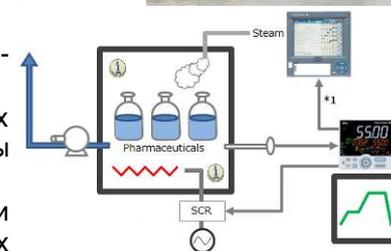
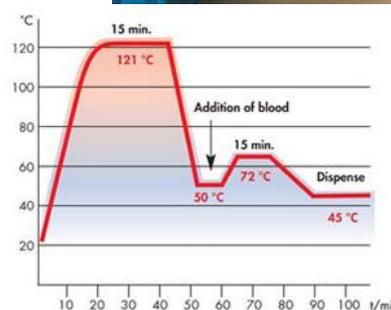


Бюллетень “Логгеры iButton” №41 (январь-март 2015)

Использование регистраторов iButton для мониторинга высоких температур.

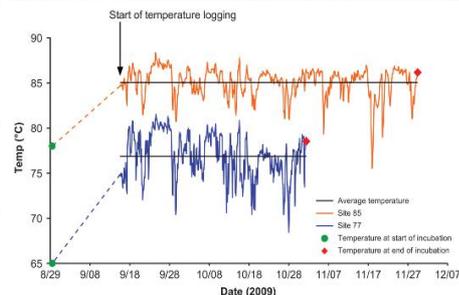
41.1 Одним из актуальных и достаточно востребованных сегодня направлений применения логгеров iButton является контроль высокотемпературных процессов. Под такими процессами понимаются процессы, протекающие при температурах выше +45°C, поскольку эксплуатация логгеров iButton при температурах выше этого значения является уже критичной для таких устройств, что определяется использованием в составе их конструкции литиевого элемента питания, износ которого в таких случаях является критичным из-за более интенсивного испарения, входящего в его состав электролита. При этом срок эксплуатации “таблеток”-логгеров значительно сокращается. И несмотря на это, существует множество актуальнейших задач, требующих мониторинга температуры вплоть до +145°C, для решения которых сегодня с большим успехом используются устройства DS192## различных модификаций. Определяющим фактором в этом случае является соотношение цена/функциональность/точность в отношении логгеров iButton, способных регистрировать высокие температуры, по сравнению с представленными сегодня на рынке аналогичными приборами других производителей. Наиболее распространёнными направлениями применения логгеров iButton для контроля высоких температур, примеры которых уже неоднократно обсуждались и представлялись в предыдущих номерах этого Бюллетеня, являются:

1. Подтверждение качества стерилизации и пастеризации пищевых продуктов (в том числе в автоклавах). Контроль процедур консервирования пищевых продуктов.
2. Контроль хода термообработки пищи, включая: запекание, варку, душирование, копчение, печение, сушку и т.д.
3. Стерилизация фармпродукции (включая: процедуры производства медикаментов, стерилизующую фильтрацию медпрепаратов и растворов, и т.д.)
4. Стерилизация медицинского инструмента, лабораторной посуды и различных изделий медицинского назначения (стоматология).
5. Мониторинг разогрева деталей механических и электрических машин. Контроль температуры при работе фотоэлектрических панелей.
6. Ревизия тепловых параметров в ЖКХ и при проведении энергоаудита.
7. Любые направления исследований горячих источников (термальные источники, гейзеры, вулканические термы, изучение термофильных организмов)
8. Климатические исследования и изучение микроклимата экстремальных зон обитания живых систем, когда логгеры находятся без защиты от солнечной инсоляции, и могут разогреваться до температур от +45°C до +65°C. Исследование гипотермии животных. Контроль очагов лесных пожаров.
9. Контроль качества при изготовлении строительных конструкций, паро-влажностная обработка бетона (пропарка), изготовление гипсокартона.
10. Мониторинг самонагрева, вызванного действием внутренних химических и биохимических процессов, которым подвержены некоторые растительные продукты, полезные ископаемые и руды.
11. Изучение качества работы различных типов бытовых печей, с точки зрения их эффективности для обработки пищи, а также их безопасности для здоровья и экологии.

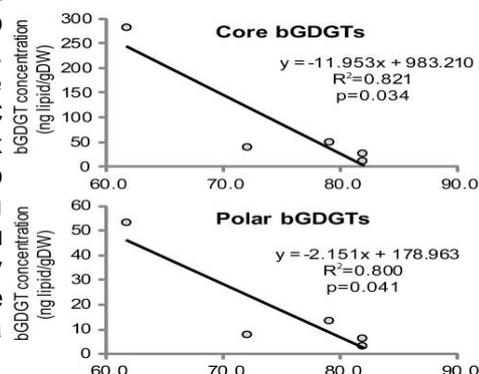
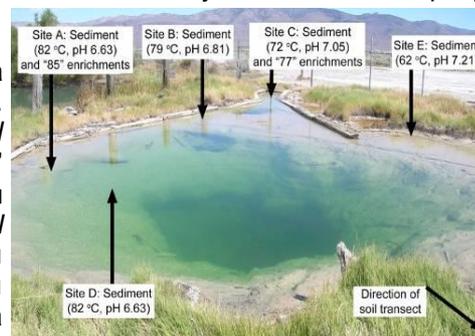


Использование логгеров iButton для мониторинга высокотемпературных процессов имеет определённую специфику, что требует аккуратной эксплуатации этих устройств. В том числе, с учётом их быстрого износа под действием контролируемых ими высоких температур. Также важен, в таких случаях вопрос защиты регистраторов посредством специальных защитных капсул от воздействия внешнего давления, пара, агрессивных сред и т.д. Часто существенным при этом является выбор модификации используемого логгера iButton, исходя из особенностей его технических и метрологических характеристик.

В журнале некоммерческого научно-издательского проекта **PLOS ONE** напечатана статья озаглавленная, как «*Pyrosequencing Reveals High-Temperature Cellulolytic Microbial Consortia in Great Boiling Spring after In Situ Lignocellulose Enrichment*» (<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0059927>). Она посвящена исследованию высокотемпературных целлюлолитических микробных сообществ. В описываемом проведённом эксперименте содержащие лигноцеллюлозу субстраты из кукурузной соломы и осиновых стружек помещались в донные отложения и в толщу воды геотермального источника *Great Boiling Spring* в Неваде. Регистрация температуры воды источника производилась с помощью высокотемпературных логгеров модификации DS1922T-F5 с интервалом между измерениями 2 часа. Перед установкой в поле логгеры запечатывались в конические пробирки. На основании полученных от логгеров данных были вычислены средние температуры для двух разных участков инкубации, составившие +77°C и +85°C. Микробиологические исследования образцов субстратов показали, что сообщества микроорганизмов, выращенные в более горячей среде, характеризовались меньшим видовым разнообразием и более высоким содержанием представителей домена Археи. Результаты исследования позволили установить особенности развития колоний термофильных целлюлолитических организмов и их реакцию на различные лигноцеллюлозные материалы, и на температурный режим. Полученная информация может быть использована для оптимизации технологий производства биотоплива. Эту статью в формате pdf-документа можно получить по адресу https://faculty.unlv.edu/hedlund/publications/Peacock_2013.pdf.

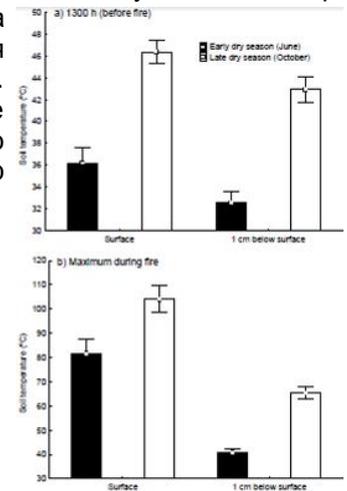
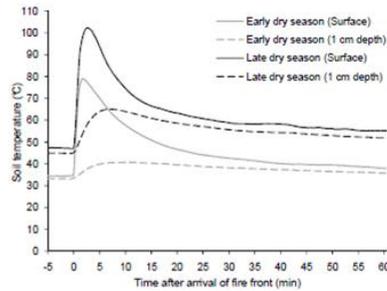


В журнале **Frontiers in Microbiology** была опубликован материал, сходный по тематике с предыдущей статьёй. Он озаглавлен «*In situ production of branched glycerol dialkyl glycerol tetraethers in a great basin hot spring (USA)*» (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3705189/>) и посвящён описанию исследований выработки липидов GDGT (*Glycerol Dialkyl Glycerol Tetraethers*) бактериями в горячем источнике на территории региона *Большой Бассейн (США)*. Во время экспериментов авторы помещали в толщу воды и в осадочный слой источника полипропиленовые контейнеры с питательным субстратом, на двух участках температура регистрировалась с помощью высокотемпературных логгеров модификации DS1922T-F5. Зафиксированные приборами диапазоны температур в течение инкубации составили +68°C...+82°C (участок С) и +74°C...+88°C (участок А). Анализ данных химических анализов и данных температурного мониторинга выявил обратную линейную зависимость между концентрацией липидов GDGT в субстрате и зарегистрированной логгерами температурой. Результаты исследования убедительно продемонстрировали выработку различных фракций липидов bGDGT в геотермальной среде источника, однако, какие микроорганизмы ответственны за это, пока остаётся неясным.

