

# Бюллетень

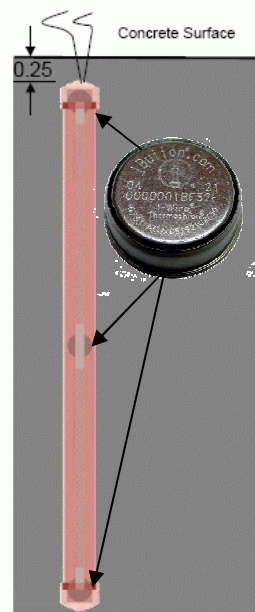
## “Логгеры iButton”

### №13 (январь-март 2008 года)



#### Применение регистраторов iButton в строительной индустрии

- 13.1  **iButton®** Touch the Future! Подразделение iButton компании Dallas Semiconductor корпорации Maxim Integrated Products объявило о начале поставок нового перспективного изделия, реализованного на базе устройств ТЕРМОХРОН – специализированной конструкции **Concrete Temperature Monitor** ([http://www.maxim-ic.com/quick\\_view2.cfm/qv\\_pk/5247/t/al](http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/5247/t/al)) с корпоративным обозначением **DS9108** (<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS9108.pdf>). Это изделие представляет собой полностью герметизированную штангу из пластика, содержащую внутри три регистратора iButtons класса DS1921G. Регистраторы расположены в середине снизу иверху конструкции, и соединены между собой витым проводом. Соединения провода с корпусом каждого из логгеров выполнены с помощью точечной сварки с выводами DATA и GND. Провода образуют 1-Wire-магистраль, которая выведена в виде клеммных блоков к верхней части штанги. Это позволяет выполнять считывание данных, накопленных регистраторами не извлекая штангу непосредственно из контрольной точки (например, если производится мониторинг температур на различных глубинах). Причем эта задача является сверх актуальной, прежде всего, в строительной индустрии при контроле застывания бетона, в зернохранилищах, в нефтяной и химической промышленности, и даже в геологии. Штанга выполнена из поливинилхлорида, заполненного в качестве герметика и изолятора эпоксидной смолой E-60NC. Каждый ТЕРМОХРОН, размещенный внутри штанги DS9108, имеет в дополнительной памяти признак того, где именно он размещен (в центре, внизу или вверху конструкции). Поставляются различные модификации изделий DS9108 длина, которых может составлять от 20 см до 38 см, предельный диаметр штанги 1,6 см. Типичная тепловая инерционность каждого регистратора конструкции – 500 с. Температурный диапазон эксплуатации изделия -20°С...+65°С. Предполагается, что Concrete Temperature Monitor будет поставляться по ориентировочной розничной цене 50 \$ за 1 шт.



- 13.2  Сегодня актуальность применения регистраторов iButton в стройиндустрии в настоящее время совершенно очевидна, и это подтверждает деятельность множества компаний по всему миру, продвигающих “таблетки”-логгеры именно в этом направлении. Так, широко известная на европейском рынке поставщиков средств поддержки технологии iButton-регистраторов португальская компания **Eclo** (см. сообщения №4.3, №5.10, №6.2, №7.10, №9.28, №11.23) разработала специальный программный модуль расчета реальной зрелости бетона под именем **ExpressThermo 2007 Pro** (<http://www.eclo.pt/concrete/>). Он обеспечивает в автоматическом режиме мгновенное получение всей информации, необходимой для оценки конкретной степени зрелости бетона и развития его ранней прочности. Такая информация ощутимо помогает в строительном технологическом процессе, позволяя оперативно определить первоочередные действия, которые зависят от конкретной ситуации с состоянием бетона на строительной площадке. Использование программы ExpressThermo 2007 Pro в качестве инструмента удобно и эффективно при планировании строительных операций, что приводит к существенным сбережениям времени и денег. Все выполняемые программой вычисления базируются на данных, считанных из памяти множества регистраторов, каждый из которых фиксирует конкретную “температурную историю”. Располагая подобной информацией в реальном времени на строительной площадке можно оптимально управлять пропарочными аппаратами, а также быть уверенным в качестве возводимых бетонных конструкций. Знание такой информации актуально, и потому, что это позволяет вовремя принимать важные решения, связанные со своевременным окончанием одной строительной операции и с переходом к следующей операции.



Выгоды от внедрения программы ExpressThermo 2007 Pro:

- приводит к существенным сбережениям времени и денег, в том числе благодаря снижению арендной платы за используемое строительное оборудование;
- обеспечивает значительное сокращение времени по сравнению с регламентированными по нормативам временами ожидания созревания бетона для проведения следующей операции;

- снабжает технический персонал на строительной площадке необходимой точной информацией с привязкой к реальному времени;
- реализует тотальное документирование и архивирование развития реальной “температурной истории”;
- регистраторы поставляют действительно достоверную информацию в экстремальных условиях строительных площадок, а также защищены от вандалов, поскольку установлены непосредственно в подвергаемый мониторингу бетон.

Кроме того, программа ExpressThermo 2007 Pro удобна для анализа и выполнения автоматических вычислений всех необходимых данных, благодаря наличию интуитивно понятного даже неподготовленному пользователю интерфейса. Именно поэтому в рамках партнерского проекта **iButton Authorized Solutions Developer** или **ASD** (<http://www.maxim-ic.com/products/button/solutions/>), который реализуется Maxim Integrated Products Inc. с целью поиска и поддержки групп разработчиков, компаний и фирм, использующих в своих решениях технологию 1-Wire и/или технологии iButton, опубликована информация о достижениях компании Eclo по продвижению устройств ТЕРМОХРОН в строительной индустрии (<http://www.maxim-ic.com/products/button/solutions/product.cfm?ID=636>).

### 13.3



Современное скоростное, и прежде всего зимнее, монолитное домостроение диктует высокий темп возведения зданий, что вызывает необходимость организации интенсивного обогрева бетона и тщательного контроля его прочности в процессе выдерживания, особенно в первые 24...48 часов. Именно в это время на основании данных о температуре застывания бетона необходимо принимать оперативные решения по прекращению или напротив продолжению обогрева, снятию опалубки и возможному последующему догреву, по организации переопирания изготовленных пролетных конструкций, имеющих прочность 40...70% от проектной (подробнее см. "Контроль качества зимнего бетонирования" О. А. Ремейко, Н. Н. Журов, С. В. Комиссаров, "СтройПРОФИль" №2, 12.11.2002 (<http://www.stroy-press.ru/print.php?id=897>)). Вообще же, как показывает практика, обеспечение высокого качества при возведении строительных конструкций из бетона требует ежедневной оперативной информации о динамике изменения его температуры во многих контрольных точках. Поскольку именно с динамикой температуры связан параметр ранней прочности бетона, который позволяет обоснованно, а не интуитивно вести строительство любого монолитного или сборно-монолитного сооружения.



Мониторинг температуры бетона в ходе выдерживания монолитных железобетонных конструкций является обязательной операцией при выполнении работ в зимних условиях. Особое значение мониторинг температуры приобретает при использовании высокоэффективных суперпластификаторов и регуляторов схватывания и твердения, когда темпы нарастания прочности трудно поддаются количественному регулированию по причинам различий в продолжительности транспортировки и укладки бетонной смеси, а также для обоснования выбора метода и средств ухода за твердеющим бетоном с целью обеспечения его заданных свойств. Российские строительные правила устанавливают целый ряд ограничений на уровень температуры, скорость нагрева и остывания бетона при достижении необходимой прочности монолитных конструкций в ходе их изготовления на строительной площадке (см. правила обеспечения температурного контроля, предусмотренные СНиП 3.03.01-87 (п. 2.61; пп. 4...8 табл. 6)).

При объемах суточной укладки 40...60 куб. м бетона в соответствии с этими правилами требуется организовать круглосуточные измерения в 30...40 контрольных точках забетонированных стен и перекрытий. На практике фактическое количество таких точек в большинстве случаев оказывается на порядок меньшим, что создает конфликтные ситуации во взаимоотношениях с контролирующими строительством организациями и приводит к существенному возрастанию затрат на проведение испытаний прочности бетона при сдаче готовых конструкций.



Обычные средства измерения (термометр в скважине, заполненной незамерзающей жидкостью) в скоростном строительстве нельзя считать достаточными и приемлемыми даже технически. Ведь число обязательных контрольных точек (или скважин) при 30...40 куб. м ежедневно бетонируемых тонкостенных конструкций находится в пределах от 30 до 50. В течение первых двух-трех суток их число достигает 70...90 из расчета по 2 скважины на каждой колонне и стене длиной 3...5 м, по одной скважине на 10 кв. м перекрытия и др. В современной дорогостоящей опалубке из ламинированной фанеры или алюминия выполнять многочисленные отверстия для термометров практически недопустимо. Кроме того, замеры должны производиться через 2 часа в первые сутки и не реже 6...2 раз в последующие трое суток. Поэтому данные

термометрического контроля, полученные традиционным для массивных бетонных конструкций путем, могут носить недостоверный характер, как по объему, так и по содержанию. А осуществление работ по их получению традиционными методами приводит к сверхнапряженному темпу труда термометристов, связанному с постоянными цейтнотами, и как следствие, к усталости, ошибкам и необязательности

персонала, выполняющего столь огромный объем работ по сбору измерительной информации зачастую в сверхнеблагоприятных условиях (дождь, снег, пыль, мороз, жара и т.п.).

Поэтому громадные усилия и затраты на проведение качественного мониторинга строительных конструкций с использованием традиционной приборной базы, а также зачастую недостоверная информация, собираемая в результате проведения этих работ, приводит к тому, что во многих строительных организациях не востребована главная функция температурного контроля - оперативная оценка состояния бетона по ходу тепловой обработки и выдерживания монолитной конструкции. Измерения температуры ведутся при этом обычно сами по себе и слабо влияют на выработку решений по управлению обогревом. Действительно, наивно полагать, что круглосуточное осуществление такого объема измерений и обработка результатов могут быть осуществлены дежурным электриком с помощью одного переносного термометра и листка бумаги.

Таким образом, основной причиной неблагополучного положения дел с температурным контролем на стройках является отсутствие современного удобного в эксплуатации приборного обеспечения. При этом главную проблему представляет задача практической реализации нужного объема измерений с должной оперативностью, надежностью и объективностью.

