно протекают процессы твердения вяжущего. С этой целью и был разработан ряд известных методов зимнего бетонирования.

К самым распространенным из них следует отнести:

- применение бетонов с противоморозными химическими добавками
- технологии тепловой обработки электричеством;
- технологии тепловой обработки паром, водой, маслом, другими теплоносителями и т. д.

Эти методы достаточно изучены, технологически проработаны и имеют широкое применение в строительной практике. Однако при детальном изучении их практического применения возникает ряд вопросов по взаимоувязке и технологической совместимости процессов бетонирования, начиная от стадии приготовления бетонной смеси до обеспечения технологических требований стадии распалубки.

Целью статьи является проведение анализа современных методов и технологий бетонирования монолитных конструкций в зимних условиях на предмет изучения степени взаимосвязи и технологической совместимости процессов бетонирования от стадии приготовления бетонной смеси до обеспечения технологических требований стадии распалубки. **Задача** – анализ существующего комплекса технологических решений и технического обеспечения производства бетонных работ в зимних условиях, позволяющих обеспечить заданный температурный режим и экономическую эффективность всего процесса.

Изложение основного материала. В связи с появлением новых опалубочных конструкций, материалов и оборудования, а также существенного изменения стоимости потребляемых ресурсов, возникла необходимость более детального изучения использования современных технологий при бетонных работах.

Под комплексом работ по зимнему бетонированию будем понимать перечень методов и технологических приемов, представленных на рисунке 1. На представленной блок-схеме показаны основные составляющие технологии бетонирования и их взаимосвязь в данном процессе. Так, весь процесс зимнего бетонирования представляет последовательную связь четырех стадий производственной системы: приготовление бетонной смеси; транспортирование бетонной смеси; укладка бетонной смеси; уход за бетонной смесью в опалубке до достижения распалубочной прочности. При этом современный уровень теории и практики располагает дополнительным набором средств и приемов, обеспечивающих достаточную управляемость этой системы. В качестве дополнительных средств и приемов следует указать на целый комплекс апробированных на практике химических добавок, а также различное сочетание технологических приемов, используемых на этих стадиях.