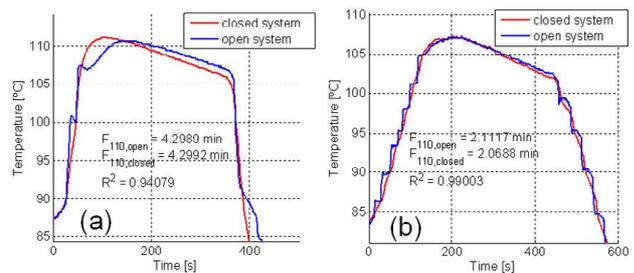


В репозитории австралийского **Университета Чарльза Дарвина (Charles Darwin University)** выложена статья с названием «*Effect of fire regime on grasslayer plant dynamics in a tropical savanna*» (https://espace.cdu.edu.au/eserv/cdu:9379/Thesis_CDU_89379_Scott_K.pdf). В ней исследуется влияние режимов возникновения пожаров на динамику растений травяного слоя в тропической саванне. Для определения эффекта от воздействия пожаров на последующую всхожесть семян растений проводились лабораторные эксперименты, где пробы грунта с семенами помещались в печь, предварительно нагретую до +80°C. Чтобы получить информацию о реальной температуре внутри проб, в них закладывались автономные регистраторы температуры модификации DS1922T-F5. Логгеры зафиксировали, что температура семян достигает значения +80°C через 10 минут после размещения в печи. Эти же высокотемпературные логгеры (диапазон регистрации 0...+125°C) применялись и в полевых экспериментах для контроля температуры поверхности грунта и на глубине 1 см при искусственно вызванных пожарах. Поверхностные регистраторы покрывались тонким слоем песка, а для заглублённых регистраторов делались небольшие вертикальные выемки, которые закрывались затем слоями почвы и листьев. Частота регистрации составляла раз в 3 секунды. По данным логгеров средние температуры до пожара в начале периода засухи составили +37,2°C и +33,1°C (на поверхности и на глубине 1 см, соответственно) и +45,7°C и +43,3°C в конце засухи. При прохождении фронта огня температура почвы

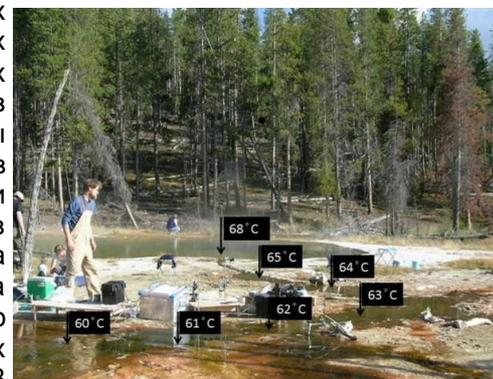
быстро возрастала и возвращалась к номинальному значению в течение 30...60 минут после пожара. Среднее значение максимальных температур было равно +100,4°C на поверхности и +65,3°C на глубине 1 см. Несколько регистраторов во время пожара зафиксировали максимально возможное значение - +125°C. Результаты исследования показали, что видовое разнообразие растений не зависит от режима возникновения пожаров. Изменения плотности травяного покрова коррелируют с количеством осадков, с поверхностной влажностью почвы во влажный период, с наличием ярусов кустарников и деревьев и с количеством опавших листьев. Изучение динамики хранящихся в почве семян, выполненное также посредством логгеров ТЕРМОХРОН, не выявило никаких существенных изменений в плотности или всхожести семян после пожара, и поэтому они остаются источником регенерации рассады в последующий влажный сезон.



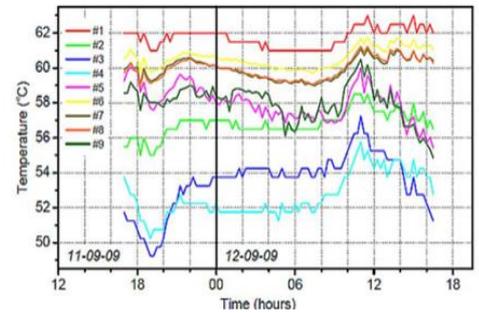
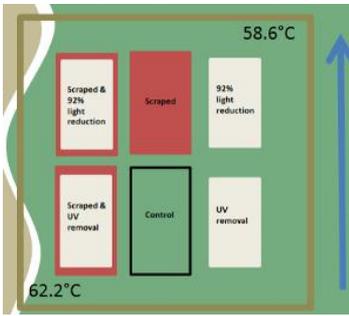
41.4 В материалах **Международной конференции по инженерии в пищевой промышленности и биосистемах FABE 2013** опубликован доклад **“DEVELOPMENT OF A SYSTEM TO DETERMINE THE EFFECT OF HIGH PRESSURE ON MICROBIAL SPORE INACTIVATION IN HIGH PRESSURE THERMAL PROCESSING”** (http://www.ozonalietas.lv/inc/getfl.php?file=cfi%5EPTF_konfer_2013%5Efl). Он посвящён разработке системы для определения влияния высокого давления на инактивацию спор микроорганизмов при термической обработке под высоким давлением. Для корректного проведения такого исследования, важное значение имеет идентичность температурных профилей образцов во время эксперимента при воздействии высокого давления и при его отсутствии. С этой целью были сконструированы два специальных алюминиевых контейнера, в одном из которых образец подвергается воздействию внешнего давления, а во втором всегда находится при давлении, близком к атмосферному. Во время эксперимента контейнеры заполнялись растворами, содержащими споры бактерий, и помещались в климатическую камеру. Температура в «открытом» контейнере измерялась с помощью термодпары, а внутрь «закрытого» помещался термолоттер модификации DS1922T-F5. Чтобы избежать увеличения температуры в «открытом» контейнере, обусловленного компрессией, давление в климатической камере наращивалось достаточно медленно (со скоростями 300 МПа/мин и 600 МПа/мин при начальных температурах +87°C и +84°C, соответственно). Результаты термомониторинга показали, что контейнеры смогли обеспечить практически идентичные профили температуры в процессе обработки вплоть до достижения целевой температуры +110°C. При этом при скорости изменения давления 600 МПа/мин различия в графиках были более выражены. Будут проводиться дальнейшие исследования этих уникальных систем, чтобы определить, проявляется ли, и в какой степени синергетический эффект сочетания давления и температуры для инактивации спор различных видов патогенных бактерий.



41.5 В репозитории Университета штата Монтана выложена диссертация **«THE ECOLOGY AND EVOLUTION OF THERMOPHILIC SYNECHOCOCCUS SPECIES»** (<http://scholarworks.montana.edu/xmlui/handle/1/3282>), посвящённая изучению экологии и эволюции сине-зелёных водорослей рода *Synechococcus*. Для выяснения сезонных изменений в популяциях водорослей, обитающих в горячих источниках, зимой и летом исследователи отбирали пробы в четырёх различных местах вдоль русла источников. Чтобы определить средние и экстремальные значения температуры воды в местах отбора проб устанавливались термолоттеры модификации DS1922T-F5, производившие регистрацию с интервалами 5 минут в течение суток. Результаты мониторинга показали, что, несмотря на различия в температуре окружающей среды, температура воды на каждом отдельном участке была почти идентична с июня по декабрь. Вместе с тем относительное содержание в образцах водорослей различных экотипов отличалось летом и зимой. В результате был сделан вывод, что температура, зафиксированная посредством устройств ТЕРМОХРОН, лишь частично определяет распределение экотипов, и необходимо исследовать влияние суммарной



солнечной радиации и продолжительности светового дня на вертикальное распределение и динамику популяций водорослей рода *Synechococcus* в разные сезоны. Зеркало этой статьи см. по адресу https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=28&ved=0CEUQFjAHOBQ&url=http%3A%2F%2Fscholarworks.montana.edu%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2F1%2F3282%2FBecr%2F14.pdf%3Fsequence%3D1&ei=xYP_U9DpNend4QS5g4CADA&usq=AFOjCNHrLp2vZR3JnBaaJpyZqB17M_JLg&cad=rjt



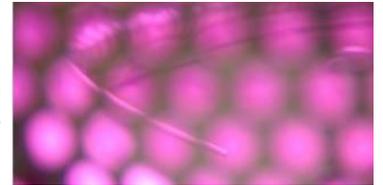
Российские учёные также проводят подобные исследования. Так в статье «*Бактериальные сообщества гидротерм кальдеры узон (Камчатка)*» описано, как посредством устройств ТЕРМОХРОН исполнено исследование степени влияния геохимических факторов на выживаемость микроорганизмов и сукцессию в таких экстремальных экосистемах было исследовано температурное распределение, топография и динамика распределения температур в гейзерит-цианобактериальном полях (http://old.inmi.ru/documents/MicrBios_Materials.pdf или <http://kak.znate.ru/docs/index-113590.html?page=13>).