Наиболее эффективное практическое решение этой проблемы заключается в размещении неприхотливых регистраторов семейства iButton, и в первую очередь устройств ТЕРМОХРОН, не требующих прокладки каких-либо сигнальных и питающих кабелей, в контрольных точках монолитных конструкций на все время тепловой обработки и выдерживания либо непосредственно в бетоне, либо на опалубке. Т.е. установка регистраторов может происходить заблаговременно или после бетонирования. В ходе выдерживания бетонной конструкции термометрист оснащается специальным прибором-накопителем информационных копий памяти регистраторов. Например, приборами от НТЛ "ЭлИн": транспортером TCDL или считывателем данных iB-Flash, или индикатором TCI. Тогда он может с заданной периодичностью производить обход логов, расположенных в определенных техническим регламентом контрольных точек строительной конструкции, и выполнять считывание накопленных ими "температурных историй". Для осуществления такой операции ему достаточно коснуться корпуса устройства ТЕРМОХРОН специальным щупом или зондом прибора-накопителя, и вся информация, хранящаяся в памяти логгера, будет перемещена и сохранена во Flash-памяти прибора-накопителя.

После того как данные, накопленные всеми территориально рассредоточенными регистраторами, собраны и содержатся во Flash-памяти прибора-накопителя, они могут быть считаны в виде текстовых или кодовых файлов непосредственно в память стационарного компьютера с помощью специальной программы. Эта операция выполняется уже в офисе персоналом, обладающим более высокой квалификацией, чем термометрист. После считывания информации из Flash-памяти прибора-накопителя и его подготовки к новому обходу, он может быть снова передан термометристу для выполнения следующего задания по обслуживанию логов в контрольных точках строительного объекта. Оператор же производит обработку файлов с информационными копиями, считанными из Flash-памяти прибора-накопителя, и формирует отчеты об измерениях, выполненных каждым регистратором объекта, используя специальные макросы документирования информации, накопленной регистраторами ТЕРМОХРОН.

Преимущества приборного обеспечения, реализованного на базе технологии применения устройств ТЕРМОХРОН, складываются из свойств этих устройств, имеющих определяющее значение при выполнении работ по многоточечному температурному мониторингу, выполняемому в зачастую сверхнеблагоприятных условиях реальных строительных площадок:

- значительное увеличение производительности при замене датчиков и показывающих приборов на регистраторы, которые в автоматическом режиме производят запись температуры в собственную память, при этом обеспечивая длительный период регистрации;
- увеличение производительности за счет минимизации времени считывания информационной копии памяти любого регистратора ТЕРМОХРОН (~1...2 сек.), в том числе потому, что логгер постоянно закреплен на конструкции или в бетоне на все время температурного контроля, а для извлечения из его памяти накопленных результатов требуется только лишь кратковременное касание его корпуса щупом или зондом прибора обслуживания;
- полное исключение человеческого фактора, связанного с ошибками термометристов при считывании и записи показаний, поскольку все подобные действия берет на себя оборудование;
- простота обслуживания регистраторов, в том числе при их массовой эксплуатации, позволяет использовать для обхода и извлечения данных из памяти устройств ТЕРМОХРОН персонал, имеющий низкую квалификацию;
- наличие у прибора обслуживания специального щупа позволяет обеспечить безопасный подход к местам установки терморегистраторов даже при их размещении в узостях и на высотах, неприемлемых для человеческого роста без применения лестниц и подмостей;
- способность устройств ТЕРМОХРОН устойчиво работать на морозе, их малое энергопотребление, отсутствие в необходимости прокладки каких-либо проводов, высокую устойчивость к воздействию пыли, грязи, осадков, а также к ударным нагрузкам, наличие готовых средств их крепления к опалубке.



Таким образом, использование неприхотливых устройств ТЕРМОХРОН для мониторинга бетонных конструкций реально обеспечивает оптимальное управление прогревочными аппаратами в зависимости от изменения условий окружающей среды и требований согласно СНиП 3.03.01-87 при наборе прочности бетона. Все это значительно сокращает время технологического процесса изготовления бетонных строительных конструкций и позволяет существенно уменьшить расход электроэнергии за счет оптимального управления и достоверной инструментальной информации о качестве строительства



- 13.4 В разделе «Научные разработки» информационного портала **Научно-производственного объединения «ТАТХИМРЕАКТИВ»** (<http://www.tathr.ru/>), имеющего успешный опыт оснащения химических лабораторий и производств, опубликовано сообщение о создании **программируемого контрольно-измерительного комплекта (ПКИК)** (<http://www.tathr.ru/article/39/3/>).

Комплект предназначен для измерения температуры бетона при изготовлении несущих монолитных бетонных конструкций, возводимых при отрицательных температурах воздуха, с компьютерной обработкой полученных результатов измерений и выдачи отчетных документов. В состав ПКИК входят: персональный компьютер, адаптер, «Термохрон» DS1921, капсула для «Термохрон», программный продукт. В качестве измерителя температуры используется цифровой термометр типа DS1921 «Термохрон».

Полученные посредством ПКИК временные термографические данные позволяют анализировать динамические характеристики набора прочности бетоном для конкретного железобетонного изделия, что в свою очередь дает сокращение технологического цикла производства и достоверную инструментальную информацию о качестве изделия.

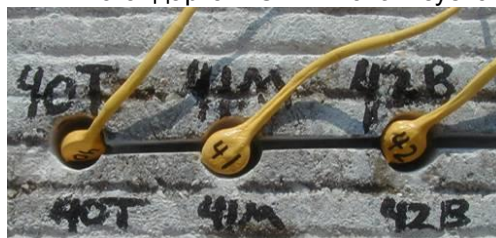
В развитие применимости ПКИК на базе «Термохрон» DS1921 возможна его модернизация с целью применения этого средства измерения в программно-техническом комплексе для управления прогревочными аппаратами в зависимости от изменения условий окружающей среды и требований согласно СНиП 3.03.01-87 при наборе прочности бетона, что позволит сократить время технологического процесса изготовления изделия и уменьшить расход электроэнергии за счет оптимального управления и достоверной инструментальной информации о качестве изделия.



- 13.5 Требования по осуществлению температурного мониторинга для обеспечения гарантированного качества возводимых строительных конструкций из бетона, в полной мере относятся также и к дорожному строительству, в том числе к любым работам, связанным с прокладкой новых современных автомобильных трасс, ремонтом дорожного полотна, возведением оснований и мостов, созданием взлетно-посадочных полос и т.п. Особое внимание использованию бетона в дорожном строительстве уделяется компаниями США, которые являются признанными мировыми лидерами в этой области. Действительно, 60% из более чем 76000 км автомагистралей США проложены с использованием бетона. Поэтому вопросу качественного возведения дорожных покрытий из бетона в США уделяется первостепенное внимание.



А поскольку функция "зрелости" бетона представляет собой математическое выражение обоюдного влияния температуры и времени на развитие прочности бетона, мониторинг твердеющего бетона сводится преимущественно к температурному контролю и нахождению эмпирических зависимостей "температура бетона — прочность бетона". Поэтому в строительных стандартах США используется эмпирический подход к вычислению показателя начальной прочности — "зрелости" (maturity) бетона с прогнозом этого свойства в позднем возрасте. Причем температурно-временной фактор зачастую рассматривается в качестве индикатора зрелости, вычисляемой по так называемой "температурной истории" бетона. В этой процедуре предлагается линейная зависимость скорости твердения (гидратации) от температуры. Несмотря на то, что упомянутый метод мониторинга не несет в себе строгой физико-химической основы для каждого вида цемента и бетона, не часто меняющихся на одной стройплощадке, можно построить обобщенные зависимости от температуры для принятия технологических решений, например, длительности прогрева и выдерживания конструкции в опалубке. Современная измерительная и компьютерная техника позволяет осуществлять мониторинг при



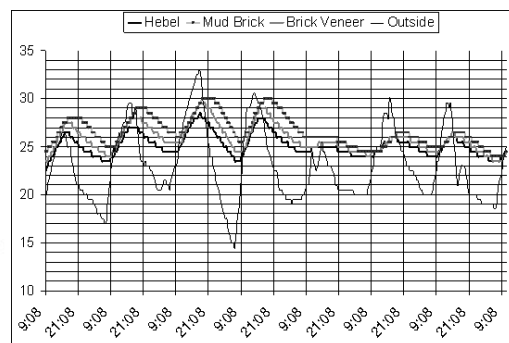
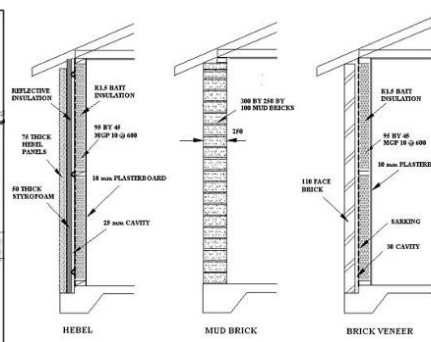
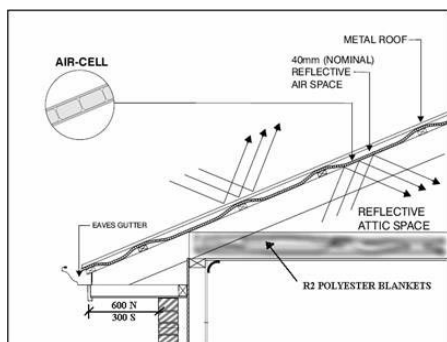
бетонировании самыми передовыми методами, без использования проводов и даже дистанционно через Интернет и GSM-сети. Причем очень кстати для решения подобных задач как раз беспроводными методами оказались “таблетки”-логгеры DS1921/DS1922/DS1923, которые теперь уже массово используются для целей мониторинга при строительстве и диагностике состояния дорожных покрытий в США.

Именно поэтому на корпоративном сайте производителя логгеров iButton корпорации Maxim Integrated Products имеется отдельная страничка с названием **“Thermochron Applications. Concrete/Asphalt Curing”** (<http://www.maxim-ic.com/products/ibutton/applications/index.cfm?Action=DD&id=27>), посвященная приложениям этих популярных изделий температурного и влажностного мониторинга при работе с бетоном. Это говорит о востребованности и популярности подобного применения регистраторов DS192#. Множество конкретных примеров, описаний реальных проектов и перечисление известнейших строительных фирм и организаций США, уже освоивших и широко применяющих подобную технологию мониторинга (таких, как Transtec Group, Texas Department of Transportation, University of Texas' Center for Transportation Research и других), наглядно демонстрирует широчайшее внедрение регистраторов iButton для мониторинга состояния бетонных конструкций и дорожных покрытий в США.



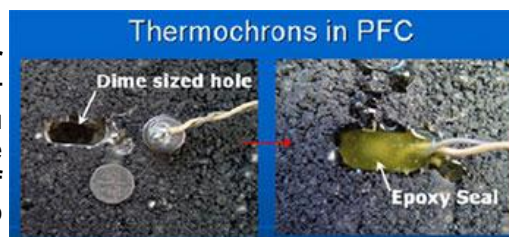
Кроме того, необходимость совершенствования устройств мониторинга для целей дорожного строительства привела к разработке нового приспособления, реализованного на базе устройств ТЕРМОХРОН – специализированной конструкции **Concrete Temperature Monitor** с корпоративным обозначением **DS9108** (см. сообщение №13.1). Это изделие было создано подразделением iButton компании Dallas Semiconductor концерна Maxim Integrated Products в тесном контакте со специалистами **University of Texas' Center for Transportation Research**, накопившими громадный опыт в применении устройств ТЕРМОХРОН для целей температурного мониторинга при строительстве автострад из бетона. Причем появление и подобной конструкции было обусловлено, прежде всего, огромным спросом на подобное оборудование на рынке строительных услуг США.

