

- Игнатъева А.В. Исследование систем управления. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 157 с.
- Технология ремонта и замена напорных трубопроводов // РОБТ.– 1998.– №1.– С. 23-29.
- Орлов В.А. Бестраншейная реконструкция и техническое обслуживание водопроводных и водоотводящих сетей: учеб.пособие. – М.: МГСУ, 1998.–64 с.
- Орлов В.А. Эксплуатация, реконструкция и строительство водопроводных и водоотводящих сетей с учетом экологического фактора // Строительство и архитектура, 1997. – Вып. 2. – С. 70
- Schleicht, H. Instandhaltung von Wasser-verteilungsanlagen // Jahresmagazine. – 2006. – №12. – S. 16–21.

УДК 69.057.5

Котляр Н.И., Рощина Н.М.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

Одним из перспективных направлений в строительстве является возведение каркасно-монолитных зданий. Инновационные строительные технологии и применение современных материалов способствует качественному проведению работ по возведению несущих конструкций зданий при различных климатических условиях производства. Известно, что основные процессы технологии бетонирования железобетонных монолитных конструкций зданий характеризуются значительной трудоёмкостью и продолжительностью работ. Особенно это характерно возведению плит перекрытий в зимний период строительства (рис.1), когда среднесуточная температура достигает +5°C, а суточная опускается ниже 0°C.



Рис. 1. Подготовка к возведению железобетонной монолитной плиты перекрытия в зимних условиях.

Следует отметить, что для прохождения реакции гидратации цемента оптимальной считается температура 18-20°C [1,2]. Так, при нормальных условиях твердения 70% проектной прочности бетон набирает за 7 дней, а при температурах

близких к 0°C срок набора прочности может составлять более 4 недель (рис.2).

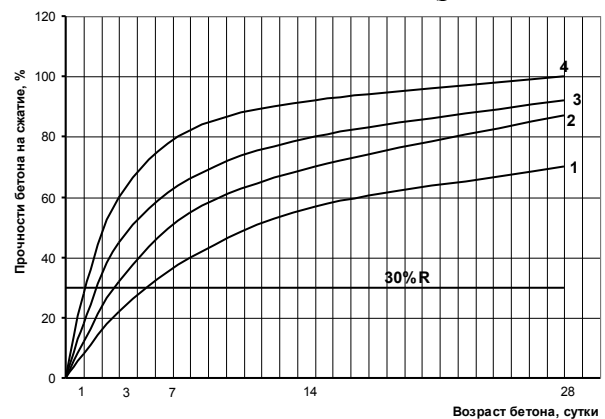


Рис.2 Динамика набора прочности бетона класса В30 при различных температурных режимах.

1- при $t=0^{\circ}\text{C}$; 2- при $t=+5^{\circ}\text{C}$; 3- при $t=+10^{\circ}\text{C}$; 4- при $t=+20^{\circ}\text{C}$; 30%R- критическая прочность бетона, принятая 30% от проектной для бетонов класса В30.

Проведенные исследования показали, что железобетонные монолитные конструкции, возводимые в экстремальных условиях, могут характеризоваться пониженными эксплуатационными характеристиками. Это, в первую очередь, объясняется тем, что реакция гидратации не прошла в полном объеме, а химически несвязанная вода затвердения превращается в лёд с увеличением в объёме до 9%. Такое приращение объёма способствует развитию сил внутреннего напряжения, что приводит к деструктивным изменениям в теле бетона, и способствуют снижению его физико-механических характеристик.

Одним из требований возведения несущих конструкций в зимних условиях является достижение бетоном на момент замерзания критической прочности, которая в зависимости от класса бетона составляет 30-50% от проектной. Учитывая, что для плит перекрытий используют, в основном, бетоны класса В20, В30 критическая прочность которых составляет соответственно 40 и 30% от проектной (рис.2).

Одной из основных задач технологии зимнего бетонирования является создание максимально благоприятных условий твердения бетона в период набора критической прочности, так как после ее достижения дальнейшее понижение температуры не оказывает влияния на прочностные показатели конструкции.

Для повышения эффективности бетонных работ в зимний период используют различные методы по обеспечению бетоном набора критической прочности режима, которые разделяют на следующие группы:

- Использование экзотермической реакции, выделяемой при гидратации цемента (метод термоса);
- Повышение температуры уложенной в опалубку бетонной смеси за счёт прогрева (обогрева) конструкции как внутри, так и снаружи (электропрогрев, индукционный прогрев, термоматы, термоопалубка, инфракрасный прогрев);
- Понижение температуры замерзания жидкой фазы бетонной смеси с помощью противоморозных добавок (нитрит натрия, хлорид кальция, поташ);
- Комбинирование перечисленных способов (метод «термоса» и противоморозные добавки, электропрогрев и противоморозные добавки, электроразогрев и метод термоса) (рис.3).