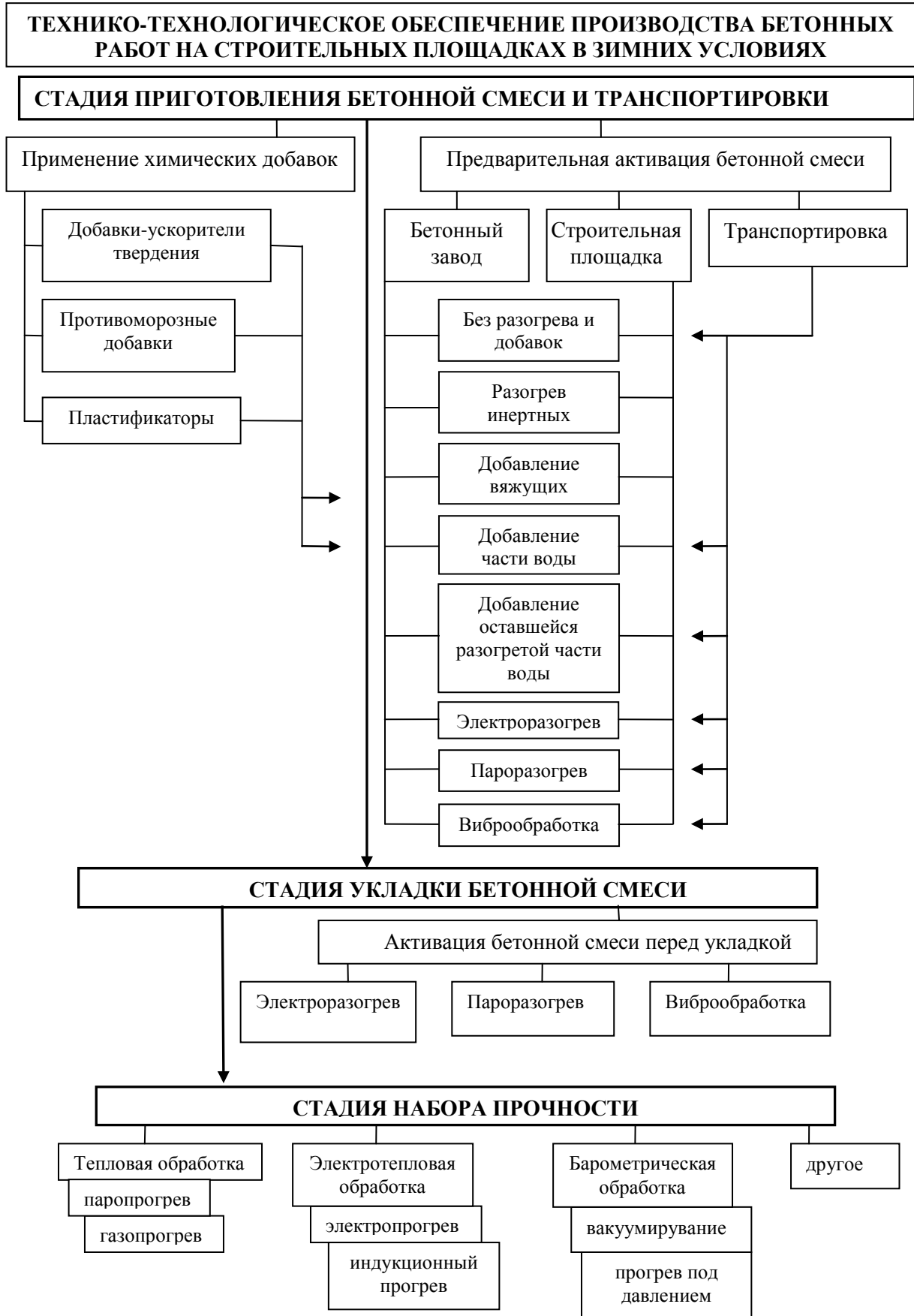


Рис. 1. Блок-схема взаимосвязи и технологического содержания основных стадий зимнего бетонирования монолитных конструкций

История развития теории и практики применения различных химических добавок при зимнем бетонировании представляет отдельный и достаточно обширный арсенал информации, которая находится в постоянном развитии. Ученые и инженеры достаточно широко информируют строительное производство об эффективности и экономической целесообразности своих достижений.

Анализ начальной стадии развития технологий бетонирования зимой (начиная с 1960-х гг.) показывает, что на этом этапе усилия ученых были направлены на вопросы предварительного разогрева бетонной смеси на бетоносмесительных узлах заводов стройиндустрии и обеспечения минимальных потерь тепла до ее укладки, а также набора распалубочной прочности в условиях строительной площадки. На этом этапе нашли широкое применение такие методы как паро- и электроразогрев бетонной смеси во время приготовления; затворение смеси горячей водой; предварительный разогрев инертных с комбинацией применения различных химических добавок и др. Значительные теплотери предварительно разогретой бетонной смеси при транспортировке и укладке, с одной стороны, и обоснованные утверждения ученых и технологов об эффективности энергетической активации бетонной смеси непосредственно перед началом ее схватывания – с другой, послужили причиной постепенного переноса этого процесса на строительную площадку.

В настоящее время на строительной площадке используется значительный объем технических средств для энергетической активации бетонной смеси, среди которых следует выделить такие как электроразогрев, пароразогрев, термовиброактивация и др. Так, основными электроразогревательными устройствами на строительной площадке являются специально оборудованные бункеры и бадьи (так называемые электродно-пластинчатые бункеры), а также кузова автомобилей – установки с погруженными электродами (см. рис. 2 – 4). Разогрев производят на огороженной площадке с соблюдением правил охраны труда.

С развитием этих устройств объем непосредственно обрабатываемой смеси уменьшался и вводилась дополнительная энергия, что способствовало сокращению времени разогрева и повышению плотности энергии и тока. Это приводило к многократному снижению электросопротивления смеси и повышению прочности бетона. В современных условиях высотного монолитного возведения конструкций в зимнее время сопровождается значительными теплотерями из-за неизбежного наличия перегрузок и удлинения расстояния от места затворения и разогрева бетонной смеси до места ее укладки [1].