- 13.6  Сообщение **«Comparative Analysis of the Thermal Performance of Three Test Buildings»** ([http://www.dab.uts.edu.au/ebfr/research/comparative\\_analysis\\_of\\_thermal\\_performance.html](http://www.dab.uts.edu.au/ebfr/research/comparative_analysis_of_thermal_performance.html)), размещенное на сайте сиднейского технологического университета, раскрывает применение регистраторов DS1921G при проведении испытаний, связанных с определением тепловой эффективности зданий различной конструкции, находящихся в одинаковых условиях окружающей среды при примерно одинаковых условиях эксплуатации жилищ. Автором особо подчеркивается эффективность и простота использования этих недорогих автономных регистраторов при обследовании жилищ, с целью получение действительно объективной сравнительной картины изменения параметров микроклимата помещений. Именно технология ТЕРМОХРОН помогает достоверно и доказательно зафиксировать теплофизические свойства зданий различных конструкций, которые напрямую связаны с качеством систем отопления и вентиляции.



- 13.7  Важным примером преимуществ применения регистраторов iButton в дорожном строительстве является статья **«Black Ice Detection in Permeable Asphalt Pavements»** (<http://ftp.cc.utexas.edu/research/ctr/research/articles/blackice.html>), в которой подробно изложена технология обнаружения наледи в проницаемых асфальтовых покрытиях, что является значимым фактором при определении качества дорожных работ.

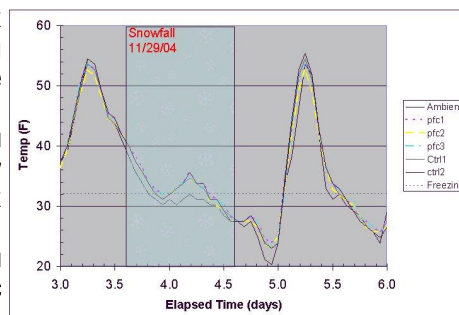
Университет Техасского Центра изучения перевозок (**The Center for Transportation Research**) был награжден призом за **Проект 0-4834** – двухлетнее исследование образования прозрачной наледи на проницаемых асфальтовых покрытиях, спонсируемое Техасским Департаментом Перевозок (**Texas Department of Transportation (TxDOT)**) (<http://www.txdot.gov/>). В рамках этого исследования, начавшегося в 2004 году, широко использовались изготавливаемые компанией Dallas Semiconductor устройства ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН.





Необходимость в проведении подобных исследований была обусловлена тем обстоятельством, что проницаемый или пористый асфальт имеет значительные преимущества перед обыкновенными асфальтовыми покрытиями, в первую очередь благодаря уменьшению разбрызгивания воды, лучшей видимости и существенному шумопоглощению. Однако такие покрытия имеют нехорошее свойство - т. н. «первый замораживается, последний оттаивает», когда используются в холодном климате. Проект 4834 ставил целью изучение данной проблемы.

В нескольких местах в северном Техасе на различных глубинах дорожного покрытия были размещены устройства ТЕРМОХРОН для обнаружения и регистрации процесса образования льда в структуре покрытия. Дополнительные устройства ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН записывали соответствующие показания температуры и относительной влажности окружающей среды. Данные за зиму первого года исследований были успешно собраны со всех устройств ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН, продолжающих работу, несмотря на то, что некоторые устройства ТЕРМОХРОН были расположены непосредственно на проезжей части в местах с высокой плотностью движения. Исследователи смогли описать начало образования, глубину распространения и продолжительность существования льда в структуре дорожного покрытия в проницаемых слоях и в непроницаемых слоях. Результаты, собранные регистраторами iButton совпали с данными, собранными Национальным Климатическим Центром, как показано на рисунке. В ближайшем будущем эти данные будут использоваться для предупреждения дорожных служб Техасского Департамента Перевозок посредством беспроводной передачи данных о начале образования фазы льда.



13.8



Экспериментально-строительная лаборатория ООО «Лабораторно-испытательный аттестационный центр «Качество» (<http://www.liac.ru/>), входящая в состав известного строительного холдинга ОАО «ТатСтрой», аккредитована, как независимая компетентная строительная лаборатория. Основным видом деятельности строительной лаборатории ЛИАЦ «КАЧЕСТВО» является обеспечение лабораторным контролем строительных объектов и испытание строительных материалов. Работа центра сертифицирована по системе менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Вот почему сообщение о внедрении ЛИАЦ «КАЧЕСТВО» новых способов контроля режима электропрогрева и набора прочности бетона с помощью устройств ТЕРМОХРОН в монолитных конструкциях с применением программируемого контрольно-измерительного комплекта (<http://www.expertiza-kazan.ru/tatfirms2/tatstroy/?id=23>), является столь важным. Ведь только тщательный лабораторный контроль над применяемыми материалами и правильностью ведения строительных работ является неотъемлемой частью всего технологического процесса при возведении зданий и сооружений - начиная от закладки фундамента до завершения отделочных работ. И только в этом случае можно гарантировать надежность и долговечность строящихся объектов. Безусловно, что достичь успеха при этом можно только используя передовые инструменты контроля и мониторинга, к которым с полным правом можно отнести термолоттеры ТЕРМОХРОН.

13.9



Успех инновационного строительного холдинга **Transtec Group** (<http://www.thetranstecgroup.com/>), одного из крупнейших в США, среди компаний, занимающихся бетонным строительством, связан, прежде всего, с научным подходом, в основе которого лежат эмпирические данные, полученные с помощью устройств ТЕРМОХРОН. Вся деятельность Transtec Group доказывает, что полномасштабный климатический мониторинг при производстве дорожного покрытия, тщательно фиксирующий процесс созревания бетона и асфальта является залогом безопасности эксплуатации и продолжительности эксплуатации скоростных автострад, известных под наименованием хайвэй, и взлетно-посадочных полос современных аэропортов.

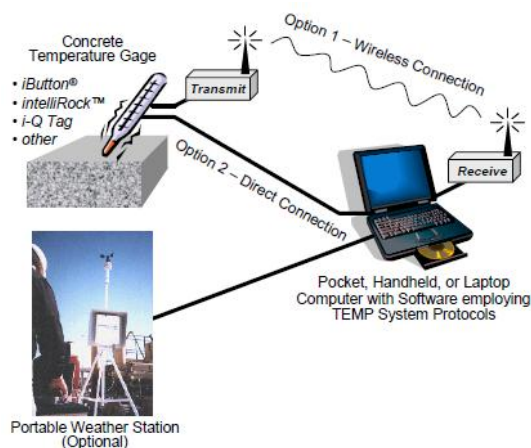
В последних исследованиях, спонсируемых **Innovative Pavement Research Foundation** (организация, занимающаяся исследованиями передовых технологий дорожных покрытий (<http://www.iprf.org/>)), компания **Transtec Group** установила устройства ТЕРМОХРОН в покрытие летного поля международного аэропорта Де-Мойн (Des Moines, США, Айова) с целью обеспечения мониторинга «температурной истории» свежего бетона в течение всего срока его созревания.

Эта температурная история, называемая «зрелостью», может быть использована для точной оценки прочности бетона. В результате такие объекты, как дорожные покрытия, стены зданий, мосты могут быть возведены быстрее. Ранее измерение зрелости бетона осуществлялось с помощью термодатчиков, требовавших их подключения к специальному блоку внешнего регистратора или «измерителя зрелости». Однако такие дорогостоящие измерители часто воруют. Также эти приборы часто повреждаются из-за погодных условий или производственных процессов. Кроме того, в случае обрыва термодатчиков проводов получение долговременных непрерывных данных температуры становится невозможным.



Для реализации этого проекта устройства ТЕРМОХРОН специально подготавливались к эксплуатации в жестких условиях, с целью обеспечения их защиты и возможности съема данных оптимальным способом. Сначала к обкладкам корпуса припаивались провода, а затем регистраторы покрывались несколькими слоями синтетического покрытия для обеспечения электрической изоляции. На свободный конец кабеля заделывался телефонный «джек» RJ-11, для подключения к адаптеру. После погружения таких логгеров в свежий бетон, они непрерывно функционировали без необходимости применения каких-либо внешних систем сбора данных. Все эти работы были замечены, в том числе производителем регистраторов iButton корпорацией **Maxim Integrated Products**, которая на страницах своего корпоративного сайта, посвященных применению уникальных устройств iButton, отвела разработкам компании Transtec Group достойное место (см. <http://www.maxim-ic.com/products/ibutton/solutions/company.cfm?ID=195> и <http://www.maxim-ic.com/products/ibutton/applications/index.cfm?Action=DD&id=27>).

А специальный документ «**An IPRF Research Report Innovative Pavement Research Foundation. Airport Concrete Pavement Technology Program. Report DOT/FAA-01-G-002-4 Strength Measurements Using Maturity for Portland Cement Concrete Pavement Construction at Airfields. Prepared by The Transtec Group, Inc. 1012 East 38. Street. Austin, Texas 78751. Programs Management Office 1010 Massachusetts Avenue, N.W. Suite 200. Washington, DC 20001. April 2003**» (<http://www.maturitycentral.com/default.shtml>) описывает работу специалистов Transtec Group над системой контроля температуры посадочной полосы аэродрома с использованием устройств ТЕРМОХРОН и технологии удаленного обслуживания 1-Wire-компонентов от известнейшего поставщика средств дистанционного мониторинга фирмы **Point Six** (<http://www.pointsix.com/>). Полный отчет об особенностях этого проекта приведен в разделе, расположенном в Интернете по адресу <http://www.iprf.org/products/IPRF-01-G-002-4.pdf>. В рамках проекта использовались радиочастотные трансиверы фирмы Point Six для связи с устройствами ТЕРМОХРОН на дистанции до 1 мили. Это позволило еще больше сократить продолжительность проводимых на стройплощадке работ по обслуживанию средств мониторинга.



**13.10** Коллективный член Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики, донецкое предприятие **ИНТРОН-СЭТ Лтд** (<http://www.intron-set.com.ua/cat-item-180.html>), организовало поставку на Украину известных комплексов **РТВ-1.0, РТВ-2.0, РТВ-3.0** производства **НПП Интерприбор** (<http://www.interpribor.ru/rtv.php>). Комплексы построены на базе серии регистраторов **РТВ** типа DS1921/DS1922/DS1923 и предназначены для регистрации тепловых процессов во времени, а также мониторинга температуры и относительной влажности с последующей обработкой информации на персональном компьютере (см. сообщения №2.14 и №8.9).