41.6

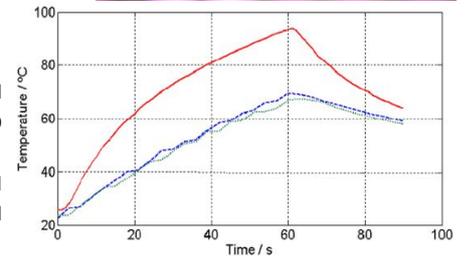


В известном международном журнале **Innovative Food Science and Emerging Technologies** (*Инновации в изучении продуктов питания*) опубликована статья под названием «*Evaluation of methods for determining food surface temperature in the presence of low-pressure cool plasma*» (http://www.researchgate.net/publication/233932095_Evaluation_of_methods_for_determining_food_surface_temperature_in_the_presence_of_low-pr).

В ней проводится оценка различных инструментов определения поверхностной температуры продуктов при воздействии на них холодной плазмы с низким давлением, применяемой для обеззараживания. Среди рассматриваемых инструментов были волоконно-оптические датчики, термопары, термометры сопротивления, температурные цветковые индикаторы, а также регистраторы модификации DS1922T-F5. Логгеры размещались на поверхности модели пищевого образца, который помещался в камеру для плазменной обработки и подвергался воздействию плазмы мощностью 0,9 кВт в течение 60 с.



Проводилась оценка как достоверности измерения температуры, так и времени реакции датчиков или тепловой инерционности. Определённое в водной среде значение времени реакции Δ для регистраторов модификации DS1922T-F5 составило 20 с, что является слишком большой величиной для фиксации высокоскоростных изменений температуры, возникающих при плазменной обработке. Определяющим фактором при этом является наличие воздушного зазора между корпусом логгера и чувствительным элементом, входящего в его состав датчика температуры. Из-за низкого давления в камере уменьшится и давление воздуха внутри корпуса логгера, что приведёт к ещё большему увеличению значения Δ . В итоге максимальное значение температуры, зафиксированное регистратором, было намного ниже ожидаемого диапазона +60°C...+80°C. Вместе с тем было установлено, что в отличие от некоторых термопар, плазма не оказывает влияния на точность показаний логгера iButton, так как чувствительный элемент прибора изолирован от воздействия образующихся в камере электромагнитных полей и частиц. В результате единственной технологией, которая может быть рекомендована для измерения быстроменяющейся температуры пищевых продуктов, был признан лишь волоконно-оптический метод, имеющий приемлемое время отклика и нечувствительный к помехам от плазменного воздействия. Эту статью в формате pdf-документа можно получить по адресу <http://publications.csiro.au/rpr/download?pid=csiro:EP101204&dsid=DS1>.



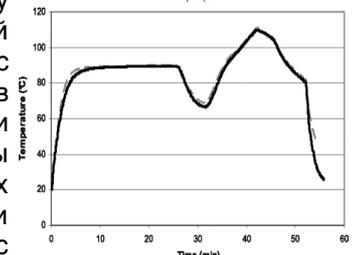
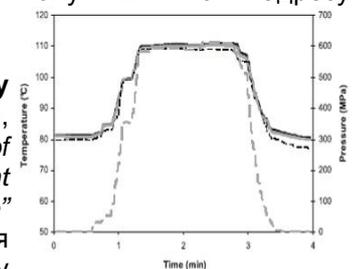
41.7



Applied and Environmental Microbiology

В журнале **Applied and Environmental Microbiology** (*Прикладная и экологическая микробиология*) опубликован материал, озаглавленный «*Strong and Consistently Synergistic Inactivation of Spores of Spoilage-Associated Bacillus and Geobacillus spp. By High Pressure and Heat Compared with Inactivation by Heat Alone*» (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3067444/>).

В нём проводится сравнение двух способов инактивации спор бактерий, вызывающих порчу продуктов питания – тепловой обработкой под высоким давлением и обычной тепловой обработкой. Во время экспериментов образцы продуктов (соусы) с высеянными культурами четырёх видов бактерий помещали в программируемые автоклавы, где они выдерживались определённое время при заданных значениях температуры и давления, при этом максимумы температуры достигали значений +118°C. Для получения реальных температурных профилей внутри образцов при воздействии компрессии автоклав загружается пробирками с растворами и аналогичными пробирками с



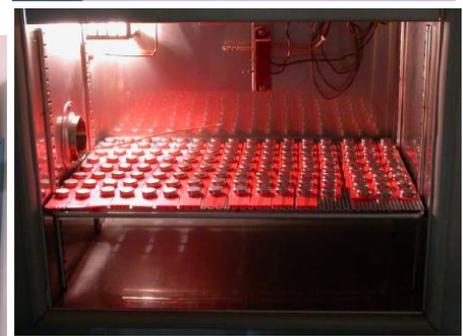
высокотемпературными миниатюрными логгерами модификации DS1922T-F5. При этом регистраторы зафиксировали резкий скачок температуры в образцах в диапазоне от +80°C до +110°C при скачке давления в камере от 0 МПа до 600 МПа. Анализ количества инактивированных микроорганизмов свидетельствовал о сильно выраженном явлении синергии, когда суммирующий эффект при одновременном воздействии двух или более факторов (в данном случае температуры и давления), существенно превосходит эффект от каждого отдельного компонента в виде их простой суммы. Зеркало этой статьи см. по адресу <http://aem.asm.org/content/77/7/2317.full>.

41.8



На сайте *Ливерморской национальной лаборатории им. Э. Лоуренса (Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL)* выложен отчёт под названием «*UCRL-TR-213094 Thermal Testing of Dallas/Maxim iButton Temperature Logger, Model DS1922L, for Flight Qualification on Captive Flight Test Unit-1B (CFTU-1B)*» (см. сообщение №14.2). Он содержит описание и результаты тепловых испытаний регистраторов модификации DS1922L-F5 (<https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/321538.pdf>) с целью изучения

возможности их установки в корпус крылатой ракеты при её статических лётных испытаниях. Во время теста 128 таких логгеров, запрограммированных на сбор данных с интервалом раз в 160 с и разрешением 0,5°C, помещались в климатическую камеру модификации *Thermotron Model S-1.2V*. Для удобства использования логгеры DS1922L-F5 предварительно закреплялись на виниловых этикетках DS9106, на каждой из которых подписывался идентификационный номер соответствующего регистратора. Испытания проводились в течении 23,5 часов. При этом температура в камере менялась по специальному алгоритму в диапазоне от -65°C до +80°C. В качестве дополнительного эталонного измерительного средства в камере также размещалась термопара *J-типа*, подключённая к регистрирующему блоку *Agilent 34970A*.



В качестве дополнительного эталонного измерительного средства в камере также размещалась термопара *J-типа*, подключённая к регистрирующему блоку *Agilent 34970A*.

Проверка считанных результатов показала, что лишь один логгер из всей партии не прошёл тест, и зафиксированный им температурный профиль представлял собой пилообразную ломаную линию. Температурные профили, зафиксированные остальными логгерами, своей формой повторяли кривую, зафиксированную эталонной термопарой, а отклонения отдельных измерений температуры не превышали величин, регламентируемых техническими характеристиками устройств DS1922L-F5.

Особая web-страница *IBUTTON CERTIFICATIONS* корпоративного сайта производителя регистраторов DS1922L-F5 компании **Maxim Integrated** (<http://www.maximintegrated.com/en/products/comms/ibutton/ibutton-certifications.html>) также содержит ссылку на этот документ, позиционируя его при этом, как *Standard Flight: Thermal Testing*.