На сегодняшний день использование строительных кранов с бадьями для подачи бетона на верхние ярусы возводимых сооружений значительно уступает место применению бетононасосов с автобетоносмесителями или автобетононасосов. Относительным новшеством среди подобной техники является применение автобетоносмесителей с бетононасосом. Подача бетонной смеси по трубам с помощью бетононасосов – один из эффективных путей снижения стоимости и трудоемкости бетонных работ за счет исключения значительного ручного труда при приеме бетонной смеси из транспортных средств, перемещения ее в горизонтальных и вертикальных плоскостях в пределах строительной площадки. Так как бетонная смесь подается по трубам под давлением, то повышается ее однородность, удобоукладываемость, частично уменьшается объем пустот и улучшается обволакивание частиц заполнителя цементной пленкой, что приводит к некоторому повышению прочности бетона

Начавшийся в современном строительстве этап вытеснения из транспортной цепочки самосвалов и замены их автобетоносмесителями привел к необходимости разработки технологии предварительного разогрева, соответствующей новому комплексу машин. Принципиальное отличие механизма разогрева бетонной смеси в бункерах, бадах, кузовах автосамосвалов от разогрева в барабанах автобетоносмесителей состоит в том, что в первом случае производится разогрев статичной, неподвижной относительно электродов, смеси. Во втором случае между лопастями (дисками) электродов проходят постоянно новые слои смеси, побуждаемой лопастями барабана и его вращением к осевому и радиальному движению (рис. 5).

В качестве одной из современных технологий этого направления следует выделить технологию, разработанную группой ученых и инженеров под руководством А. С. Арбеньева и И. Б. Кузьмина. В ее основу положены четыре принципа:

- своевременное внесение энергии – СВЭ;
- эффективность энергетической обработки – ЭО;
- преимущество виброгорячего формования – ВГФ;

- рациональность постепенного теплоотвода – ПТО.

Практическое воплощение первого принципа технологии состоит в рекомендации низкотемпературного затворения, виброактивации и пр., отдаляющих начало схватывания. Эффективность энергетической обработки оспаривается, в основном, между электроразогревом и пароразогревом бетонной смеси. Как уже отмечалось выше, главное при горячем виброформовании – сохранить внесенное тепло в период схватывания, когда в основном протекают все процессы. По второму закону термодинамики для повышения кристаллизации необходимо давление и охлаждение. Поскольку при охлаждении происходит и сжатие, то структура бетона еще более уплотняется. В процессе укладки разогретых смесей более высокая температура наблюдается внутри конструкции и поэтому ядро в большей степени сжимается за счет наружных слоев, в свою очередь, вызывая их обжатие. Это повышает трещиностойкость конструкций и обеспечивает гладкую зеркальную поверхность изделий [2].

Технология бетонирования монолитных конструкций пароразогретыми смесями основывается на использовании автобетоносмесителей и бетононасосов различных технологических параметров и технических характеристик [5].

Исходные материалы, загружаемые в автобетоносмеситель (АБС), могут представлять собой сухую смесь, частично затворенную (смоченную) или готовую бетонную смесь. В зависимости от вида загружаемой смеси возможна работа АБС в трех режимах: включение смесительного барабана в пути следования или на строительной площадке за 10 – 20 мин до разгрузки, включение смесительного барабана непосредственно после его загрузки, периодическое включение и выключение барабана в процессе транспортирования бетонной смеси на строительную площадку. Первый режим применяют при загрузке сухой или частично затворенной смеси и последующем приготовлении готовой бетонной смеси с заданной подвижностью при больших расстояниях перевозок (время в пути более одного часа). Второй режим применяют для приготовления бетонной смеси во время пути следования (продолжительность перевозки до одного часа) сразу же после загрузки АБС сухой или частично затворенной смесью, а также при доставке готовых смесей на небольшие расстояния (время в пути не более 30 – 40 мин) с целью их постоянного побуждения. Третий режим используют при продолжительности доставки готовых бетонных смесей полтора – два часа за счет восстановления их подвижности путем периодического побуждения.