Рассмотрим целесообразность применения различных методов, с точки зрения интенсификации процессов твердения бетонной смеси, в период набора критической прочности для железобетонных монолитных плит перекрытия каркасно-монолитных зданий.



Рис.3. Фрагменты обогрева конструкций термоактивными матами [3]

Суть метода «термоса» заключается в сохранении внутреннего тепла бетонной смеси и тепла, которое выделяется в процессе экзотермической реакции твердеющего бетона. Этот метод получил широкое распространение благодаря невысокой себестоимости используемого теплоизолирующего материала и уменьшению трудоёмкости технологического процесса.

Следует отметить, что применение метода «термоса» является наиболее эффективным для массивных конструкций с небольшой площадью охлаждения. Массивность конструкции определяется модулем поверхности, который вычисляется по формуле:

$$M_{\text{п}} = F/V,$$

где F- площадь суммарной охлаждаемой поверхности конструкции, м²; V- объём конструкции, м³

Метод «термоса» применяют для возведения конструкций с модуле поверхности до 6 ($M_{\text{п}} < 6$) при температуре 10-30°С. Использование высокоактивного цемента с химическими добавками-ускорителями твердения позволяют применить данный

метод для конструкции с $M_n=8\dots 10$, а применение электроразогрева бетонной смеси до температуры $60-80^\circ\text{C}$ позволяет возводить конструкции с $M_n=10\dots 15$.

Методы повышения температуры бетонной смеси в условиях строительной площадки происходят с потреблением электроэнергии. Так, широкое применение нашёл метод электропрорыва [4], который базируется на способности твердеющего бетона проводить электрический ток с выделением теплоты, т.е. происходит процесс преобразования электрической энергии в тепловую в соответствии с законом Джоуля-Ленца:

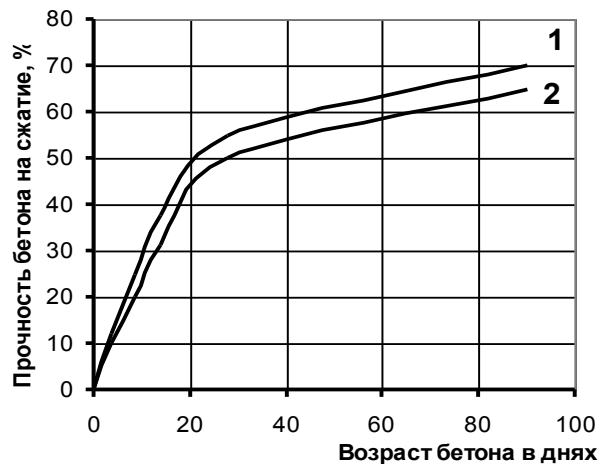
$$Q=I^2Rt,$$

где: Q – количество теплоты, создаваемое током; I – ток, проходящий по проводнику; R – сопротивление проводника; t – время прохождения тока по проводнику

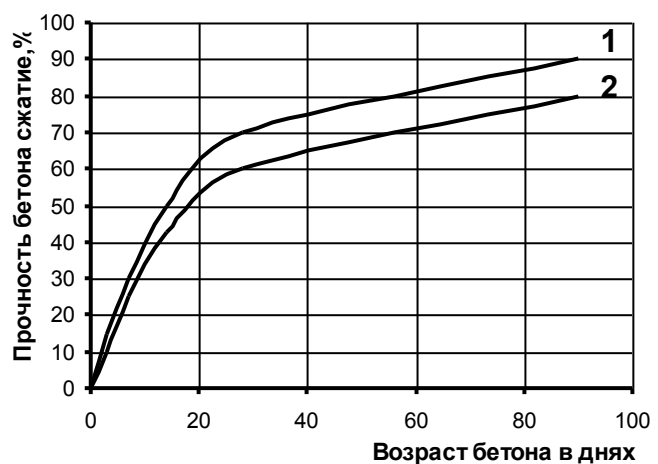
Метод электропрогрева довольно эффективен, при повышении температуры до $60-80^\circ\text{C}$ позволяет интенсивно набирать прочность в первые часы твердения бетона, тем самым уменьшая продолжительность выдерживания конструкции в опалубке. Однако следует отметить, что в сложившихся экономических условиях выполнение работ, связанных с расходом электроэнергии должны быть минимизированы.

Кроме того, электропрогрев не может в достаточной мере обеспечить требуемое качество возводимых конструкций, поскольку воздействие тепла происходит неравномерно, наблюдается возникновение пузырьков воздуха в бетоне, зоны обезвоживания и преждевременного высыхания. Эти дестабилизирующие факторы приводят к появлению трещин и снижению несущей способности конструкции.