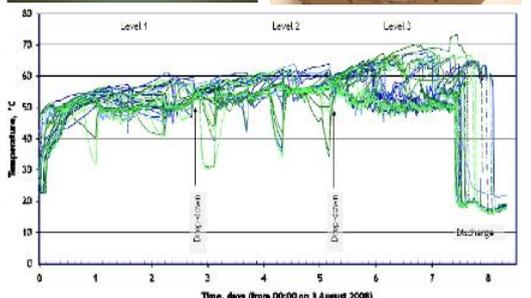
41.9

defra

Показательным примером применение устройств ТЕРМОХРОН для мониторинга высокотемпературных процессов является использование таких логгеров при изучении режимов древесностружечного компоста (см. сообщение №23.11). Другой пример применения температурных регистраторов iButton для подобных целей изложен в докладе под названием «*Research, monitoring and evaluation of the Premier Waste tower composting system in Thornley, County Durham*» (<http://archive.defra.gov.uk/environment/waste/residual/newtech/demo/documents/Premier-RME.pdf>),



который был опубликован на сайте *Министерства окружающей среды, продовольствия и сельских дел Великобритании (Department for Environment Food & Rural Affairs)*. В нём детально описывается организация и порядок проведения мониторинга функционирования установки по переработке отходов (компоста) новой конструкции. Для контроля температуры в объёме обрабатываемой массы в одну партию отходов, загружаемых в установку, были помещены 40 автономных термолггеров модификации DS1922L-F5. Регистраторы осуществляли фиксацию температуры с интервалами 5 минут. Для защиты от агрессивной среды внутри установки логгеры предварительно помещались в уплотнительные силиконовые трубки, а затем в металлические контейнеры. Предварительные тесты показали, что контейнеры удалялись из потока отходов на выпуске первичным магнитным сепаратором, и, что зафиксированные регистраторами



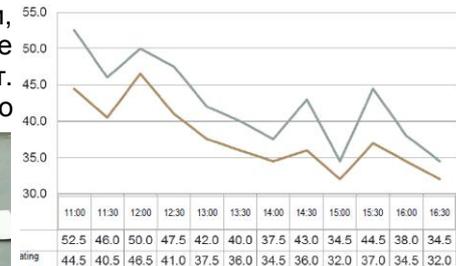
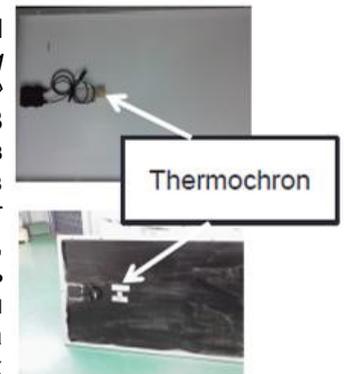
показания не зависят от воздействия магнитного поля. Анализ данных, считанных из памяти термолоттеров, показал, что только один регистратор зафиксировал температуру выше +70°C, а показания нескольких других приборов не превышали значения +60°C. Также были зафиксированы значительные падения температуры компоста на протяжении нескольких часов. Таким образом, результаты свидетельствовали, что диапазон температур в каждом уровне установки был весьма широк, а минимальная температура на одном из уровней была недопустимо низкой, по сравнению со значением, регламентируемым правилами переработки продуктов животного происхождения (*Animal By-Products Regulations, ABPR*). Дополнительный мониторинг температуры с помощью тех же логгеров iButton, закреплённых на стенах и днище установки с внешней стороны, подтвердил гипотезу о значительном влиянии на температурный режим перерабатываемой массы внешней среды, что связано с недостаточной термоизоляцией установки. Проведённое исследование позволило разработать дополнительные меры по улучшению эффективности работы установок по переработке отходов (компостов).



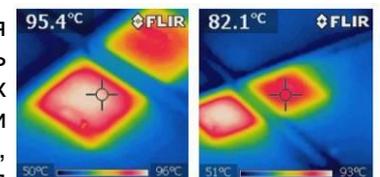
На форуме сайта компании **Navitron**, специализирующейся исключительно на внедрении и поставках различных возобновляемых источников энергии, один из пользователей представил отчёт о самостоятельно построенной им установке для нагрева воды за счёт процессов, протекающих в компостной куче (<http://www.navitron.org.uk/forum/index.php?topic=10795.0>). Установка представляет собой большой деревянный короб, заполненный влажными опилками. В компосте расположен водопроводный шланг, скрученный много раз спиралью. Чтобы проследить за ростом температуры внутри массы опилок, автор расположил в центре короба, на глубине ~45 см регистратор iButton. Результаты мониторинга показали, что максимальная температура внутри установки достигала +61°C, а ко времени написания поста стабилизировалась на уровне +54°C.



41.10 JETRO На сайте *Японской организации внешней торговли (Japan External Trade Organization, JETRO)* выложена статья озаглавленная «*A nano coating material that generates more electricity in solar power systems*» (https://www.jetro.go.jp/germany/messen_veranstaltungen/TMG/index.html/5JapanNanoCoat.pdf). В ней описываются свойства двух новых наноматериалов, разработанных в качестве защитного покрытия солнечных панелей. Один из материалов (*AS-CNT*) изготавливается на основе углеродных нанотрубок и обладает антистатическими свойствами, очень высокой теплопроводностью, механической и химической стойкостью и может наноситься на поверхность фотоэлектрических модулей при комнатной температуре. В статье описан эксперимент, демонстрирующий уникальные теплорассеивающие свойства этого материала. На задние стороны двух установленных на крыше солнечных панелей, одна из которых была покрыта наноматериалом, прикреплялись термолоттеры ТЕРМОХРОН, регистрировавшие температуру в течение нескольких часов с интервалом раз в 30 минут. Сравнение полученных температурных профилей показало, что температура панели с теплорассеивающим покрытием была в среднем на 4,8°C ниже. Как известно, увеличение температуры панели на 1°C при сохранении уровня солнечной радиации приводит к снижению вырабатываемой ею энергии на 0,4...0,5%. Таким образом, применение инновационного материала позволит увеличить эффективность солнечных энергетических систем.



Кроме того, термолоттеры ТЕРМОХРОН, используемые для тестирования солнечных батарей совместно с тепловизором, показали эффективность покрытия AS-LR против т.н. горячих точек, которые образуются в локальных зонах из-за дефектов кристаллических структур кремния, неизбежных при изготовлении фотоэлектрических панелей. При этом было зафиксировано, что, разогрев локальных зон, защищённых новым покрытием изделий, был на 30°C до 45°C меньше чем у солнечных батарей, незащищённых покрытием.



Другой характерный пример использования устройств ТЕРМОХРОН для мониторинга температур в плоть до +80°C...+90°C при испытаниях альтернативных систем энергообеспечения зданий представлен на стр.15 презентации «*Использование логгеров iButton в прикладных исследованиях, для мониторинга производственных процессов, при испытаниях и тестировании оборудования*» (<http://www.elin.ru/Application/Presentations/test.pdf>).

41.11 DRIVE2.RU Один из пользователей популярного Интернет-портала автолюбителей «**Сообщество машин и людей**» опубликовал интересный материал под заголовком «*Утепление аккумулятора (термозащита)*» (<https://www.drive2.ru/cars/greatwall/hover/hover/viktor-98/journal/288230376152830400/>).

Для продления срока службы аккумуляторной батареи (АКБ) автомобиля автор решил сделать её термоизоляцию, подогрев (на зимний период), а также и защитить от перегрева в летние периоды. При этом было решено провести наблюдения за температурным режимом в реальных условиях эксплуатации АКБ. Для этого измерения температуры следовало произвести, как на корпусе АКБ (под термозащитой),

так и снаружи батареи (в непосредственной близости от места установки АКБ), по мере накопления материала, сделать анализ и выводы по влиянию и эффективности принятых мер. Для проведения этих исследований в качестве терморегистраторов использовать устройства ТЕРМОХРОН, входящие в комплект ТР-2К от компании "Инженерные технологии" (gigrotermon.ru/imag/shop...ils/7/flypage.tpl/25.html).

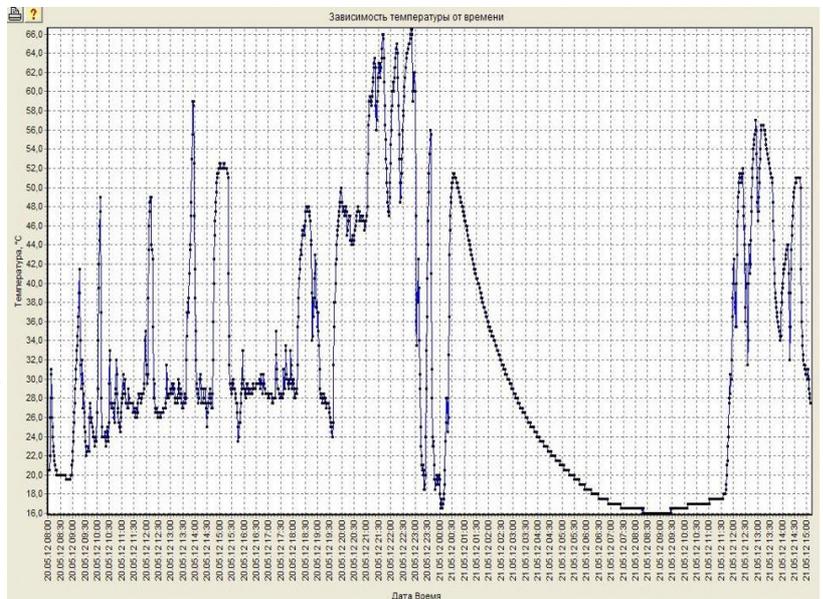


Как известно, для полноценной работы кислотного аккумулятора наиболее благоприятной является температура электролита +25°C. При такой температуре кислотная АКБ способна принимать 100% заряда (т.е. имеет максимальную электрическую ёмкость), и имеет хорошие стартерные и тяговые характеристики. Снижение температуры кислотного электролита на 1°C, снижает электрическую емкость АКБ на один процент. При температуре электролита -35°C и ниже, АКБ перестает вообще принимать заряд. В условиях низких температур, незащищенная батарея находится в минусовом балансе (отдает больше, чем получает) постепенно доходит до состояния глубокого разряда, в худшем случае, длительное время работает в режиме недозаряда, что чревато сульфатацией пластин, потерей электрической емкости, и как следствие ранней кончиной батареи.