Длительной практикой применения АБС установлено оптимальное число оборотов смесительного барабана с момента подачи воды в зависимости от нужной подвижности смеси (60 – 100 об./мин). Разгрузка АБС ведется при обратном вращении барабана, частота вращения его устанавливается оператором (5 – 10 об./мин). Пульт управления смесительным барабаном расположен близко к загрузочно-разгрузочному устройству, что позволяет оператору визуально наблюдать за процессами загрузки и разгрузки и корректировать частоту вращения смесительного барабана.

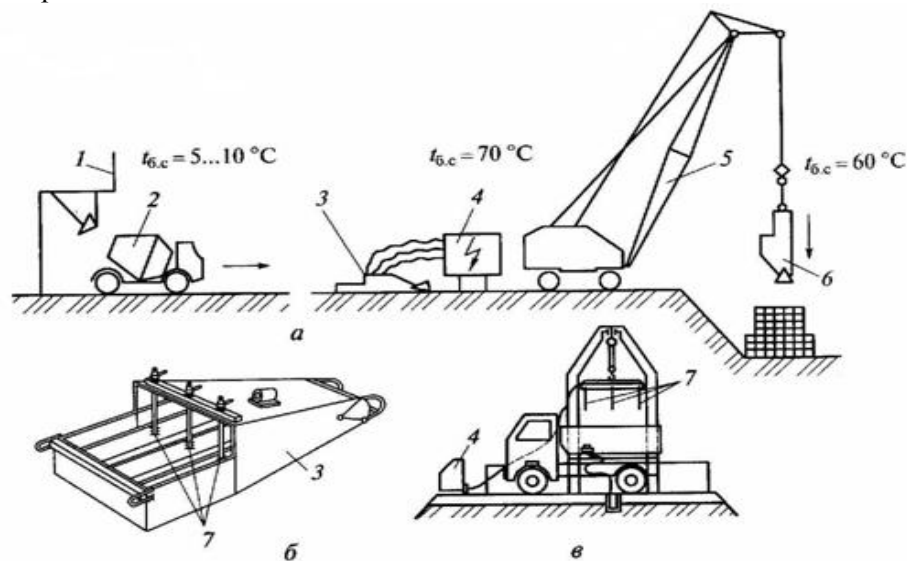


Рис. 2. Схема бетонирования конструкций с предварительным разогревом бетона:
1 – бетонный завод; 2 – бетоновоз; 3 – электробадья; 4 – распределительное устройство;
5 – кран; 6 – укладка бетона

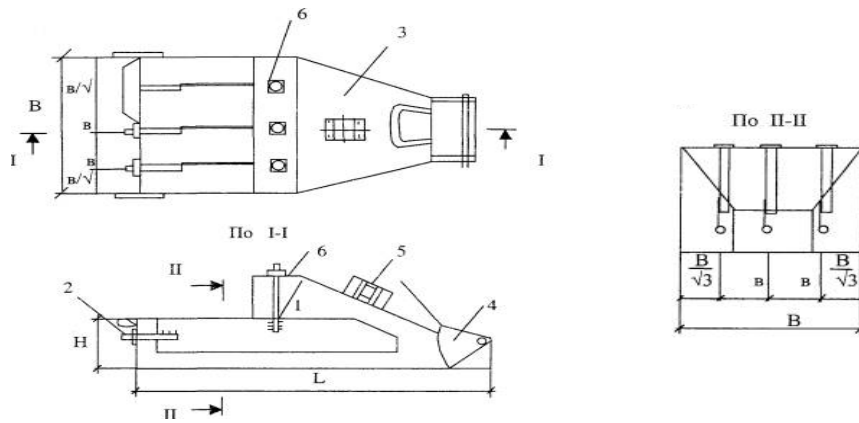


Рис. 3. Схема бады для электроразогрева бетонной смеси: 1 – электрод; 2 – контактная шпилька; 3 – бункер; 4 – затвор; 5 – вибратор; 6 – крепление электрода