Поскольку основной причиной прекращения твердения бетонной смеси при отрицательных температурах является замерзание химически несвязанной воды затворения, в состав бетонной смеси вводят определённое количество противоморозных добавок [2]. Данный метод, в сравнении с электропрогревом и электрообогревом, позволяет в 1,3-1,5 раза снизить затраты на энергоносители.



а)



б)

Рис.4 Динамика набора прочности бетона при отрицательных температурах с противоморозными добавками

а) при температуре -5°C ;

б) при температуре -10°C ;

1- с добавкой NaNO_2 (нитрит натрия);

2- с добавкой K_2CO_3 (поташ).

Существующие противоморозные добавки можно разделить на 2 группы:

- понижающие температуру замерзания воды (нитрит натрия NaNO_2 , хлорид натрия NaCl , водные растворы аммиака)
- ускорители процессов схватывания и твердения с противоморозными свойствами (хлорид кальция+хлорид натрия $\text{CaCl}_2+\text{NaCl}$, хлорид кальция + нитрит натрия $\text{CaCl}_2+\text{NaNO}_2$) (рис.4).

Рациональное сочетание использования противоморозных добавок с другими методами обработки бетонной смеси, при-

меняемых при возведении плит перекрытий в зимних условиях, нашли широкое применение.

Известно, что к эффективным технологиям уплотнения бетонной смеси, позволяющим на начальных стадиях твердения бетона интенсивно набирать прочность, относится вакуумирование [5,6,7]. Особенностью технологии данного метода является удаление лишней воды затворения из свежеложенной бетонной

смеси. Удаление воды происходит с помощью вакууматов или вакуумщитов за короткий промежуток времени, который составляет 1 мин на 1 см толщины обрабатываемой поверхности. Проведенные экспериментальные исследования использования метода вакуумной обработки бетонной смеси при возведении плит перекрытия в зимних условиях показали высокую эффективность качественного всесезонного производства работ.

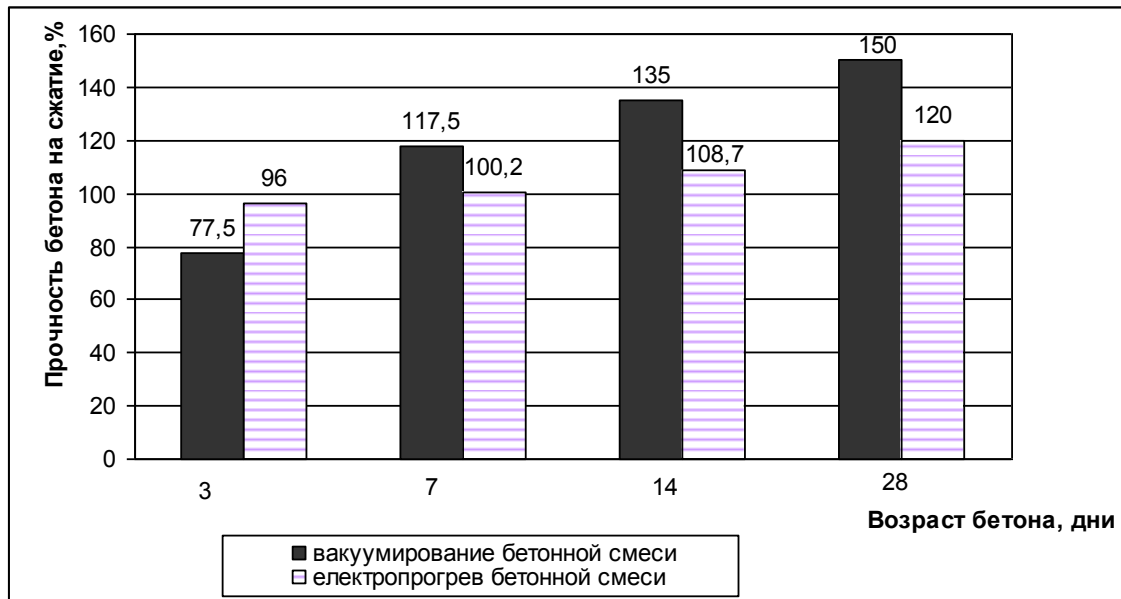


Рис.5. Динамика набора бетоном прочности при вакуумировании и электропрогреве

Следует отметить, что при сравнении метода электропрогрева и метода вакуумирования уже на 7 сутки прочность вакуумированного бетона больше на 17%, а в возрасте 28 суток эта разница достигает 30% (рис.5).

Кроме того, предложенное применение метода вакуумирования бетонов с противоморозными добавками способствует интенсификации процессов твердения на начальной стадии набора прочности. Химически несвязанная вода затворения удаляется, которая при температуре 0°C превращается в лёд, тем самым препятствуя прохождению реакции гидратации, будет удалена. Кроме того, одновременно с водой удаляются пузырьки воздуха, что способствует повышению плотности бетона.