Принятые автором меры призваны оптимизировать температурный режим работающей батареи.

Судя по гистограммам, зафиксированным регистратором, АКБ отработал в оптимальном диапазоне температур (+25°C) большую часть летнего периода. В неблагоприятных температурных полях (свыше +40°C вплоть до +67°C, что зафиксировал ТЕРМОХРОН) аккумулятор находился существенно меньшее время. Такие же наблюдения в настоящее время производятся для условий зимней эксплуатации авто.

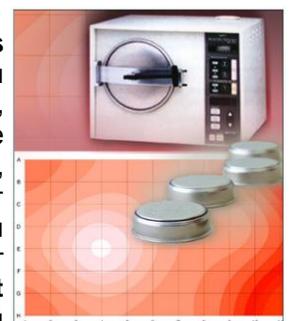
Несмотря на то, что регистраторы ТЕРМОХРОН были заложены исходя из условий доступности и простоты извлечения и они (в силу конструктива батареи) не могли отслеживать температуры в самом аккумуляторе, тем не менее, полученный результат наглядно демонстрирует, что термоизолированный аккумулятор работает в более благоприятных температурных условиях. Этого достаточно, чтобы обеспечить наилучшие условия для батареи и летом и особенно зимой.



41.12



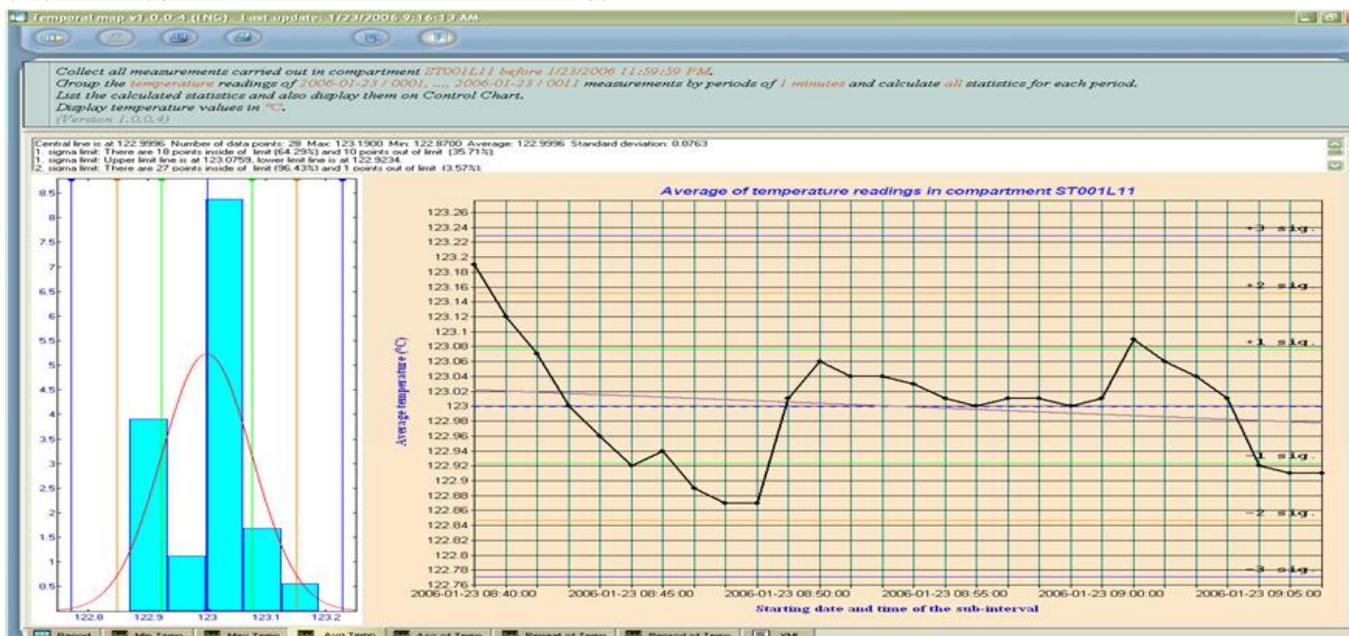
Знаменитый американский биотехнологический концерн **Opulus** (<http://www.opulus.com/>), повсеместно использующий в своей деятельности регистраторы iButton под фирменной маркой **PyroButton** (<http://www.pyrobutton.com/>), сопровождением и поддержкой которых занимается отдельное одноименное специализированное подразделение концерна (см. сообщения №2.18, №4.14, №6.5, №19.10, №24.12, №25.2, №26.9, №40.29), последнее время активно продвигает собственный проект применения регистраторов этого типа специально для ревизии процессов стерилизации при производстве фармацевтической продукции. Этот проект получил особое название **PyroButton Sterilization Process Management** (<http://test.pyrobutton.com/applications/sterilization.asp>). В рамках проекта компанией был разработан оригинальный пошаговый алгоритм управления подобным процессом контроля **PyroButton Sterilization Process Management Model** (<http://test.pyrobutton.com/applications/sterilization/pbspmm.asp>), в качестве основы которого предлагается применение особого комплекта **PyroButton-SQL/S** (<http://www.opulus.com/download.asp?cryptvar2=01704C00B06C00304800406900B06C01706B00F069>).



Такой комплект включает всё необходимое для обеспечения реализации процедуры тщательной оптимальной стерилизации, в том числе: автономные выносные регистраторы данных PyroButton-# выбранного пользователем типа, специализированную базу данных SQL (http://test.pyrobutton.com/products/software.asp#_PB-SQL), включающую калибровочные константы, необходимые для реализации процедур коррекции, зафиксированных регистраторами показаний, а также аппаратно-программные модули поддержки регистраторов и обработки накопленных ими данных. Специализированные программы обучения позволяют с лёгкостью освоить комплект для мониторинга



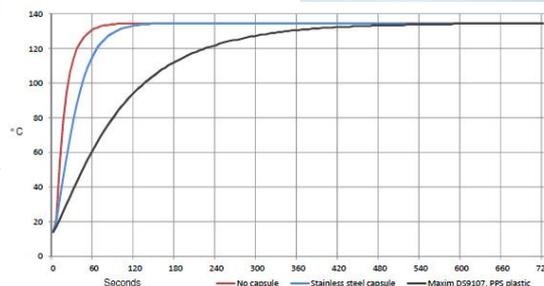
стерилизации, поскольку содержат все необходимые исчерпывающие инструкции, доходчиво раскрывающие каждую из операций использования оборудования и программ поддержки. Причём этот продукт подходит как для управления процессом стерилизации паром, так и для газовой стерилизации окисью этилена. Программа может быть использована также для метода сухой тепловой стерилизации. Как и все другие продукты PyroButton комплект **PyroButton-SQL/S** досконально реализует все требования и рекомендации, установленные *FDA (Food and Drug Administration) – Администрацией по пищевым продуктам и лекарственным средствам США* (<http://www.antibiotic.ru/rus/all/org/fda.shtml>) в отношении процедур отслеживания процессов стерилизации фармацевтической продукции. Основные особенности проекта **PyroButton Sterilization Process Management Model** подробно и наглядно изложены в специализированных презентациях по применению продуктов “*PyroButton Application for EO Sterilization Sterilization Validation & Monitoring System Based on PyroButton Technology (PyroButton is Intrinsically Safe)*” и “*Application for Steam Sterilization Sterilization Validation & Monitoring System Based on PyroButton Technology*” (<http://www.pyrobutton.com/casestudies/index.asp>).



41.13 Интернет-блог **Thermoblog.com** (<http://www.thermoblog.com/>), поддерживаемый компанией **Thermodata Corporation** (<https://thermodata.us/>) и полностью посвящённый различным примерам применения логгеров iButton (см. сообщения №28.26, №31.16, №33.15, №35.9), опубликовал статью об особенностях использования особых капсул от различных изготовителей, предназначенных для защиты устройств ТЕРМОХРОН при обеспечении ими мониторинга температуры стерилизаторов и автоклавов (<http://www.thermodata.us/thermoblog/protective-capsules-thermochron-temperature-loggers-used-sterilizers-and-autoclaves>). Отмечено, что подобные логгеры не являются в полной мере водонепроницаемыми. Кроме того, они не могут выдерживать внешнего давления, находясь непосредственно внутри рабочих камер стерилизаторов или автоклавов. В настоящее время на рынке представлено несколько вариантов защитных капсул для предохранения таких регистраторов от жидкостей и высокого давления. Однако следует учитывать, что защитная капсула может замедлить реакцию регистратора к резким изменениям температуры. Поэтому сотрудники компании Thermodata Corporation провели тест для определения тепловых характеристик двух типов защитных капсул при скачкообразном изменении температуры.