Регистраторы РТВ являются эффективной заменой применяемых в настоящее время громоздких и неудобных в эксплуатации самопишущих приборов. Большой набор функций и режимов работы делает РТВ чрезвычайно эффективными для регистрации и контроля температуры и влажности, прежде всего, в строительстве (в т.ч. в дорожном строительстве) и при производстве стройматериалов. Собственно именно поэтому компания НПП Интерприбор, специализирующаяся в сфере создания приборов неразрушающего контроля для строительной индустрии, разработала и поставляет комплексы РТВ.

Комплексы РТВ имеют следующие преимущества:

- Широкие возможности мониторинга температурно-влажностных режимов за счет миниатюрности, автономности, герметичности и виброустойчивости "таблеток"-регистраторов iButton.
- Большой объем памяти, встроенные литиевые элементы питания с большим сроком службы, широкие рабочие диапазоны температур окружающей среды -40°C...+85°C или 0°C...+120°C.
- Считывание информации с "таблеток" после снятия с объекта выполняется по двухпроводному интерфейсу на персональный компьютер, портативный Notebook или автономный прибор "Термоскоп-1".

Любой из комплексов РТВ включает в свой состав:

- Миниатюрные регистраторы РТВ серии DS1921, DS1922, DS1923.
- Прибор "Термоскоп-1".
- USB-адаптер связи компьютера с регистраторами.
- Магнитные контейнеры для крепления "таблеток"-регистраторов на металлических формах, деталях, конструкциях.



- Сервисную компьютерную программу, обеспечивающую обслуживание регистраторов.



Программа комплекса, управляющая работой регистраторов РТВ, запускается на компьютере с подключенным к нему USB-адаптером, и обеспечивает: запуск регистраторов на обработку сессии мониторинга, хранение, предварительный просмотр и распечатку накопленных данных, как в текстовом, так и в графическом виде, программирование всех параметров работы регистраторов.

Специальный прибор "Термоскоп-1" обеспечивает полнофункциональную работу с регистраторами РТВ в полевых условиях, а также перенос данных с многих регистраторов на компьютер для распечатки и архивации. При этом все зафиксированные отсчеты температуры и влажности сохраняются с привязкой к реальному времени с точностью до минуты.

Прибор "Термоскоп-1" реализует следующие основные функции:

- Дублирование основных функций сервисной компьютерной программы:
  - считывание информации с 400 регистраторов РТВ и её архивацию;
  - программирование работы регистраторов РТВ: времени запуска и останова, периода отсчетов, диапазона температур, и т.д.;
  - просмотр графиков измерения и гистограмм распределения температур и влажности непосредственно на жидкокристаллическом дисплее.
- Передача информации на персональный компьютер по последовательному интерфейсу.
- Обеспечивает удобное обслуживание регистраторов в производственных условиях

Следует отметить, что комплексы РТВ от **НПП Интерприбор** чрезвычайно популярны не только на Украине, но и в России, и множество интеграторов лабораторного и строительного оборудования предлагают их к поставке. Для того, чтобы узнать о фирмах, в которых можно приобрести эти комплексы достаточно в любом Интернет-поисковике набрать сочетание «Регистраторы РТВ» или «ТЕРМОСКОП-1».

13.11



Московский офис компании **Rainbow Technologies**

(<http://www.rtcs.ru/>), который является официальным представителем подразделения iButton компании **Dallas/Maxim Integrated Products**, сообщает о новом применении регистраторов DS1921 для мониторинга состояния бетонного раствора дорожных покрытий ([http://www.rtcs.ru/supplier\\_news\\_detail.asp?supplier=9&id=674](http://www.rtcs.ru/supplier_news_detail.asp?supplier=9&id=674)). Из сообщения следует что, компания **Transtec Group, Inc.** (<http://www.thetranstecgroup.com/>), предоставляющая полный спектр услуг в сфере создания дорожных покрытий и инновационных исследований в этой области (см. сообщение №13.9), сообщила о начале поставок специальной перспективной технологии для температурного мониторинга бетонного раствора, получившей собственное наименование **COMMAND Center™** (<http://www.maxim-ic.com/products/button/solutions/product.cfm?ID=447>). Технология реализована на основе применения микросхемы Thermochron iButton (производства компании Dallas/Maxim Integrated Products), которая позволяет следить за температурой и другими характеристиками бетонного раствора до его полной готовности. Снимать показания можно при помощи ноутбука или карманного персонального компьютера класса Pocket PC. Таким образом, пользователь может записывать, анализировать, получать температурные отчеты и сведения о готовности бетонного раствора. Расчет созревания производится при помощи специализированного программного обеспечения, входящего в комплект технологии **COMMAND Center™**. Технология является патентованным комплексным решением, включая: температурные логгеры iButton, PC, Pocket PC и программное обеспечение для них.



Наиболее замечательным в этом сообщении является то обстоятельство, что екатеринбургская компания **КАРАТ** (<http://www.carat-ndt.ru/>), которая теперь работает под именем **НПП «ИНТЕРПРИБОР»** (<http://www.interpribor.ru/>), использует регистраторы ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН в составе собственных миниатюрных регистрирующих комплексов **РТВ** для этих же целей уже на протяжении 3...4 лет (см. сообщения №2.14, №8.9 и №13.10).

13.12



Еще один инновационный проект дорожного строительства, проводимый при участии ученых и инженеров Университета Техасского Центра изучения перевозок (**University of Texas' Center for Transportation Research**) (см. сообщение №13.7) основан на внедрении систем мониторинга, реализованных на базе регистраторов iButton (<http://www.utexas.edu/research/ctr/research/highlights/1700awd.html>). Он связан с контролем качества бетонных покрытий. Речь идет о проекте 1700, который продолжался в течение 5 лет, и стоил несколько миллионов долларов. Причем финансирование проводилось также **Техасским Департаментом Перевозок (Texas Department of Transportation, TxDOT)** (<http://www.txdot.gov/>) с целью улучшить качество бетонных дорожных покрытий в США. В рамках этого исследования, начавшегося еще в 1999 году, широко использовались изготавливаемые Dallas Semiconductor Corp. устройства ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН. TxDOT профинансировал выполнение работы (5-1700-3), которая в настоящий момент оформляется, как спецификация по использованию устройств ТЕРМОХРОН при изготовлении дорожных покрытий в условиях жаркого климата.

Инженерам давно известны нежелательные эффекты воздействия высокой температуры и чрезмерной влажности на процесс созревания бетона, но они не могли осуществлять мониторинг этих параметров

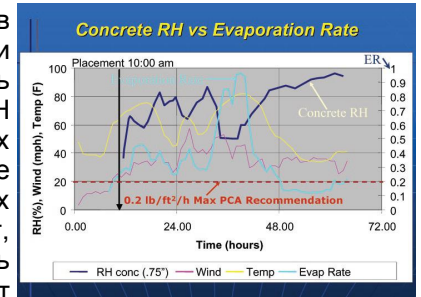


приемлемым способом. Логгеры ТЕРМОХРОН (регистрирующий температуру) и ГИГРОХРОН (регистрирующий относительную влажность) предоставляют выгодный по цене способ детального мониторинга дорожного покрытия в процессе его изготовления, потенциально помогая сэкономить миллионы долларов, а также заслужить хорошее отношение со стороны населения, пользующегося этими дорогами.

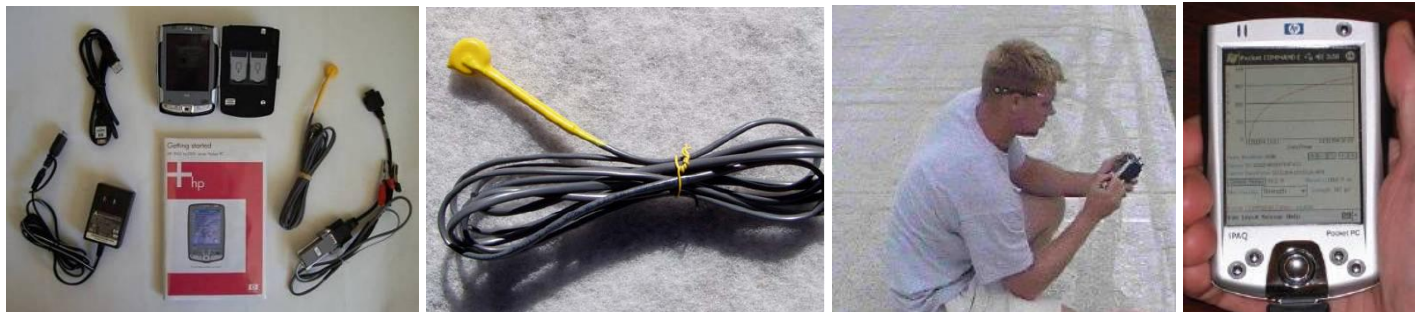


В процессе реализации проекта был разработан специализированный зонд, смонтированный из нескольких устройств ТЕРМОХРОН. Он предназначен для установки непосредственно в толщу «свежего» дорожного покрытия, с целью мониторинга температуры на разных глубинах. Именно этот зонд стал прототипом специализированной конструкции **Concrete Temperature Monitor** с корпоративным обозначением **DS9108**, выпускаемой теперь концерном **Maxim Integrated Products** (см. сообщение №13.1).

Кроме того, с помощью вмонтированных в дорожное полотно устройств ГИГРОХРОН исследователям удалось показать, что при изготовлении дорожного покрытия в Эль Пасо (El Paso) влажность бетона опустилась до угрожающе низкого уровня. Дополнительно устройства ТЕРМОХРОН применялись для измерения минимальных температур на различных глубинах в дорожном покрытии в течение трех зим. Эти данные показывают, что температуры на средних глубинах в дорожных покрытиях большой толщины не такие низкие, как ожидалось ранее, а это означает, что первоначальные характеристики покрытия могут быть оптимизированы в зависимости от региона. Такой подход позволит существенно сэкономить средства в ходе дорожного строительства. За свою работу в этой области исследователи, занятые в проекте 1700, получили приз за лучшую инновацию TxDOT Top Innovation Award (<http://www.svrenq.com/TxDOT%20Innovation%20Award.pdf>).