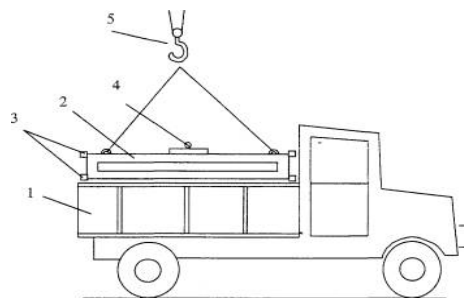


Рис. 4. Предварительный электроразогрев бетонной смеси в кузове автомашины: 1 – кузов машины; 2 – пластинчатые электроды с прорезями; 3 – электроизоляторы; 4 – электровибратор; 5 – крюк грузоподъемного механизма

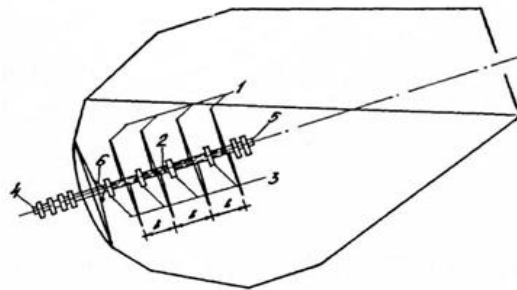


Рис. 5. Автобетоносмеситель, оборудованный для электроразогрева бетонной смеси: 1 – лопасти-электроды; 2 – несущие трубы; 3 – межэлектродные изоляторы; 4 – щеточный токосъемник; 5 – вибратор; 6 – опорный корпус электродной группы

Применяемые технология и средства доставки бетонных смесей при отрицательной температуре воздуха должны обеспечивать минимальные потери тепла в процессе транспортирования с завода смеси товарного бетона на строительную площадку. При температуре до -20°C используются АБС в обычном исполнении. Во избежание замерзания бетонной смеси транспортируют горячие смеси, вводят противоморозные добавки, используют сухие и частично приготовленные смеси с последующим затворением горячей водой. Продолжительность транспортирования готовой бетонной смеси с противоморозными добавками не должна превышать 30 минут. В качестве противоморозных добавок применяют НН, ННХК и др. Добавлять поташ, ускоряющий сроки схватывания цемента, однако резко снижающий подвижность смесей, нецелесообразно. Во избежание потери подвижности смеси при больших расстояниях доставки целесообразно транспортировать сухие смеси, которые готовятся на объекте путем введения воды затворения с противоморозной добавкой и перемешиванием всех компонентов в барабане АБС. При транспортировании бетонных смесей на большие расстояния добавки вводятся вместе с частью воды затворения непосредственно

перед перегрузкой в бетоноукладочное оборудование. Для удлинения срока схватывания цементного теста в частично приготовленную жесткую смесь вводятся добавки-замедлители схватывания.

Перед началом бетонирования определяют: способы подачи, распределения и уплотнения бетонной смеси; состав и показатели ее подвижности; толщину и направление укладываемых слоев; допустимую продолжительность перекрытия слоев; необходимую интенсивность подачи бетонной смеси с проверкой обеспеченности ее поставки бетонными заводами и транспортными средствами; потребность в механизмах и рабочих для подачи, распределения и уплотнения бетонной смеси, а также для производства необходимых подсобных работ в процессе бетонирования. Перед укладкой бетонной смеси проверяют и принимают:

- все конструктивные элементы и работы, которые закрываются в процессе укладки бетонной смеси (подготовка оснований гидроизоляции, армирование, закладные детали и т. п.);
- правильность установки и надлежащее закрепление опалубки и поддерживающих ее конструкций;
- готовность к работе всех средств механизации укладки бетонной смеси.

Метод подачи бетонной смеси в конструкцию для конкретных условий определяется проектом производства работ. Выбор варианта определяют по количеству бетона, укладываемого в смену или сутки; затратам труда и стоимости укладки смеси. Укладку бетонных смесей автобетононасосами (АБН) следует рассматривать как комплексный процесс, включающий приемку, подачу и распределение смеси, при котором выполняют следующие операции: монтаж и демонтаж дополнительного бетонопровода при необходимости, установку средств для распределения бетонной смеси, подготовку к эксплуатации АБН, транспортирование бетонной смеси по трубам, ликвидацию пробок в случае их образования в процессе перекачивания смеси, очистку оборудования в конце работы. При бетонировании монолитных конструкций при отрицательных температурах до начала укладки бетонной смеси опалубку и арматуру очищают от снега и наледи с помощью струи горячего воздуха или укрывая водонепроницаемыми материалами (полиэтиленовой пленкой, брезентом и т. п.), оттаивая и высушивая поверхности палубы арматурных изделий. Способ и режимы (интенсивность, последовательность и т. п.) укладки смеси назначают в зависимости от требуемой температуры уложенной бетонной смеси к началу выдерживания или термообработки бетона.