Изготовитель логгеров iButton компания **Maxim Integrated** производит защитные капсулы типа **DS9107**, предназначенные для эксплуатации устройств ТЕРМОХРОН в стерилизаторах с рабочей температурой +121°C. В качестве материала для таких капсул используют *PPS (Ryton®)*, который является одним из видов пластика, устойчивого к теплу и химическим веществам при температурах свыше +200°C. Целью описываемого теста являлось сравнение тепловых характеристик капсулы DS9107, а также капсулы специальной конструкции, изготовленной из нержавеющей стали в малазийской мастерской компании Thermodata.



В качестве тестового при этом использовался логгер ТЕРМОХРОН модификации DS1922E-F5, с диапазоном регистрируемых температур от +15°C до +140°C. Перед испытанием, регистратор был индивидуально откалиброван в метрологической лаборатории Thermodata. Полученные в ходе процедуры калибровки результаты показали, что точность регистратора находилась в пределах спецификации, опубликованных его изготовителем.

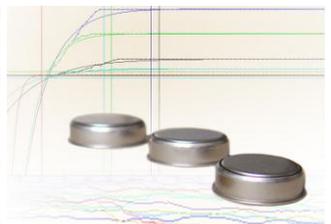
После проведения тестовых исследований, связанных со скачкообразным изменением температуры от +15°C до +135°C, полученные показания были обработаны и сопоставлены, что показало следующее:

- Незащищенный капсулой регистратор зафиксировал конечное значение скачка +135°C точно после 95 секунд.
- Регистратор, защищенный капсулой из нержавеющей стали, зафиксировал конечное значение скачка +135°C через 145 секунд.
- Регистратору, защищенному пластиковой капсулой, потребовалось почти 10 минут, чтобы зафиксировал конечное значение скачка +135°C. Причем 95% уровень конечного значения температуры +135°C был зафиксирован через 2 минуты, и ещё 8 минут потребовалось для окончательной фиксации регистратором конечного значения +135°C.

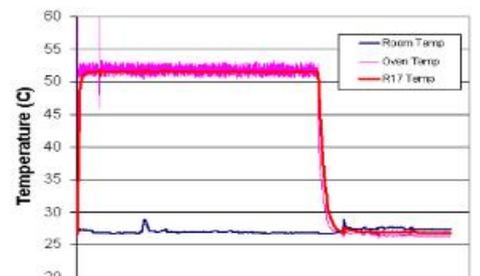
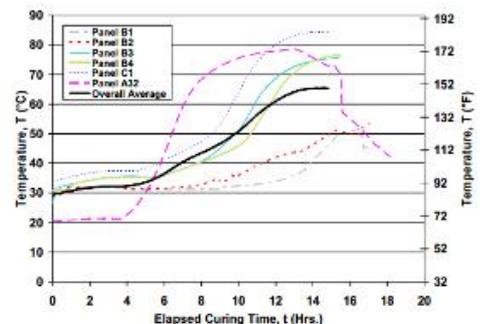
Таким образом, по результатам исполненного теста можно сделать следующие выводы:

- Время отклика регистратора ТЕРМОХРОН, защищенного пластмассовой капсулой значительно медленнее, чем время отклика регистратора, защищенного металлическим корпусом,
- Время отклика регистратора ТЕРМОХРОН, защищенного пластмассовой капсулой, велико при небольших температурных градиентах.

41.14  Компания **Metrology Technical Co., Ltd.** из Бангкока специализируется на испытаниях и тестировании различного технологического оборудования, а также является дистрибьютором такого оборудования, и испытательных и измерительных инструментов для его эксплуатации. Наряду с другими типами оборудования, Metrology Technical поставляет целую линейку технологических автоклавов высокого давления от компании *All American* из США (<http://netzenith.com/page12.php#autoclave>). Для оперативного тестирования и подтверждения качества работы этих автоклавов, непосредственно в ходе их эксплуатации, компания Metrology Technical предлагает измерительные комплексы на базе термолоттеров iButton (<http://netzenith.com/page12.php>). Всё оборудование поставляемое для термомониторинга имеет фирменное обозначение IBT-#### (<http://netzenith.com/page12.php#access>). Оно включает четыре модификации устройств ТЕРМОХРОН с различными диапазонами регистрируемых температур, а также аксессуары для подключения этих логгеров к персональному компьютеру с целью их обслуживания, в том числе для считывания из их памяти результатов мониторинга рабочих камер автоклавов (http://www.mtec.co.th/modules/main/attachments-downloader.php?attach_id=5020). Отмечено, что миниатюрные защищенные логгеры iButton, среди которых имеются, в том числе, приборы рассчитанные на контроль процессов с температурами выше +100°C, вплоть до +140°C, идеальны для мониторинга температур в рабочих камерах автоклавов, в том числе в тех случаях, когда они заполнены продуктами, требующими стерилизации или пастеризации.

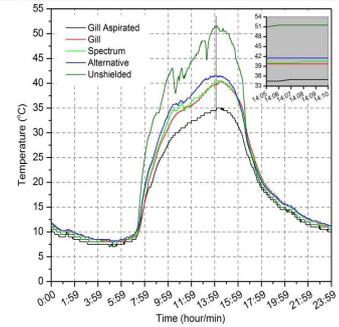


41.15  В библиотеке *Департамента транспорта Миссури (Missouri Department of Transportation)* под названием «*Performance Evaluation of Precast Prestressed Concrete Pavement*» опубликован итоговый отчет об оценке эффективности сборных, предварительно напряженных дорожных покрытий (<http://library.modot.mo.gov/RDT/reports/Ri03007/or08008.pdf>). Во время изготовления особых тестовых панелей, имитирующих фрагменты реальных бетонных покрытий, специалисты проводили мониторинг различных параметров бетона, в том числе и температуры при его застывании и во время пропаривания. Наряду с термопарами для этих целей использовались также и термолоттеры модификации DS1922L-F5. Для последующего съёма зафиксированных данных предварительно к корпусам логгеров припаивались провода, после чего регистраторы покрывались эпоксидной смолой, обеспечивающей их защиту от контакта с металлами и химически агрессивной средой внутри влажного бетона. В ходе проводимых исследований логгеры iButton подвергались продолжительным воздействиям, в том числе и высоким температур (вплоть до +80°C и выше). Анализ и обсуждение данных температурного мониторинга, полученных регистраторами на ранней стадии созревания бетона, и их сопоставление с механическими параметрами полученного т.о. дорожного полотна, позволили выработать ряд предложений по оптимизации используемой технологии.



41.16  В популярном международном журнале **Journal of Natural & Environmental Sciences** (*Журнал естественных и экологических наук*) опубликована статья под названием «*An Inexpensive Alternative Solar Radiation Shield for Ambient Air Temperature Micro-Sensors*» (<http://www.asiencejournal.net/asj/index.php/NES/article/viewFile/214/214>). В ней описывается изготовление

альтернативного недорогого средства защиты (экрана) от солнечной радиации для регистров ТЕРМОХРОН или подобных миниатюрных измерителей температуры. Конструктивно экран состоит из двух вставленных одна в другую и нанизанных на провод или шнур пластиковых белых воронок. При этом верхняя воронка приподнята относительно нижней на расстояние 1 см, нижняя воронка немного меньшего диаметра и перфорирована отверстиями, а горло верхней воронки закрыто крышкой. К концу шнура, выходящему из нижней воронки, привязывается стандартный пластиковый брелок, в который вставляется сам регистратор. Такая конструкция обеспечивает защиту от прямых солнечных лучей и осадков, одновременно позволяя пассивным воздушным потокам обтекать ТЕРМОХРОН. Для валидации созданного ими экрана авторы в безоблачную погоду провели одновременный мониторинг температуры воздуха незащищённым регистратором и регистраторами, закрытыми различными типами экранов. Мониторинг проводился в течение 24 часов с частотой регистрации раз в минуту. Для каждого прибора определялись экстремумы и средние значения температуры за весь период. Причём в ходе испытаний незащищёнными регистраторами ТЕРМОХРОН (защита – только прозрачное стекло) при попадании прямых солнечных лучей фиксировались температуры +53°C ...+55°C. Анализ полученных данных показал отсутствие статистически значимой разницы между среднесуточными значениями температуры при измерении с альтернативным защитным экраном и с другими типами экранов. Таким образом, описанная конструкция является жизнеспособной заменой для гораздо более дорогих промышленных экранов. Логгеры iButton, снабжённые такой альтернативной защитой, представленной в статье, обеспечивают эффективную и недорогую систему измерения температуры окружающей среды для широкого круга применений.