- 13.13  **THE TRANSTEC GROUP** Известнейшая в США компания **Transtec Group, Inc.** (<http://www.thetranstecgroup.com/>), специализирующаяся на разработке и внедрении эффективных методов строительства дорожных покрытий (см. сообщение №13.9), и создавшая передовую технологию мониторинга температуры созревания бетона **COMMAND Center™**, построенную на базе устройств ТЕРМОХРОН (см. сообщение №13.11), открыла специализированный Интернет-сайт <http://www.maturitycentral.com/>. Этот ресурс специально посвящен исключительно особенностям технологии **COMMAND Center™ (Concrete Materials Management Device)**. На сайте подробно разъяснены преимущества контроля качества созревания бетона, реализуемые, посредством мобильных регистраторов, а также представлены теоретические выкладки, лежащие в основе предлагаемой технологии мониторинга. Подробно описаны правила, которым должен следовать пользователь для получения достоверных результатов температурного контроля, и перечислены способы их интерпретации по отношению к ревизуемой бетонной конструкции. На сайте имеется Интернет-магазин, в котором предлагаются все необходимые элементы, аксессуары и средства поддержки для внедрения технологии. Также доступны стартовые наборы аппаратуры и программного обеспечения, содержащие все необходимые элементы и инструкции, позволяющие немедленно приступить к процедуре многоточечного мониторинга качества дорожных покрытий, в том числе сами регистраторы ТЕРМОХРОН, упакованные в пластиковые чехлы и имеющие удлиняющие провода для дистанционного чтения накопленных результатов, и персональные карманные компьютеры типа Pocket PC. Доступна услуга по обучению технологии, в том числе с выездом специалиста. Многочисленные документы по применению и отчеты по регистрации наглядно подтверждают достоинства предлагаемой технологии в строительстве.



- 13.14  Опубликованная в профильном журнале **JOURNAL of the TRANSPORTATION RESEARCH FORUM**, который является официальным печатным изданием организации **Transportation Research Forum (TRF)**, созданной для обмена мнениями среди специалистов-практиков, ученых и чиновников в отношении всех аспектов логистики и для внутренних и международных проблем транспорта, опубликована статья «**Multi-Measure Quality Analysis of Weather Forecasts Used for Winter Highway Maintenance Purposes**»

(<http://www.trforum.org/journal/downloads/2005v44n3.pdf?PHPSESSID=9f9fb2e703551126ad6c7a594a6204af>).

Она посвящена вопросам влияния на дорожную инфраструктуру погодных условий и внешних метеорологических факторов, и зависимости этого влияния от качества работ, выполненных подрядчиком при создании дорожных покрытий, а также выработке рекомендаций строительным организациям, создающим инфраструктуру дорог, по результатам эксплуатации уже имеющейся дорожной инфраструктуры. При этом отмечено, что одним из наиболее важных параметров, влияющих на качество состояния дорожного полотна, является перепад температур окружающей среды. Для формирования, объективно подтвержденных претензий и последующих обоснованных требований к строительным организациям, выполняющим строительство дорог, наиболее действенным методом является продолжительный мониторинг, скрупулезно фиксирующий амплитуды температурных колебаний, частоту их появления, их продолжительность, скорость изменения температуры и т.д. Для проведения длительных экспериментов по мониторингу температуры наиболее оптимальны полностью защищенные от внешних воздействий устройства Thermochron от компании Dallas Semiconductor, которые позволяют непрерывно выполнять регистрацию температуры дорожных покрытий без их замены на протяжении 10 лет.



- 13.15** Стартовавшая в 2005 году всеобъемлющая 10-летняя государственная программа исследований и инноваций для целей дорожного строительства в США **CP Road Map (CP дорожная карта)** (<http://www.cproadmap.org/>), бюджет которой составляет примерно 250 млн. \$, вкладываемых с целью проведения конкретных целевых изысканий в области совершенствования технологии и индустрии дорожного и тротуарного строительства с использованием бетона, взяла на вооружение опыт неразрушающего контроля температуры и относительной влажности с использованием устройств ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН, накопленный **Техасским Центром изучения перевозок (University of Texas' Center for Transportation Research)** в рамках реализации проектов, спонсируемых **Техасским Департаментом Перевозок (Texas Department of Transportation (TxDOT))** (<http://www.txdot.gov/>) (см. сообщения №13.7 и №13.12). Подробнее об этом см. документы <http://www.cproadmap.org/publications/track3NDframing.pdf> и [http://www.cproadmap.org/publications/TOPR2\\_report\\_RoadMap.final.pdf](http://www.cproadmap.org/publications/TOPR2_report_RoadMap.final.pdf).



- 13.16**  Дорожные покрытия постоянно подвергаются усиленному износу, что представляет существенный фактор затрат для организаций, занимающихся дорожным строительством. Поэтому интенсивное, глубокое изучение различных строительных материалов, используемых для улучшения эксплуатационных качеств и увеличения долговечности дорожных покрытий, является чрезвычайно важным, особенно для государственных административных органов, а также для дорожно-строительных организаций, производителей строительных материалов и исследовательских учреждений. В США регулированием таких исследований занимается **Федеральное управление шоссейных дорог (Federal Highway Administration, FHWA)** (<http://www.fhwa.dot.gov/>) государственного **Департамента транспорта**, поскольку именно это агентство несёт непосредственную ответственность за состояние дорог в стране. Именно поэтому сотрудниками FHWA постоянно отслеживается ситуация, связанная с состоянием существующих автострад и со сдачей в эксплуатацию новых скоростных автомобильных дорог. При этом особое внимание уделяется качеству дорожного полотна. Для мониторинга его состояния применяются самые различные методы и технологии, позволяющие контролировать такие важные параметры, как уровни вибраций, влажность грунта под дорожным покрытием, погодные условия, трафик транспорта, передвигающегося по дороге, и т.д. (<http://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/hccp/hccp09.cfm>). Для контроля температуры в толще дорожного покрытия FHWA активно использует устройства ТЕРМОХРОН (<http://www.fhwa.dot.gov/pavement/pccp/pubs/06004/06004.pdf>). Хорошим примером подобного подхода к полномасштабному мониторингу состояния дорожных покрытий является проект тотального контроля состояния участка SR-60 автостраты I-65, расположенной в округе Кларк штата Индиана (INDIANA Clark County), где для долгосрочного мониторинга температуры температурного профиля дорожного покрытия задействовано более 75 регистраторов ТЕРМОХРОН. Причем интересно, что в настоящее время срок непрерывной эксплуатации этих логгеров приближается уже к 3 годам.

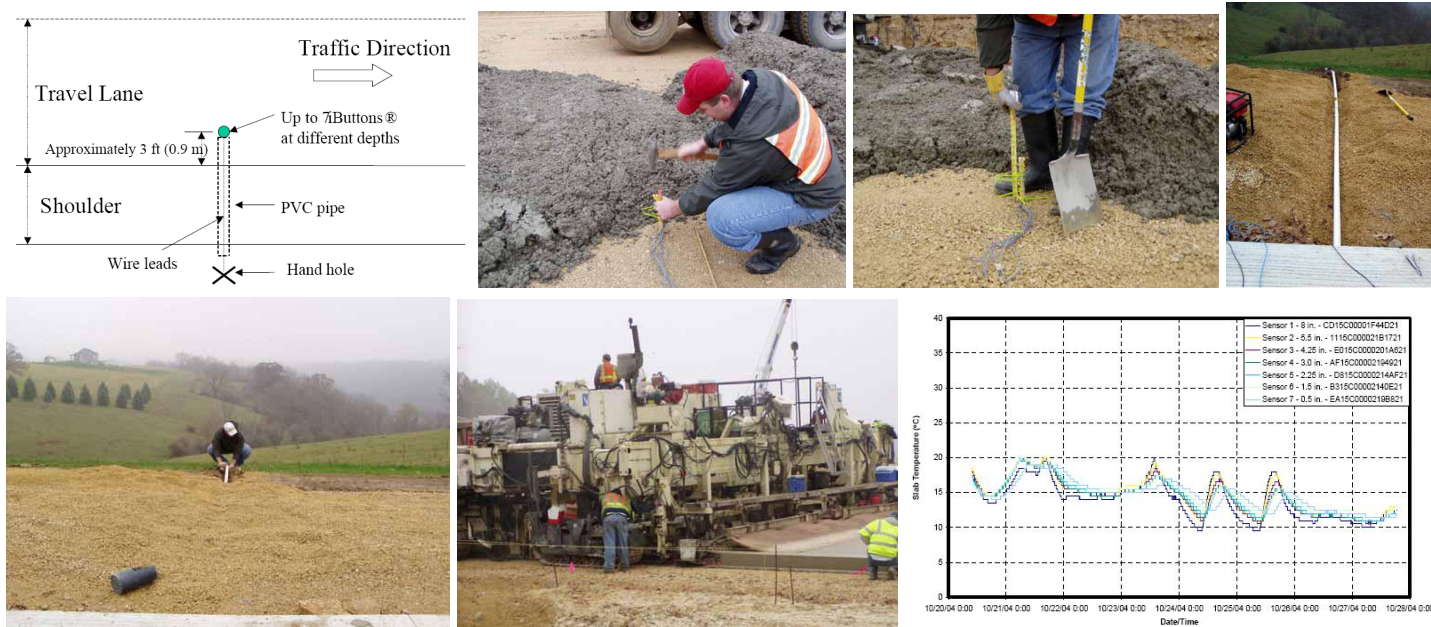


Кроме того, FHWA активно продвигает решения холдинга **Transtec Group** (<http://www.thetranstecgroup.com/>), связанные с дистанционным контролем состояния бетонных сооружений, и в первую очередь дорожного полотна и состояния мостов, с использованием устройств ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН, совместно со средствами, обеспечивающими передачу накопленных данных по радиоканалу (см. сообщение №13.9). Подобные системы получили собственное наименование **Total Environmental Management for Paving (TEMP)** (<http://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/cptu103.cfm>). Они позволяют FHWA выполнять достоверную оценку прочности бетона вводимых в эксплуатацию автострат. В настоящее время агентство располагает десятком подобных комплексов, которые по необходимости перебрасываются на наиболее важные участки строящихся федеральных трасс. Системы TEMP также



являются важнейшим элементом специальной технологической программы **Concrete Pavement Technology Program (CPTP)**, активно продвигаемой FHWA с 1996 года по настоящее время ([http://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/ctupdate\\_090204.pdf](http://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/ctupdate_090204.pdf)).

