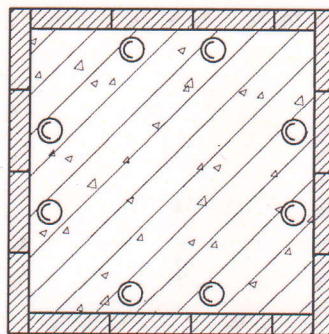
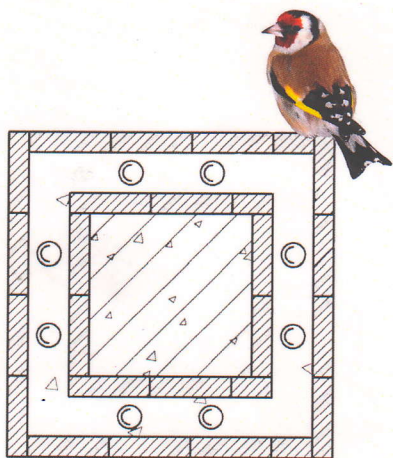




Ю.И. Доладов

Теория и методы зимнего бетонирования

Ю.И. Доладов

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

*Рекомендовано для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальностям 08.03.01 «Строительство»
и 23.05.06 «Строительство мостов и транспортных тоннелей»*



МОСКВА

2015

Глава 12

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КОНДУКТИВНОГО ПРОГРЕВА БЕТОНА

Сущность метода

При контактном электрообогреве осуществляется непосредственная передача тепла (кондуктивно) от греющих поверхностей к прогреваемому бетону.

Распределение тепла в самом бетоне конструкции происходит преимущественно путем теплопроводности. При температуре бетона на греющей поверхности конструкции 80 °С толщина его слоя с относительно равномерной температурой при установившемся режиме прогрева (период изотермического выдерживания) обычно составляет не более 20 см. При одностороннем электрообогреве конструкции в зимнее время толщина этого слоя снижается до 15 и даже до 10 см при низких температурах наружного воздуха. По этой причине конструкции толщиной более 20 см обычно подвергаются двухстороннему обогреву.

Вклад ученых в развитие метода

Метод кондуктивного электрообогрева был разработан в Советском Союзе как частное решение элетрообогрева бетона. Для его развития много сделали И.И. Богатырев, А.А. Комиссаров, И.Г. Совалов, С.Г. Головнев, В.Я. Гендин, И.Б. Заседателев, В.С. Аханов, А.А. Бабаев, Л.И. Пижов, А.Ф. Кравченко и другие.

Позднее этот метод получил распространение за рубежом и теперь применяется во многих странах, где для его развития и популяризации много сделали Х. Мартине, А. Никенец, Ю. Вуоринен, Х. Пойярви, В. Пентала, Х. Кайтила и другие.

Область применения

Контактный электрообогрев применяется для тепловой обработки бетона при возведении монолитных сооружений и при изготовлении сборных железобетонных конструкций на заводах и полигонах. Наиболее целесообразно применение контактного элетрообогрева при изготовлении конструкций с $M_n > 6$ и развитой поверхностью, возводимых в греющих подъемно-переставной и разборно-щитовой инвентарных опалубках.

Термоактивная опалубка может применяться для обогрева грунтовых, бетонных и других оснований, отогрева «старого» бетона, удаления наледи с арматуры и отогрева арматуры.

Зимнее бетонирование в термоактивной опалубке конструкций и сооружений, к которым предъявляются специальные требования по водонепроницаемости, износоустойчивости, химической стойкости или морозостойкости, является одним из эффективных методов, обеспечивающих стабильное качество конструкций.

Обогрев бетона в термоактивной опалубке находит все большее применение при производстве работ зимой. В ряде случаев он используется и летом для предотвращения влаготерь при выдержке бетона. Опыт применения этого метода на строительстве объектов Волжского и Камского автозаводов, Главленинградстроя, Главсредуралстроя и других предприятий, расположенных в разных районах страны, выявил его высокую эффективность: значительно снизились трудоемкость и стоимость работ; сократились затраты электроэнергии и материалов, было достигнуто высокое качество монолитных конструкций и сооружений.

Для твердения и набора бетоном проектной прочности обогрев монолитных конструкций в термоактивной опалубке позволяет создавать оптимальные температурно-влажностные условия при температурах наружного воздуха до -40 °С.

Достоинства метода

Метод позволяет существенно упростить технологию работ, снизить трудоемкость работ на 20—27 % по сравнению с элетродным прогревом, пареобгревом и другими методами тепловой обработки бетона в зимнее время. При этом устраняются недостатки, присущие этим методам: не расходуется металл, идущий на электроды и неин-

вентарную разводку к ним, отпадает необходимость в устройстве сложных трубных разводов, установок калориферов, паровых котлов, отводе конденсата и т. д., устраняются неравномерность обогрева и местные перегревы бетона, снижаются температурные перепады по сечению конструкций, вызывающие трещинообразование, интенсивное обезвоживание и снижение прочности бетона.