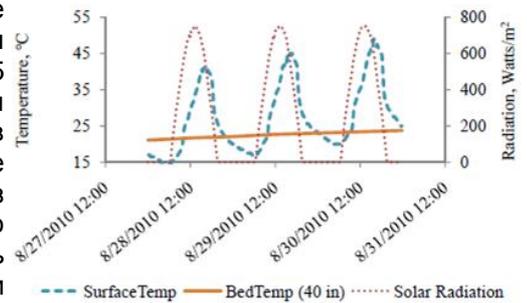
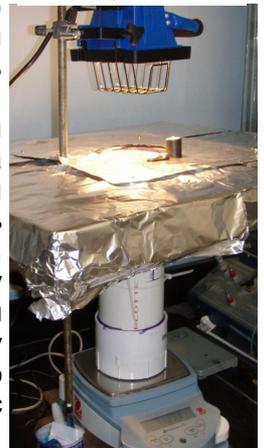
41.17



На странице американского **Университета Вилланова (Villanova University)** опубликована статья с названием «*Evaporation from A Pervious Concrete Stormwater SCM: Estimating the Quantity and its Role in the Yearly Water Budget*» (<http://www1.villanova.edu/content/dam/villanova/engineering/vcase/vusp/Nemiorosky-Thesis-11.pdf>).



В материале сообщается о проведённом исследовании испарения воды из проницаемого бетона, используемого для контроля ливневых осадков, и его роли в годовом водном балансе. Во время исследования определялись параметры, влияющие на скорость испарения влаги. Эксперименты проводились, как на настоящем бетонном покрытии, расположенном в черте города, так и в лаборатории с применением специальной установки, где образцы покрытия заключались в цилиндрические контейнеры, а погодные явления моделировались искусственно. Для контроля температуры и влажности окружающей среды, а также на поверхности образцов, использовались логгеры iButton модификаций DS1921G-F5 и DS1923-F5. Показания логгеров предварительно проверялись на согласованность, при этом расхождения между приборами не превысили величин 0,5°C и 5%RH, что незначительно в данном эксперименте. Длительность интервалов регистрации составляла 1 минуту (температура) и 20 минут (влажность). Результаты исследования свидетельствуют, что ежедневные скорости испарения из проницаемого бетона существенно меняются с изменением глубины, на которой поры полностью заполнены водой. Особо отмечено, что на всех представленных графиках приведены усреднённые значения температуры, однако отдельные значения температуры на поверхности бетона, зафиксированные логгерами DS1921G-F5 и DS1923-F5, достигали из-за воздействия солнечной радиации величин +62...+64°C. Полученные посредством логгеров результаты показали, что испарение играет видимую, но не слишком значительную роль при отводе влаги в покрытиях из проницаемого бетона, спроектированных для относительно быстрой инфильтрации. Тем не менее, эта роль может быть увеличена, если покрытия будут разработаны специальным образом, чтобы способствовать испарению.



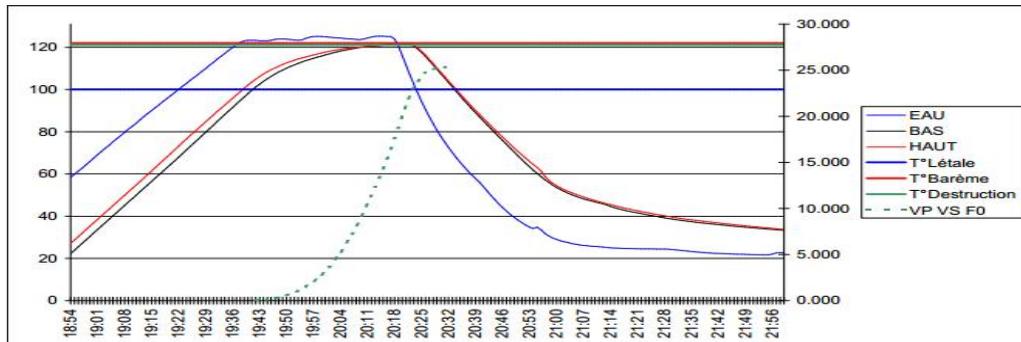
41.18



Известная французская компания **WARANET SOLUTIONS** (см. сообщения №8.28 и №9.9), которая с 2005 года продвигает логгеры iButton на европейском рынке (<http://www.waranet.fr/> или <http://www.waranet-solutions.com/>), активно развивает направление, связанное с использованием этих автономных регистраторов для целей контроля высокотемпературных процессов. Компания предлагает особый комплект аппаратно-программных средств, предназначенный для мониторинга высоких температур (http://waranet.fr/download/docs/kit_qualification_bareme_sterilisation_pasteurisation.pdf). Такой комплект включает один из логгеров iButton, с верхним диапазоном температур от +85°C... до +140°C. Подобные регистраторы поставляются под фирменными обозначениями ThermoPuce L (DS1922L-F5), ThermoPuce T



(DS1922T-F5) или ThermoPuce E (DS1922E-F5). Кроме того, для подключения к компьютеру доступен фирменный адаптер, а для защиты логгеров, размещаемых внутри автоклава предлагаются особые защитные капсулы. Оригинальное фирменное программное обеспечение **Warito** обеспечивает программирование характеристик логгеров непосредственно перед их эксплуатацией, а также извлечение накопленных в их памяти результатов, по окончании фиксируемого процесса. После программирования защищённый логгер помещается в тестируемое температурное поле (например, внутрь рабочей камеры автоклава) и находится в нём в течение всего отслеживаемого процесса. За тем логгер извлекается из рабочей точки, охлаждается, вынимается из защитной капсулы, останавливается и полученные из его памяти данные обрабатываются. Для этого используются специальные расчётные модули пакета Warito, которые помимо статистической обработки, также рассчитывают реперные точки зафиксированного процесса (в том числе автоматически вычисляются: т.н. пороговое значение пищи (VC), рассчитывается т.н. стерилизующее значение (FO или VS) или пороговое значение пастеризации (VP) (<http://www.liste-hygiene.org/arcbaremsterilisation.html>)) и обеспечивают его максимально доступную визуализацию. А в особом подразделе «Примеры применения» корпоративного сайта содержится множество отчетов о конкретных примерах использования предлагаемой технологии для контроля процессов термообработки пищевой продукции, включая: пастеризацию, стерилизацию (в том числе консервов), термообработку для кулинарии и т.д. (http://www.waranet.fr/page_application_ste_pasto.htm).