- 13.17**  **Национальный технический центр бетонных покрытий (Национальный технический центр CP)** при Университете штата Айова (**National Concrete Pavement Technology Center**) (<http://www.cptechcenter.org/>), который является инновационной организацией по исследованию любых сооружений с использованием бетона, в первую очередь в дорожном строительстве, и играет важную роль в разработке и в содействии продвижению стратегического плана США по улучшению качества состояния автострад, опубликовал заключительный доклад «**Ceylan, H.; Turner, D. J.; Rasmussen, R. O.; Chang, G. K.; Grove, J.; Kim, S.; Reddy, C. S., (2005). "Impact of curling, warping, and other early-age behavior on concrete pavement smoothness: Early, frequent, and detailed (EFD) study", Phase I Final Report, Project No. FHWA DTFH61-01-X-00042 (Project 16), Center for Transportation Research and Education**» по проекту 16 ([http://www.intrans.iastate.edu/reports/curling\\_warping.pdf](http://www.intrans.iastate.edu/reports/curling_warping.pdf)), спонсируемому **Федеральным управлением шоссейных дорог (Federal Highway Administration, FHWA)** (<http://www.fhwa.dot.gov/>). Цель этого проекта состояла в получении подробной информации о факторах, влияющих на состояние бетонных дорожных покрытий при критических климатических и нагрузочных воздействиях на них, возникающих сразу после ввода автострад в эксплуатацию. В рамках проекта проводились многочисленные исследования влияния градиента температуры на дорожные бетонные покрытия (<http://www.intrans.iastate.edu/pubs/midcon2005/TuranJointed.pdf>). Такие исследования крайне важны, поскольку большой градиент температур вдоль дорожного полотна приводит к его искривлениям, деформациям и даже разрушению. В рамках подобных работ проводилось множество тестов, в которых мониторинг температуры выполнялся посредством устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921G. При этом логгеры закладывались на различных глубинах, объективно контролируя температурный профиль на протяжении периодов от нескольких суток, до нескольких кварталов. В некоторых случаях для установки устройств ТЕРМОХРОН использовались специальные приспособления, выполненные в виде трубок, точно фиксирующих положение регистраторов от краев полотна и от поверхности грунта, даже при закладке бетона мощным автоукладчиком. Использование специальных выводных проводников, припаянных к обкладкам «таблеток», позволяло выполнять периодический съем данных, накопленных в памяти тестовых логгеров, без разрушения экспериментального участка тестируемого дорожного покрытия, на котором параллельно производилось также множество иных экспериментов, необходимых для понимания устойчивости полотна к другим внешним воздействиям.



- 13.18**  **Строительный журнал Pavement preservation journal**, который является официальным вестником известной в США организации **NCP - The National Center for Pavement Preservation** при Мичиганском университете (<http://www.pavementpreservation.org/>), объединяющей большинство государственных и коммерческих структур, связанных с дорожным строительством и содержанием инфраструктуры дорог, в специальной статье, посвященной традиционной **Международной школьной олимпиаде I-SWEEEP**, завершившейся в Хьюстоне (штат Техас, США), перечисляет участников, отличившихся и ставших лауреатами по направлениям, связанным с различными аспектами дорожного строительства (<http://www.expresswaysonline.com/pdf/PVT%20PRES%20JRN%20FALL%2008%20FINAL.pdf>). Именно это направление в номинации «Инженерия» олимпиады I-SWEEEP спонсировалось организацией NCP. При этом особо отмечено получение специальной премии Serghei Cabaniuc, за спонсируемый Техасским





Департаментом Перевозок (**Texas Department of Transportation (TxDOT)**) проект, посвященный созданию автоматизированной системы, предупреждающей об обледенении мостов и ледообразовании на дорожном полотне (см. выше сообщение №13.7). Основой предлагаемой системы являются устройства ТЕРМОХРОН. Использование такой системы в значительной степени решает проблему обеспечения безопасности эксплуатации дорожной инфраструктуры.

- 13.19**  Известная своими инновациями в области внедрения регистраторов iButton во все сферы производственной деятельности португальская компания **Eclo** (<http://www.eclo.pt>) считает одним из наиболее перспективных направлений применения этих уникальных защищенных логгеров мониторинг температуры при возведении монолитных бетонных строительных конструкций (см. выше сообщение №13.2). Важнейшим направлением повышения качества строительства при этом является мониторинг созревания бетона. Теперь на сайте компании открыт специальный раздел **CONCRETE MATURITY MONITORING** (<http://www.eclo.pt/eclo2/ConcreteMaturity/tabid/1084/language/en-US/Default.aspx>). Он целиком посвящен технологии осуществления операций по отслеживанию созревания бетона с использованием логгеров iButton, а также доказательству перспектив этого метода прогнозирования прочности бетонных конструкций. Раздел содержит обширный информационный материал, посвященный теории получения качественной бетонной смеси и зависимости её прочности от температуры и времени выдерживания. Также в разделе подробно разъясняются цели и методы осуществления мониторинга созревания бетона, основываясь на “температурных историях”, зафиксированных множеством устройств ТЕРМОХРОН, размещенных в определенных контрольных точках строительных конструкций. Обсуждаются правила выбора контрольных точек, вопросы задания оптимальной скорости регистрации данных логгерами, требования, накладываемые при сопоставлении и анализе накопленных результатов и т.д. В качестве одного из наиболее перспективных инструментов для осуществления мониторинга температуры бетонных конструкций специалистами Eclo предлагается специальная конструкция CTS100. Она очень похожа на устройство **DS9108** от компании Dallas Semiconductor (см. выше сообщение №13.1), также состоит из трех устройств ТЕРМОХРОН, и выполняет сходные функции. Это еще раз доказывает популярность подобного приспособления для отслеживания температура в толще бетона. Все вопросы предлагаемой фирмой Eclo технологии мониторинга прочности бетона подробно изложены в специальном документе доступ к которому возможен через Интернет по адресу [http://www.eclo.pt/eclo2/Portals/0/files/Apre-ExpressThermo-beta0-\(pt\).pdf](http://www.eclo.pt/eclo2/Portals/0/files/Apre-ExpressThermo-beta0-(pt).pdf).



- 13.20**  Курсовая работа студентки 5-го курса кафедры ПМ и ВТ Самарского Архитектурно-строительного Университета Барбашовой А.Г. по теме «Информационная система управления процессом пропаривания железобетонных изделий» содержит в качестве прототипа создаваемой системы пример тепло-влажностной обработки железобетонных изделий в пропарочных камерах осуществляемой Краснодарским домостроительным комбинатом (ЗАО СКФ "ДСК" г. Краснодар) ([http://alinab.boom.ru/9\\_rab.htm](http://alinab.boom.ru/9_rab.htm)). Этот пример заимствован с сайта компании НТЛ “ЭлИн” (<http://www.elin.ru/Application/?topic=dsk>). Он описывает практически закрепленный подход, при котором для контроля качества пропарки с целью отбраковки негодных железобетонных изделий используются показания устройства ТЕРМОХРОН. Это позволяет обеспечить контроль точности соблюдения температурного режима сразу в нескольких наиболее характерных точках изделия. При этом, может быть фиксирована информация о температурном поле, в котором находилось обрабатываемое изделие. Особо отмечено, что технология ТЕРМОХРОН в целом на отлично зарекомендовала себя при ее применении на краснодарском ДСК. Безусловно, DS1921 очень удобны в эксплуатации: не нуждаются в соединительных проводах, неприхотливы, не боятся жестких условий производства, имеют маленькие размеры и могут при относительно невысокой цене работать синхронно друг с другом, точно регистрируя окружающую температуру.



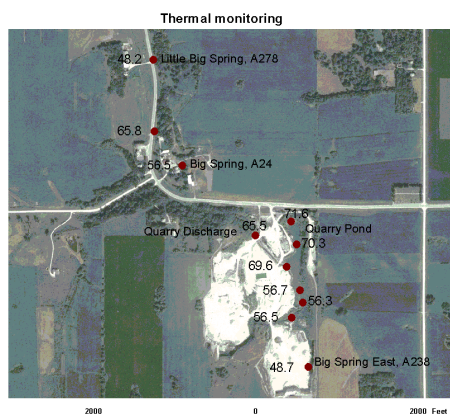
- 13.21**  Многочисленные работы специалистов продвинутой японской корпорации **TECH-JAM INTERNATIONAL INC.** (см. сообщение №4.7), связанные с применением устройств ТЕРМОХРОН под маркой **NETdeCHECK** в самых разнообразных направлениях известны уже на протяжении нескольких лет ([http://www.netdecheck.com/sensing\\_solutions/temp/netdecheck/](http://www.netdecheck.com/sensing_solutions/temp/netdecheck/)). Причем год от года число таких направлений эффективного использования логгеров iButton в промышленности, науке и даже культуре (мониторинг среды в музеях) только расширяется в рамках специального раздела «Коллекция применений **NETdeCHECK**». Недавно в этом разделе был опубликован еще один наглядный пример приложения регистраторов DS1921 применительно к строительной отрасли (<http://www.tech-jam.com/temp/sp/netdecheck/konkuri/>). Он посвящен вопросам непрерывного контроля внутренней температуры бетона, используемого для различных строительных конструкций, во время процесса его отверждения. В ходе таких испытаний тестовые



образцы, сформированные полностью идентично реальным строительным конструкциям, но имеющие в своем составе встроенные устройства ТЕРМОХРОН, проходят полномасштабные испытания, имитирующие все операции, связанные с формированием бетонного изделия, схватыванием составляющего их бетона, выдерживанием (созреванием). В заключении готовые изделия испытываются на специальных стендах, имитирующих различные виды нагрузок на строительные конструкции. Именно такой метод позволяет выработать оптимальные технологии температурного воздействия на создаваемые элементы будущих бетонных сооружений.

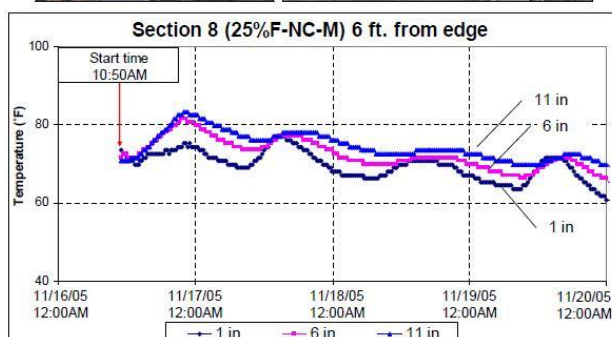
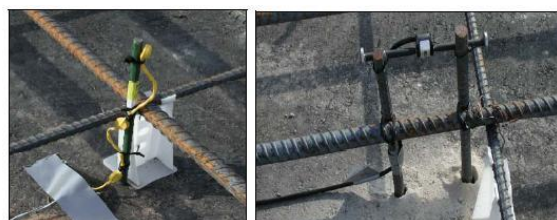


- 13.22  Доклад “Hydraulic Impacts of Quarries and Gravel Pits. (Executive Summary)” ([http://files.dnr.state.mn.us/publications/waters/Quarries\\_Impacts\\_Executive\\_Summary\\_Acknowledgements.pdf](http://files.dnr.state.mn.us/publications/waters/Quarries_Impacts_Executive_Summary_Acknowledgements.pdf)), подготовленный учеными университета Миннесоты, совместно с инженерами ведущих строительных фирм и муниципальными специалистами из органов департамента окружающей среды и природных ресурсов этого штата, посвящен результатам исследовательского проекта, связанного с изучением влияния выработок и изъятия сыпучих строительных материалов (щебня, песка, гравия, известняка и т.д.) из многочисленных карьеров штата на общее состояние окружающей среды и, в первую очередь, на состояния подземных грунтовых вод.