Термоматы, например ООО «Импульс» создают равномерный тепловой поток, что благоприятно сказывается на условиях твердения бетона, нет зон локального перегрева, как в других методах прогрева бетона (проводной, электродный, с применением ТЭН). Термоэлектрические маты удобны для прогрева уложенного бетона практически любых конструкций. Такими горизонтальными конструкциями могут быть перекрытия и покрытия зданий, полы, дорожные и аэродромные покрытия. Можно использовать маты для прогрева бетона в колоннах, стенах, стыках, при ранней распалубке, для быстрого твердения бетона в холодную погоду и для ускорения оборота опалубок летом.

Размеры термоматов: стандартный — $1,1 \times 2,74$ м (3 м^2); произвольный — изготавливается под заказ. Напряжение питания 220 В. Потребляемая мощность зависит от условий использования и назначения термомата и составляет для прогрева бетона $300\text{—}500 \text{ Вт/м}^2$.

Регулируя процесс остывания бетона по заранее заданному температурному режиму, можно возводить монолитные конструкции с модулем поверхности свыше 20.

С целью сокращения продолжительности технологических циклов и повышения оборачиваемости опалубки следует стремиться к более коротким срокам тепловой обработки с возможно более высокими температурами нагрева бетона, учитывая при этом термонапряженное состояние монолитных конструкций.

Конструкция греющей опалубки

Конструкция греющей опалубки или термоформы (из листовой стали, водостойкой фанеры и т. п.) должна предусматривать размещение на ней нагревательного элемента и эффективной теплоизоляции (минеральная вата, шлаковата и т. п.). Снаружи теплоизоляция удерживается достаточно прочным листовым материалом (фанерным, стальным и т. п.), предохраняющим ее от увлажнения и механических

повреждений. На рис. 65—68 представлены некоторые виды конструктивных решений опалубки.

Конструкция греющей опалубки должна выбираться таким образом, чтобы поверхность нагревательного элемента максимально пере-

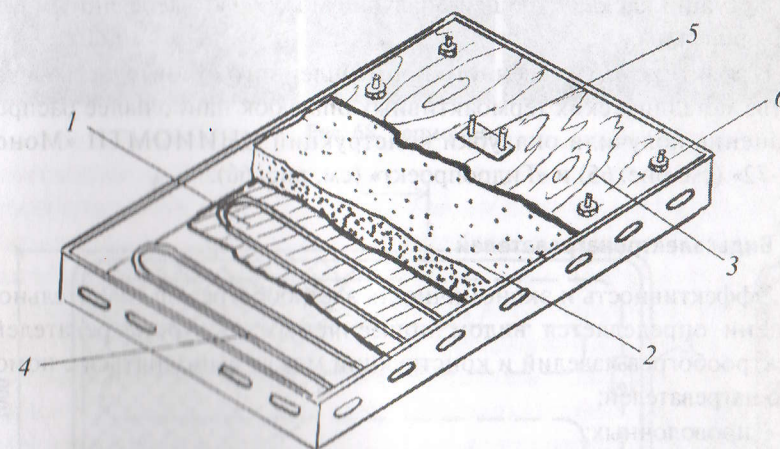


Рис. 65. Металлическая опалубка с греющим кабелем:

1 — отражательный экран; 2 — теплоизолятор; 3 — защитная крышка из фанеры с водостойким покрытием; 4 — греющий кабель; 5 — вилочный разъем; 6 — винты крепления защитной крышки

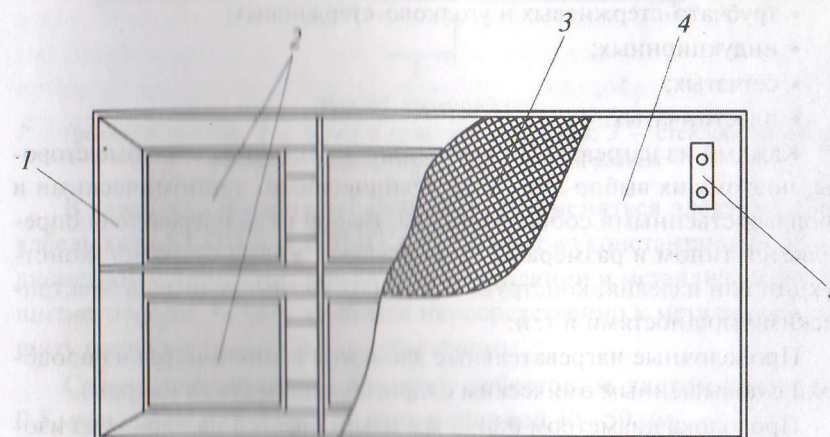


Рис. 66. Общий вид опалубочного щита с модульным нагревателем:

1 — каркас щита; 2 — модульный нагреватель; 3 — теплоизоляция; 4 — защитная крышка; 5 — вилочный разъем

крывала площадь щита, на котором он размещается. Неутепленная площадь щита не должна превышать 5 %, а расстояние между нагревательными элементами как в пределах одного щита, так и в смежных щитах не должно превышать 15 см.