Комплект машин по транспортировке и укладке бетонных смесей в конструкции в наиболее распространенном варианте состоит из АБС и АБН. АБН оснащен шарнирно-сочлененной распределительной стрелой, на которой укреплен бетоновод. С помощью этой стрелы с одной стоянки АБН бетон может быть подан в любую точку зоны работы (см. рис. 6). Фактические характеристики АБН оцениваются после проведения ежегодных испытаний по специально разработанным программам. Для подачи бетона на расстояние, превышающее указанное в [8], монтируют стационарный бетоновод из инвентарных стальных труб на быстроразъемных соединениях, а при необходимости бетонирования конструкций на отметках, превышающих характеристики АБН, могут использоваться схемы из нескольких АБН (опыт бетонирования монолитных конструкций при строительстве АЭС).

Использование АБС и АБН при отрицательной температуре вызывает существенные теплопотери бетонной смеси, отрицательно влияющие на процесс производства работ, а также на результирующие прочностные характеристики возводимых конструкций. Процесс бетонирования конструкций в зимнее время с применением бетононасосных установок подвержен теплопотерям бетонных смесей:

- при транспортировании от бетоносмесительной установки к бетононасосу;
- перегрузке в приемный бункер бетононасоса;
- перекачивании по трубам.

Причем эти теплопотери (остывание) чередуются с энергообработкой (нагревом) бетонной смеси. Актуальность проблемы теплопотерь возрастает с необходимостью многократных перегрузок и значительного удлинения трубопроводов при возведении высотных сооружений.

Так же справедливо обоснованный, как наиболее эффективный, метод разогрева бетонной смеси паром при транспортировании в АБС проблематичен при перегрузках и перекачивании смеси по трубам по сравнению с электроразогревом. Это говорит о некоторой несовместимости методов при их реализации.



Рис. 6. Применение автобетононасосов для укладки бетонной смеси

На стадии ухода за бетонной смесью в опалубке используются различные методы, требующие использования специального оборудования и приспособлений, среди которых следует выделить такие как обогрев утепляющими матами, электропрогрев, паробогрев и др.

Наиболее распространенным методом при ожидаемой среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5°C и минимальной суточной температуре ниже 0°C согласно [8] является электропрогрев. Его использование не допускает замораживания свежесложенного бетона, которое сопровождается образованием вокруг арматуры и зерен заполнителя ледяных пленок. Электропрогрев можно осуществлять электродным способом, что предполагает выделение тепла непосредственно в бетоне при пропускании через него электрического тока (принцип армейского кипятильника), или греющими петлями (принцип предельного тока на проводе). Оба способа имеют ряд недостатков и преимуществ в использовании, с учетом которых технологи делают выбор в пользу наиболее подходящего. Также к способам электропрогрева относятся обогрев в греющей опалубке, инфракрасный обогрев и индукционный нагрев.

Характеристика изложенных технологий, методов и приемов, а также используемого при этом оборудования показывает, что все они призваны обеспечить условия производства работ, гарантирующие заданные архитектурно-конструктивные и прочностные требования возводимых сооружений, с одной стороны, и сокращение сроков производства работ как показателя экономической эффективности строительства – с другой.

Выводы. 1. В изменившихся условиях строительства в части архитектурно-конструктивных решений, используемых материалах и изделиях, применяемых технологиях и обеспечивающих комплектах машин, механизмов и оснастки – и, как следствие, ценовой политики – существующие методики выбора и экономического обоснования комплекта оборудования для производства работ по зимнему бетонированию требуют существенной корректировки.

2. Уровень достижений зарубежного и отечественного машиностроения во многом позволяет решать вопросы реализации задекларированных технологий.