Для исследования такого влияния проводился долгосрочный мониторинг самых различных параметров водяных потоков, связанных с изменением гидрологической системы окружающей карьеры местности. При этом одним из важнейших параметров подземных вод является температура водной среды и подпочвенного слоя. В докладе отмечается, что получить действительно достоверные данные о температуре грунтов карьеров и температуре стоковых и подпочвенных вод, которые, в конечном счете, оказали решающее значение на выводы подготовленного доклада, удалось только с помощью устройств ТЕРМОХРОН. Причём эти данные, полученные от нескольких сотен логгеров iButton, преобразовали неопределенный материал, ставший основой построения всеобъемлющей гидрологической модели для всего штата Миннесота.

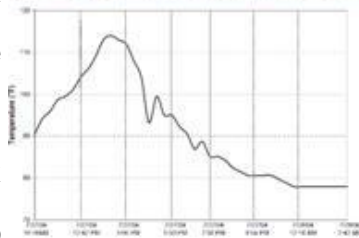
- 13.23  Всеобъемлющий анализ эмпирических данных, накопленных посредством самых различных инструментальных методов, выполненный сотрудниками одной из авторитетнейших организаций **Texas Transportation Institute (TTI)** (<http://tti.tamu.edu/>), результаты которого изложены в особом материале «**BEST PRACTICES FOR THE USE OF SILICEOUS RIVER GRAVEL IN CONCRETE PAVING**» (<http://tti.tamu.edu/documents/0-4826-1.pdf>), посвященном изучению факторов, вносящих основной вклад в изменение параметра *Fracture toughness* или, по-другому в *устойчивость к растрескиванию* бетонных дорожных покрытий, основан, в том числе, на данных, полученных с применением регистраторов iButton. Именно благодаря использованию этих неприхотливых миниатюрных температурных логгеров оказалось возможным собрать обширный статистический материал, который лег в основу столь всеобъемлющего исследования, позволяющего сформулировать действительно обоснованные приемы и правила выполнения предварительной диагностики текущего состояния дорожных покрытий, изготовленных из бетона. Причем последующее состояние шоссе напрямую зависело от особенностей температурного профиля, фиксируемого в толще бетонного покрытия логгерами iButton с момента залива бетонной смеси





и до момента его созревания. Чем более пологой и кризисотсутствующей была «температурная история», вызревания (застывания) бетона, тем более устойчивым будет материал дорожного полотна к условиям эксплуатации, включая и силовые воздействия, и перепады температур окружающей среды

- 13.24**  Диссертация на получение ученой степени магистра строительных наук и технологий Joseph Donald Bailey, подготовленная в **Auburn University**, являющимся государственным университетом, расположенным в штате Алабама, под названием **«AN EVALUATION OF THE USE OF SELF-CONSOLIDATING CONCRETE (SCC) FOR DRILLED SHAFT APPLICATIONS»** ([http://etd.auburn.edu/etd/bitstream/handle/10415/1278/BAILEY\\_JOSEPH\\_24.pdf?sequence=1](http://etd.auburn.edu/etd/bitstream/handle/10415/1278/BAILEY_JOSEPH_24.pdf?sequence=1)) посвящена вопросам увеличения текучести бетонных смесей. Эта характеристика бетона напрямую зависит от температуры среды, окружающей этот специфический строительный материал в различные периоды его «жизни»: состояние исходного сырья, изготовление, предварительное хранение, транспортировка, рабочее использование. Поэтому для получения объективных информационных данных, необходимых для обоснованных выводов, точно характеризующих состояние бетонной смеси на разных этапах её производства, транспортировки и непосредственно использования, нужен действительно подлинный статистический материал. Автором показано, что подобный материал может быть получен только посредством неприхотливых температурных регистраторов iButton, ставших сегодня в строительной отрасли США неотъемлемым эффективным инструментом мониторинга температуры при решении самых различных задач, таких как: тестирование состояния бетонных смесей, контроль динамики их созревания, ревизия критических перепадов температур различных бетонных конструкций и т.д.. Еще большие возможности для объективного контроля состояния материалов строительных конструкций предоставляют появившиеся совсем недавно логгеры iButton с функцией контроля относительной влажности и температуры, которые более эффективны для действительной оценки качества бетонных смесей и исходных продуктов их получения.



- 13.25**  Доклад ведущих специалистов ООО НПО «Фундаментстройаркос» из г. Тюмень Пить В.И. и Феклистова В.Н. под названием **«ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОБЪЕКТАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТОВ»** ([http://www.ikz.ru/biblioteka/materialy-konferencii/folder.2009-11-19.2752593878/130-176.pdf/at\\_download/file](http://www.ikz.ru/biblioteka/materialy-konferencii/folder.2009-11-19.2752593878/130-176.pdf/at_download/file)) на **Международной конференции "Криогенные ресурсы полярных и горных регионов. Состояние и перспективы инженерного мерзлотоведения"** раскрывает перспективы использования регистраторов DS1922L-F5 для долгосрочного мониторинга температуры строительных конструкций, возводимых на вечной мерзлоте.

Специализированная организация «Фундаментстройаркос» (<http://www.npo-fsa.ru/index.php>) выполняет проектирование и строительство оснований и фундаментов в районах распространения вечномёрзлых грунтов с применением сезоннодействующих систем термостабилизации грунта, а также осуществляет производство полного комплекса работ по устройству буроналивных свай и подфундаментной инъекции при новом строительстве и в процессе усиления фундаментов. Поэтому упомянутая статья посвящена именно вопросам наиболее эффективных способов укрепления грунтов в районах вечной мерзлоты посредством их термостабилизации. Устройства позволяющие выполнить эти функции производит НПО «Фундаментстройаркос». При этом наиболее важным является вопрос мониторинга состояния возводимых объектов и осуществление за ними полного эксплуатационного контроля. ООО НПО «Фундаментстройаркос» неуклонно развивает политику обязательного термоконтроля с применением современных методов и оборудования при термостабилизации грунтов. Поэтому в статье дан анализ реально доступных сегодня эффективных инструментов инженерно-геокриологического мониторинга, позволяющих осуществить сбор достоверных данных по температурному и деформационному состоянию грунтов оснований, работоспособности охлаждающих грунты устройств, обеспечивающих несущую



способность, устойчивость и долговечность фундаментов и надземных конструкций, фиксацию погодных условий.

При этом особо подчеркнуто, что мониторинг вечномерзлых грунтовых оснований сооружений - неотъемлемая часть их правильной эксплуатации в условиях вечной мерзлоты. При оттаивании вследствие антропогенного воздействия и неправильной эксплуатации, грунты теряют свою несущую способность, что приводит к деформациям и разрушениям зданий и сооружений, а это может иметь катастрофические последствия. Задача специалистов НПО «Фундаментстройаркос» – в процессе мониторинга оценить и спрогнозировать температурное состояние наблюдаемого грунтового основания и дать заключение о работоспособности используемых охлаждающих устройств. Измерения температуры грунтов выполняют в заранее подготовленных и выстоянных скважинах переносными или стационарными термоизмерительными комплектами, представляющими собой гирлянды электрических датчиков температуры с соответствующей измерительной аппаратурой. Расположение термоскважин зависит от сооружения, за которым ведется наблюдение. Термоскважины могут быть вертикальными (например, вдоль опор нефтепровода), наклонными (например, вдоль железнодорожного полотна), горизонтальными (например, под днищами нефтяных резервуаров). Комплект для измерения температуры грунтов в скважинах представляет собой гирлянду (сборку) электрических датчиков температуры (так называемые – «термокосы»), расположенных в соответствии с глубиной точек измерения. Для измерения температур в настоящее время применяют 2 типа датчиков: аналоговые и цифровые. В первом случае – это термометры сопротивления, термисторы, термопары, во втором случае – устройства ТЕРМОХРОН и чувствительные элементы DS18B20.

Начиная с 2008 года НПО «Фундаментстройаркос» использует для осуществления термоконтроля регистраторы Thermochron iButton™, с корпоративным обозначением DS1922, которые являются уникальными устройствами мониторинга, и позволяют фиксировать температурные значения, измеренные через определенные, заранее заданные, промежутки времени и сохранять полученную информацию в собственной энергонезависимой памяти. Собранная из устройств ТЕРМОХРОН, заранее запрограммированная на временную регистрацию температуры, термогирлянда может находиться месяцами в термоскважине. Снятие показаний с устройств ТЕРМОХРОН за прошедшее время можно осуществить в любое удобное время.

Особо отмечено, что устройства ТЕРМОХРОН хорошо зарекомендовали себя на полигоне НПО «Фундаментстройаркос», и в перспективе они широко будут применяться на объектах мониторинга этой компании.

- 13.26** Национальная ассоциация поставщиков бетона **Ready Mixed Concrete Association (NRMCA)** (<http://www.nrmca.org/>), которая является ведущим исследователем и пропагандистом новых методов, технологий и материалов в строительном секторе промышленности США, опубликовала документ «**NEW TECHNOLOGY-BASED APPROACH TO ADVANCE HIGHER VOLUME FLY ASH CONCRETE WITH ACCEPTABLE PERFORMANCE**» (см. <http://www.wri.nrcce.wvu.edu/programs/CBRC/reports/05-CBRC-M20-FINAL.pdf> или [http://www.nrmca.org/research/hvfac\\_final\\_report\\_final.pdf](http://www.nrmca.org/research/hvfac_final_report_final.pdf)). Этот материал включает изложение основных результатов грандиозного проекта, который на протяжении нескольких лет (с 2006 года по 2008 год) реализовывался специалистами и учеными различных организаций по заказу NRMCA. Проект был посвящен исследованию преимуществ новых бетонных смесей содержащих специальные присадки и добавки в виде золы, которые значительно увеличивают качество и скорость выполняемых строительных работ.



Целью этих изысканий было продемонстрировать с помощью подготовленных и отработанных методик, что воздействие высоких температур может оказывать благотворное влияние (увеличение прочности и снижение времени схватывания) на состоянии бетонных смесей с присадками из золы, по сравнению с состоянием смесей, не имеющими подобных присадок, обычно наблюдаемых при испытаниях в стандартных условиях строительных лабораторий. Основными инструментальными средствами долгосрочного мониторинга параметров состояния бетонной смеси в этих исследованиях, которые наглядно документировали преимущества новых смесей, являлись температурные логгеры iButton. В упоминаемом выше документе особо подчеркнут факт того, что без применения этих уникальных неприхотливых устройств проведение подобных доказательных и объективных исследований было бы затруднено и даже невозможно.