Таким образом, использование метода вакуумирования бетонных смесей с хими-

ческими добавками является новым подходом в повышении качества возведения плит перекрытия каркасно-монолитных зданий в зимних условиях.

ВЫВОДЫ:

Работы по возведению плит перекрытий каркасно-монолитных зданий в зимних условиях целесообразно выполнять с вакуумированием смеси, что обеспечивает интенсификацию процессов твердения в начальный период набора бетоном прочности. Использование метода вакуумирования с противоморозными добавками способствует сокращению сроков набора бетоном критической прочности, при этом обеспечивается повышение проектной прочности на 10...30%, а следовательно, повышению несущей способности междуэтажных монолитных плит перекрытия.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Головнев С.Г. Оптимизация методов зимнего бетонирования / С.Г Головнев.-Л.: Стройиздат, 1983.-235с.
2. Гныря А.И. Технология бетонных работ в зимних условиях: учеб. пособие / А.И.Гныря, С.В. Коробков. – Томск: ТГАСУ, 2011. – 412 с.
3. Прогрев бетона. Применение термоэлектромата в условиях строительной площадки [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://lib.podelise.ru/docs/55352/index-3110.html>
4. Вегенер Р. В. Электропрогрев бетонных и железобетонных конструкций / ВегенерР.В. - М.: ГОССТРОЙИЗДАТ, 1953. - 142 с.
5. Сторожук Н.И. Технология вибровакуумирования бетонов, изделий и конструкций: автореф. дисс. ...докт. техн.наук: 05.23.05/ Сторожук Николай Андреевич; ХИСИ. - Х.-1990. -34с.
6. Котляр Н.И. Некоторые особенности повышения качества бетонных работ при возведении несущих конструкций / Н.И. Котляр, Н.М. Рощина, В.В. Лихограй // Науковий вісник будівництва.- ISSN 2311-7257.-№ 1(75).-2014.-С.68-71.
7. Вакуумирование в технологии строительного производства / Гос. Комитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР; сост Л.А. Полонский. –Москва, 1978–37с.

УДК 624.012

Бойко Т.К

Харківський національний університет будівництва та архітектури

АНАЛІЗ НАВАНТАЖЕНЬ І ВПЛИВІВ НА НИЖНІ ВОРОТА СУДНОПЛАВНОГО ШЛЮЗУ

Забезпечення безпеки на внутрішніх водних шляхах України є однією з найважливіших задач, яка завжди буде актуальна, поки по водних шляхах ходять великотоннажні вантажні та пасажирські судна. В останні роки увага до цієї проблеми істотно зросла, що зумовлено, зокрема, триваючим старінням споруд, а також дефіцитом коштів, що спрямовуються на підтримку їх несучої здатності.

Досвід експлуатації судноплавних споруд вказує на те, що найбільш слабкою ланкою шлюзів є працюючі під напором металеві конструкції, схильні до інтенсивної корозії і циклічному характеру навантаження. Металоконструкції напірних гідротехнічних споруд являють собою складну конструкцію, що складається з великої кількості напружених вузлів та елементів. Загальна вага таких конструкцій може досягати 400 тонн, а навантаження, що сприймаються ними, доходять до 10000 тонн. Переважною першопричиною поломок і зупинок шлюзів є неточності в оцінці залишкового міцнісного ресурсу.

Двостулкові ворота шлюзів, експлуатованих з 60-х років минулого сторіччя, представляють часто клепану конструкцію зі сталі Ст3, в окремих місцях застосовані та-

кож болтові і зварні з'єднання. Зокрема низові діагональні зв'язки приварені до поясів ригелів і діафрагм в місцях перетинів, що часто призводить до пошкодження низових діагональних зв'язків, до обриву гілок у місцях кріплення їх до центральної косинці чи утворення тріщин в перетинах з отворами під болт.

Існує уявлення про роботу діагональних зв'язків: а) зусилля в діагональних зв'язках визначаються в основному крутним моментом від горизонтального навантаження і випора, а також вагою ступки; б) внаслідок приварювання до низових поясів ригелів і діафрагм зусилля уздовж однієї зв'язки не залишається постійним, а змінюється відповідно до епюри поперечних сил в площині ферми; в) за рахунок вузлових моментів фіброві напруги в середньому на 20% вище осьових; г) максимальні напруження у зв'язках можуть виникати при неповному напорі, їх значення залежать від глибини нижнього б'єфу; д) в той час, як в ригелях воріт напруження мають невеликий рівень і завжди є стискаючими, в діагональних зв'язках напруження істотно вище і при кожному шлюзуванні змінюють знак, тобто зв'язки піддаються дії знакозмінного циклу напружень, тому виникає питання