3 Существует потребность в более детальной проработке вопросов поведения бетонной смеси в условиях переменного температурного режима.

4. Необходима корректировка существующих методик выбора и экономического обоснования комплекта оборудования и оснастки для производства работ по зимнему бетонированию.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арбенев А. С. Виброэлектробетонирование на стройплощадке / А. С. Арбенев, Н. П. Рошупкин // Бетон и железобетон. – 1991. – № 2. – С. 19 – 20.
2. Арбенев А. С. Технология бетонирования с электроразогревом смеси. – М. : Стройиздат,

1975. – 106 с.

3. **Афанасьев Н. Ф.** Технология бетонных и железобетонных изделий с непрерывным электроразогревом бетонных смесей: дисс. д-ра тех. наук: 05.23.05 / Афанасьев Николай Фирсович. – Луганск. – 1997. – 351 с.

4. **Колчеданцев Л. М.** Интенсификация бетонных работ на основе термовиброобработки смесей: дисс. д-ра техн. наук: 05.23.08 / Колчеданцев Леонид Михайлович. – Санкт-Петербург. – 2002. – 312 с.

5. **Кузьмин И. Б.** Синергобетонирование монолитных конструкций пароразогретыми в автобетоносмесителях смесями: монография / Владимир : Владим. гос. ун-т, 2011. – 248 с.

6. **Мионов С. А.** Теория и методы зимнего бетонирования. 2-е изд, доп. и перераб. – М. : Гос. издат. лит. по строит. и архитект., 1956. – 405 с.

7. **Шаленний В. Т.** Дослідження ефективності зведення монолітних залізобетонних конструкцій каркасу торгово-демонстраційного комплексу «Miriada» у зимових умовах / В. Т. Шаленний, О. А. Біцоева, І. В. Яременко // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. – Д. : ПГАСА, 2009. – Вып. 49 – С. 17 – 21.

8. Строительные нормы и правила. Несущие и ограждающие конструкции: СНиП 3.03.01-87. введ. 1988-07-01. – М. : Госстрой СССР, 1988. – 190 с.

9. Рекомендации по применению в зимних условиях бетонных смесей, предварительно разогретых электрическим током. – М. : Стройиздат, 1969. – 32 с.

10. Руководство по электротермообработке бетона. – М. : Стройиздат, 1974. – 245 с.

11. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях в районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1987. – 213 с.

УДК 693.5 : 666

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТОДАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

*А. А. Чуб, к. т. н., доц., И. В. Малеваный, к. т. н., И. Ю. Мурзич, асп.
Запорожская государственная инженерная академия*

Ключевые слова: монолитное строительство, хронометраж, трудоемкость, норма времени, статистические данные

Постановка проблемы. Актуальность работы обусловлена необходимостью оптимизации технологического проектирования монолитного строительства железобетонных сооружений, сокращения сроков строительства, трудоемкости, стоимости производства работ и др.

При разработке технологических карт и проектов производства работ на комплексно-механизированные строительные процессы, при определении эксплуатационной производительности ведущих машин (или комплекта машин), в конкретных методах и способах производства работ возникает необходимость использования значений пооперационных затрат труда. Нормативные документы дают нормативы затрат ручных операций и машинного времени в зависимости от вида бетонируемых конструкций и не учитывают возможных резервов времени в зависимости от реальных условий производства работ, подвижности применяемых бетонных смесей (от литых до особо жестких), широкой разновидности применяемой опалубки, способов армирования; подачи бетонных смесей и др. При оптимально запроектированном технологическом процессе производства работ производительность может быть увеличена по сравнению с нормативной.

В результате проведенного **анализа современных исследований** технологий монолитного строительства железобетонных сооружений установлено, что существующие методы организационно-технологического проектирования не охватывают современных возможностей оценки трудоемкости производства работ, продолжительности и стоимости строительства в зависимости от типа строящегося объекта, вида применяемой опалубки, характеристик применяемых бетонных смесей и других факторов [1 – 5].

Цель настоящих исследований заключается в научном обосновании применения статистического метода технического нормирования трудоемкости производства работ при монолитном строительстве. Строительные компании, специализирующиеся на возведении