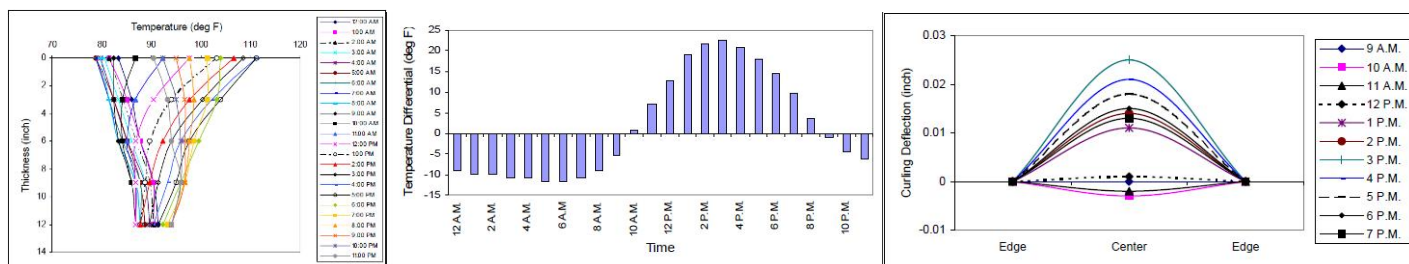
- 13.27** **TRB TRANSPORTATION RESEARCH BOARD** Среди специалистов транспортной инфраструктуры США весьма велик авторитет журнала **TR News Magazine**, который является новостным печатным изданием известной организации **Transportation Research Board (TRB)** - транспортного подразделения Национального исследовательского совета США (<http://www.trb.org/>), выступающего в качестве независимого консультанта в федеральном правительстве при решении научно-технических вопросов, имеющих общенациональное значение. Поэтому обобщающая знаковая статья «**Paving the Way with Research and Innovation**» (The Kansas Interstate Example) (<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/trnews/trnews244resinn.pdf>),



посвященная новым достижениям в области исследований, напрямую связанных с модернизацией автотранспортной структуры США, вызвала столь живой интерес среди профессионалов, участвующих в создании дорожной инфраструктуры США. В этой статье сформулированы 12 базовых достижений в области дорожного строительства, которые за последние полвека позволили в корне изменить подход, к сооружению дорог и мостов, значительно повысив их качество. Одним из таких достижений автор считает использование уникальных регистраторов iButton для контроля состояния арматуры и отслеживания качества созревания бетона при сооружении мостов и при укладке дорожных покрытий. Особенно показательным в этом отношении явился известнейший среди специалистов дорожной отрасли т.н. проект I-70, осуществленный в штате Канзас (<http://www.newriverbridge.org/>). Именно после завершения этого проекта использование регистраторов iButton в области дорожного строительства окончательно перешло из области опробования, исследования и тестирования, в область их применения профессиональным как надежного инструмента результаты, поставляемые которым, четко определяют качество дорожной инфраструктуры.



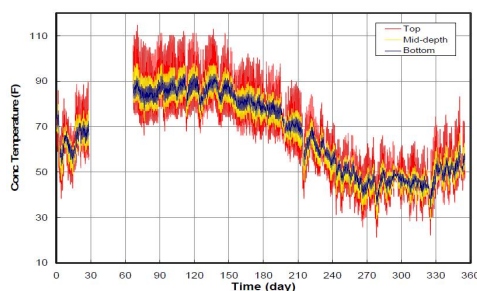
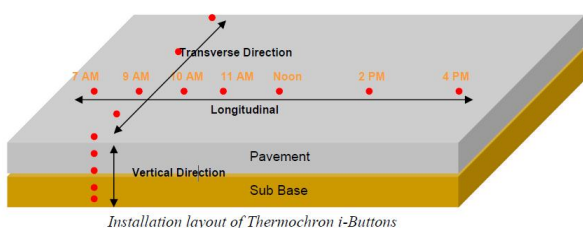
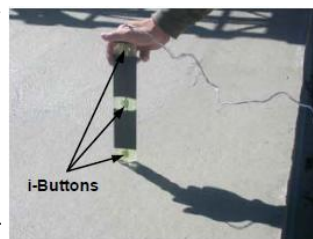
- 13.28** Документ «Temperature and Curling Measurements on Concrete Pavement» (<http://www.intrans.iastate.edu/pubs/midcon2005/SiddiqueTemperature.pdf>), подготовленный Департаментом транспорта штата Канзас (<http://www.ksdot.org/>), в тесном сотрудничестве с сотрудниками Канзасского Университета, посвящен вопросам изучения скручивающей деформации дорожных покрытий бетонных плит различной толщины (т.н. керлинг), возникающей под действием перепадов температур окружающей среды. Керлинг приводит к неприемлемым напряжениям в плитах дорожных покрытий, что способствует преждевременному растрескиванию бетона. Поэтому изучение влияния перепадов температур в толще бетонных плит дорожного полотна является важнейшим фактором для прогнозирования его состояния. Температурные данные при исследованиях керлинга тестовых участков дорожного полотна регистрировались в пяти различных контрольных точках, равномерно распределенных по всей глубине бетонной плиты. Они фиксировались посредством с цифровых логгеров Data Logger iButton®, специально распределенных по всей толщине плит дорожного покрытия, что было реализовано посредством особого приспособления – штанги, вдоль которой были закреплены логгеры. Каждый из регистраторов температуры при этом выполнял одно преобразование температуры раз в 10 минут. Уровень керлинга измерялся вручную один раз в день в течение пяти рабочих дней каждой недели летом и осенью с помощью достаточно простого механического приспособления, оснащенного несколькими тензометрическими датчиками. Результаты исследований показали, что керлинг в обоих направлениях (смещение вверх или смещение вниз) возрастает по мере увеличения разницы температур между различными слоями бетона. Причем величины отклонений керлинга в результате положительного перепада температур значительно превышают, соответствующие отклонения керлинга, зафиксированные при отрицательных значениях температурных перепадов. Используя полученные данные можно выполнить оперативное моделирование величины керлинга для любого тестируемого полотна или полотна уложенного по одной и той же технологии. Поскольку перепад температур оказывает существенное влияние на уровень керлинга, подобный эффект от деформации скручивания может быть в значительной мере смягчен еще на ранней стадии созревания бетона дорожного полотна при использовании подобной прогнозирующей модели, которая позволяет своевременно принять надлежащие меры, такие, как увеличение продолжительности отверждения бетона при укладке дорожного полотна.



- 13.29** Перспективнейшая технология создания бетонированных дорожных покрытий **Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP)** (<http://pavementinteractive.org/>), подразумевает тщательный долгосрочный мониторинг температуры в толще создаваемого дорожного полотна, что сегодня уже немыслимо без использования миниатюрных, защищенных от любых внешних воздействий термологгеров iButton модификации ThermoChron поставляемых компанией Dallas Semiconductor. Вопросы использования таких регистраторов для температурного контроля состояния дорожных покрытий подробно изложены в особом документе «**EARLY-AGE BEHAVIOR OF CRCP AND ITS IMPLICATIONS FOR LONG-TERM PERFORMANCE**» (<http://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/2023/namj47011.pdf;jsessionid=C149D8F8CD22D7A6E3DF347971E264EE?sequence=2>).



Этот документ является предварительным материалом, составляющим основу докторской диссертации соискателя Jeong-Hee Nam B.S. из Техасского университета в Остине. В нём показано, что локальные лабораторные исследования не могут дать достаточного материала, наглядно подтверждающего преимущества технологии CRCP перед обычными методами строительства дорог из бетона. Для того чтобы получить объективные данные, наглядно показывающие эффективность метода CRCP при создании дорожного полотна, необходимо выполнить долгосрочный сравнительный мониторинг температурных полей в толще бетона полотна, на участках, укладка бетона на которых производилась по старой и новой технологии. При этом удобно использовать специальные приспособления, фиксирующие логгеры на заданных равных расстояниях в глубине толщи покрытия и позволяющие считывать накопленные ими результаты без извлечения регистраторов из контрольных точек. Эти приспособления очень похожи на те, которые в настоящее время уже поставляются компанией Dallas Semiconductor в виде законченных штатных устройств DS9108 (см. выше сообщение №13.1). Именно такие методы позволили собрать в полевых условиях обширный материал, обосновано подтверждающий несомненное преимущество новой технологии CRCP по сравнению с традиционными методами.



**13.30**  Университет Техасского Центра изучения перевозок (**Center for Transportation Research The University of Texas at Austin**) широко использует устройства ТЕРМОХРОН практически в любых важных исследованиях, связанных с изучением эффективности и безопасности транспортной инфраструктуры юга США. Так документ «**ANALYSES PERFORMED USING THE RIGID PAVEMENT DATABASE IN TEXAS**» ([http://www4.cc.utexas.edu/research/ctr/pdf\\_reports/0\\_1778\\_5.pdf](http://www4.cc.utexas.edu/research/ctr/pdf_reports/0_1778_5.pdf)) включает массу рекомендаций и свидетельств полезности данных, собираемых подобными температурными логгерами на протяжении долгосрочных экспозиций, по результатам которых в последствии достаточно просто спрогнозировать специфику эксплуатации тестируемого дорожного полотна. Особенно это важно на высокогорных участках дорожных инфраструктур штатов Нью-Мексико и северного Техаса, где предельно низкие зимние ночные температуры (до  $-15^{\circ}\text{C}$ ) сочетаются в течение одних и тех же суток с достаточно высокими температурами (до  $+20^{\circ}\text{C}$ ), что приводит в сверхнормативному износу дорожного полотна.

Другой документ с названием «**Literature Review of Curing in Portland Cement Concrete Pavement**», также подготовленный специалистами Университета Техасского Центра изучения перевозок, ([http://www.utexas.edu/research/ctr/pdf\\_reports/0\\_5106\\_1.pdf](http://www.utexas.edu/research/ctr/pdf_reports/0_5106_1.pdf)) освещает также эффективность применения более новых и совершенных моделей регистраторов iButton, производство которых начато только в 2005 году. Речь идет о логгерах ГИГРОХРОН (DS1923), позволяющих фиксировать с привязкой к реальному времени, как температуру, так и относительную влажность окружающей их среды с точность до 5%RH. Синхронный контроль температуры и влажности при наблюдении за созреванием бетонной смеси значительно увеличивает эффективность прогнозирования тестируемых строительных конструкций, что уже было доказано специалистами Университета Техасского Центра изучения перевозок (см. выше сообщение №13.7). При этом особо отмечены защитные качества гигрометров DS1923, которые в отличие от любых иных датчиков и логгеров влажности, имеющих в распоряжении Университета Техасского Центра изучения перевозок, надежно защищены от воздействия окружающей среды включая прямое попадания воды.