Несущий каркас греющей опалубки может быть деревянным или металлическим.

В практике отечественного промышленного строительства в качестве металлических термоактивных опалубок наибольшее распространение получили опалубки конструкций ЦНИИОМТП «Монолит-72» (см. рис. 65) и «Гидропроект» (см. рис. 66).

Виды электронагревателей

Эффективность и экономичность электрообогрева в значительной степени определяется видом применяемых электронагревателей. Электрообогрев изделий и конструкций может выполняться с помощью нагревателей:

- проволочных;
- греющих кабелей и проводов (рис. 67, 68);
- стержневых;
- трубчатых (ТЭНа);
- коаксиальных;
- трубчато-стержневых и уголково-стержневых;
- индукционных;
- сетчатых;
- пластинчатых.

Каждый из нагревателей имеет свои достоинства и слабые стороны, поэтому их выбор диктуется техническими, экономическими и производственными соображениями. Выбор вида нагревателя определяется типом и размерами прогреваемой железобетонной конструкции или изделия, конструкцией опалубки, имеющимися электрическими мощностями и т. п.

Проволочные нагревательные элементы выполняются из проволоки с повышенным омическим сопротивлением (типа нихром).

Проволока диаметром 0,8—3 мм наматывается на каркас из изоляционного материала (например, лист асбошифера) и изолируется, например, тонколистовым асбестом. Проволоку нагревателя следует размещать на стороне каркаса, примыкающей к опалубке.

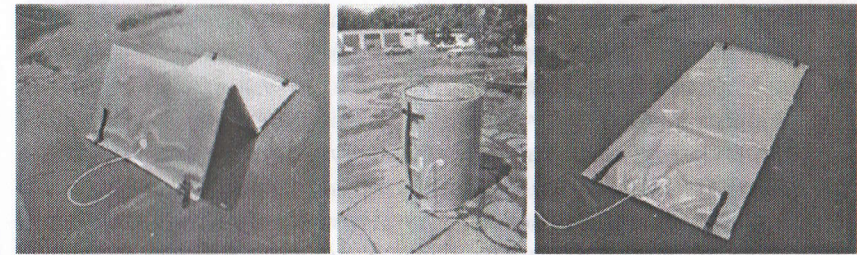


Рис. 68. Термоматы

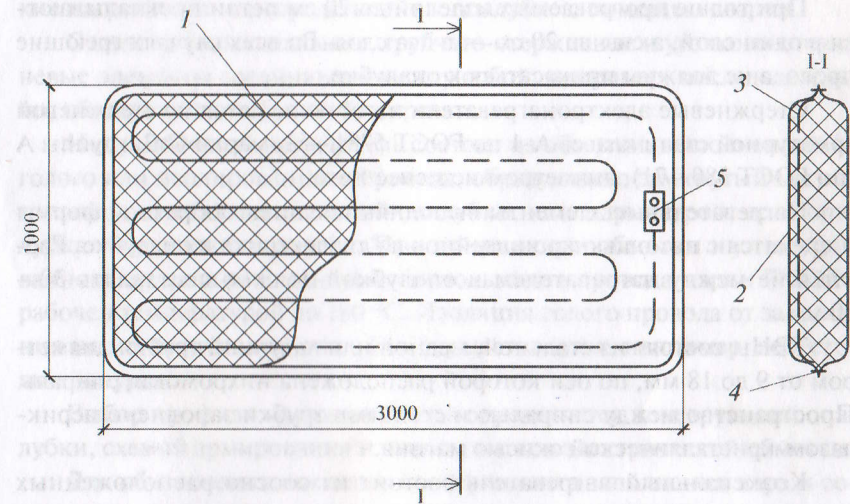


Рис. 67. Греющий мат:

1 — греющий провод; 2 — чехол с греющим проводом; 3 — стекловолоконная плита; 4 — контур шва; 5 — выключный разъем

В качестве греющих кабелей могут применяться электрические кабели типа КСОП или КВМС. Они состоят из константовой жилы диаметром 0,7—0,8 мм, термостойкой изоляции и металлического защитного чулка. Кабель крепится непосредственно к металлическому щиту греющей опалубки или термоформы.

Сверху нагреватель покрывают асбестовым листом толщиной 0,5 мм и слоем минеральной ваты толщиной 40—50 мм.

Греющие провода со стальной, медной или алюминиевой жилой диаметром 1—2,5 мм крепятся к арматурному каркасу или элементам опалубки. Провода должны находиться в бетоне по возможности на