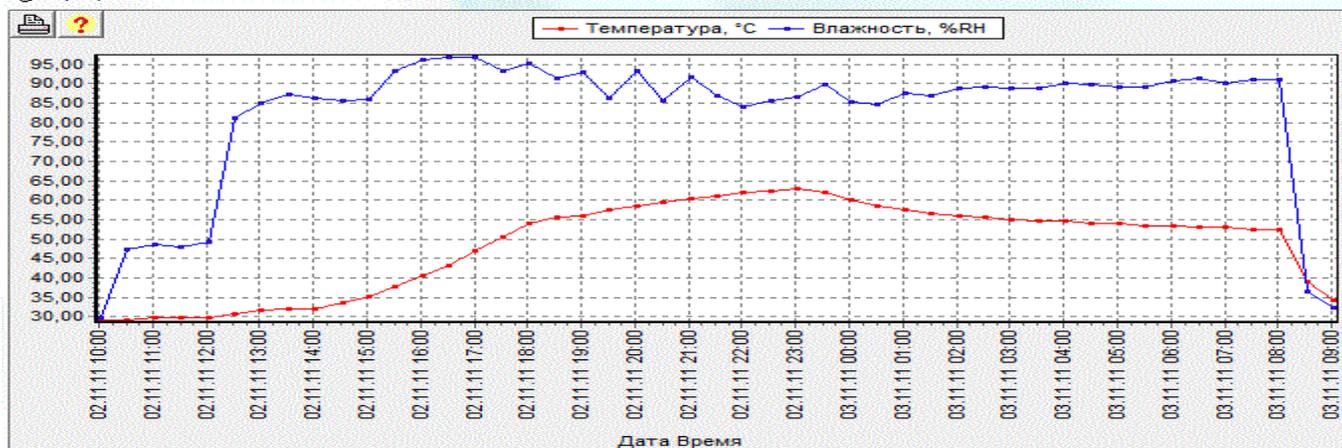
41.19



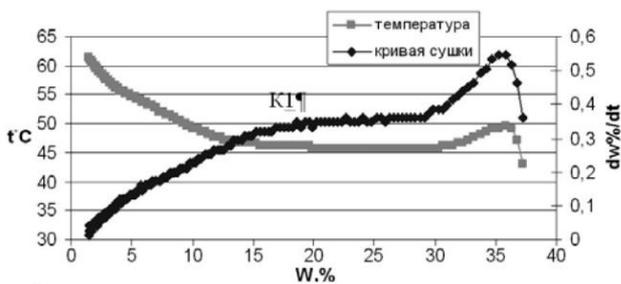
Благодаря большой работе, проведённой компанией **Инженерные технологии** (<http://gigrotermon.ru/>), при техническом содействии НТЛ «ЭлИн», получен давно ожидаемый сертификат №11386 (http://www.elin.ru/iBDL/images/iBDLR_kz_2014.jpg), удостоверяющий, что *Комитетом технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан* (<http://www.memst.kz/>) тип комплексов измерительных iBDL Ревизор iBDLR-L, iBDLR-T, iBDLR-TE, iBDLR-3, производимых ООО «Научно-техническая лаборатория «Электронные Инструменты», город г. Москва (<http://www.elin.ru/>), допущен к применению в Республике Казахстан на основании признания результатов испытаний и утверждения данного типа, проведённых РосТехТегулированием РФ. Комплексы зарегистрированы в реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан под № KZ.02.03.06312-2014/31926-12. Следует отметить, что получение такого сертификата достаточно актуально для компании Инженерные технологии, которая активно поставляет в Казахстан решения, основанные на использовании логгеров iButton. В том числе и устройства ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН для мониторинга высоких температур и влажности, которые включены в качестве штатных регистраторов в состав комплексов iBDLR-T, iBDLR-TE, iBDLR-3 (например, для оснащения лабораторий заводов ЖБИ, КПДиСК автономными малогабаритными самописцами температуры и относительной влажности, ООО "Инженерные Технологии" (<http://gigrotermon.ru/imag/shop/browse/?tags=23>)). НТЛ ЭлИн также осуществляет множество проектов, связанных с контролем качества пропарки ЖБИ. Пример см. <http://www.elin.ru/Application/?topic=dsk>.



График



41.20  Статья «Зависимость реологических свойств почвы от форм связи влаги с твердой фазой почвы» подготовленная специалистами Факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова и ФГУП «ВИМС» ([http://www.issp.psn.ru/files/Conf_part_3\(267-380\).pdf](http://www.issp.psn.ru/files/Conf_part_3(267-380).pdf)), посвящена изучению кинетики сушки почв. Т.е. изменения среднего влагосодержания и средней температуры почвы с течением времени, которое может служить в качестве одного из способов получения информации о закономерностях взаимодействия воды с твердой частью почвы. Температурные кривые, отражающие изменение температуры почвы с течением времени в процессе сушки, дают надёжные и правильные результаты, так как изменение температуры является основным признаком разного протекания процесса сушки почв. В данном исследовании была сделана попытка провести сопряженный анализ кривых сушки и температуры с основной гидрофизической характеристикой и кривой зависимости прочности от влажности. Почвенный образец, доведенный до состояния предела текучести, сушили при постоянной температуре +60°C. Контроль температуры в процессе сушки проводили с помощью температурных датчиков ТЕРМОХРОН. Прочность почвенных паст в процессе высушивания в сушильном шкафу при температуре +60°C определяли с помощью конического пластометра Ребиндера. Результирующий сопряженный анализ кривых сушки, температуры, зафиксированной логгером, и прочности показал зависимость структурно-механических реологических свойств почвы от формы связи почвенной влаги с твердой фазой.



Зависимость скорости сушки и температуры от влажности.

41.21  Эксплуатация регистраторов iButton с целью мониторинга высоких температур, как правило, сопряжена с дополнительным воздействием на логгер внешней среды: воды, давления, пара, агрессивных химических соединений. В таких случаях не рекомендуется использовать “таблетки”-логгеры без дополнительной защиты, т.к. это может вызвать повреждение внутренних уплотнений конструкции корпуса устройств ТЕРМОХРОН, что приведёт к разгерметизации и преждевременному отказу регистраторов. Поэтому для целей защиты регистраторов семейства DS192# ряд компаний по всему миру разработал и поставляет в качестве сопровождающего аксессуара т.н. защитные капсулы или защитные чехлы изготовленные из различных материалов. Представленная здесь Таблица содержит перечень моделей таких приспособлений, наиболее популярных на сегодня у пользователей.

Наименование	Производитель	Вид	Материал корпуса	Предельные параметры	Примечания
Thermochron protector	Инженерные Технологии (РФ) http://gigrotermon.ru/		Нержавеющая сталь	Температура – +150°C Давление – 7 МПа Инерционность- 120 с	Уплотнительное резиновое кольцо
iButton Capsule DS9107	Maxim Integrated (США) http://www.maximintegrated.com/		Сульфид полифенилена (PPS Ryton)	Температура – +140°C Давление – 1 МПа Инерционность- 150 с	Уплотнительное кольцо из силикона
SL50-ACC01	Signatrol Ltd (Великобритания) http://www.signatrol.com/		Нержавеющая сталь	Температура – +140°C Давление – 1 МПа Инерционность- 142 с	Уплотнительное резиновое кольцо
SL50-ACC06 / SL50-ACC08	Signatrol Ltd (Великобритания) http://www.signatrol.com/		Силикон	Температура – +300°C Давление – 0,05 МПа Инерционность- 500 с	Устойчивы к химическим растворителям
ELOG9054 / ELOG9054SILM	Elcoplast (Финляндия) http://www.elcoplast.com/		Нержавеющая сталь	Температура – +140°C Давление – 1 МПа Инерционность- 160 с	Уплотнительное резиновое кольцо
iBee 22T / iBee 22E	Alpha Mach (Канада) http://www.alphamach.com/		Силикон	Температура – +140°C Давление – 0,5 МПа Инерционность- 190 с	Обслуживание возможно без извлечения из капсулы

41.22  На сайте некоммерческой организации **International Initiative for Impact Evaluation** (Международная инициатива по оценке воздействий) выложен материал под названием «A Rapid Assessment Randomised – Controlled Trial of Improved Cookstoves in Rural Ghana» (http://www.3ieimpact.org/media/filer_public/2013/08/02/ow1_69_ghana_stoves_0207_top_1.pdf). Он посвящён исследованию улучшенных кухонных печей, используемых в сельской местности Ганы. Традиционно используемые в данной местности примитивные печи неэффективны, требуют много топлива и выделяют большое количество вредных твёрдых веществ и угарного газа. При осуществлении программы по установке в нескольких населённых пунктах печей более совершенной конструкции, производились сравнительные оценки некоторых показателей, связанных с их эксплуатацией. Для оценки суммарного

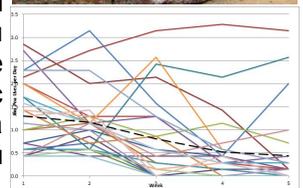
времени использования печей на них закреплялись терморегистраторы модификации DS1921G-F5, производившие мониторинг температуры в течение трёх недель с интервалами в 15 минут. Анализ результатов показал, что в среднем приготовление пищи на старых печах занимало больше времени, однако, количество топлива превышало использованное для новых печей лишь на 5%, что не является статистически значимым. Вместе с тем, произошло резкое снижение отрицательных симптомов, связанных с приготовлением пищи, таких как ожоги глаз, боль в груди и насморк. В целом, использование новых печей не было слишком успешным, но во время исследования были проверены недорогие методы для оценки производительности печей и воздействия вредных факторов на людей.



Следует отметить, что проблема воздействия на климат планеты используемых человеком примитивных энергетических источников исследуется самыми различными организациями. Причём из-за массовости использования мониторингу в первую очередь подвергаются любые приспособления для приготовления пищи, и, прежде всего, примитивные печи самых различных конструкций. Этим исследованиям сегодня посвящено множество подробных материалов, подготовленных самыми различными организациями. При этом большинство из них для целей мониторинга печей использовали именно высокотемпературные логгеры iButton модификаций DS1921G-F5 или DS1922T-F5. См. например:

1. Сообщения №16.8, №30.20, №30.27 и №32.20 Ежеквартального информационного бюллетеня "Логгеры iButton".
2. <http://www.escholarship.org/uc/item/9sr4r2mf#page-12>
3. http://www.cleancookstoves.org/resources_files/a-rapid-assessment.pdf
4. <http://faculty.haas.berkeley.edu/levine/papers/A%20rapid%20assessment%20randomized%20controlled%20trial%20of%20improved%20cookstoves%20n%20rural%20Ghana.pdf>
5. <http://www.elin.ru/Application/Presentations/test.pdf> (стр.10 презентации)
6. <http://indiaenvironmentportal.org.in/files/Low%20cost%20temperature.pdf>
7. <http://www.wecf.eu/download/2010/04/PCIA-Bulletin-Issue-23.pdf>
8. <http://www.nist.gov/iaao/upload/McCracken.pdf>
9. <http://berkeleyair.com/services/stove-use-monitoring-system-sums/>
10. http://berkeleyair.com/wp-content/publications/BA_WASHplus_Bangladesh_Report_130731_final.pdf
11. http://rembio.org.mx/wp-content/uploads/2014/10/Ruiz-Mercado_2012_Temperature-dataloggers-as-Stove-Use-Monitors-SUMS-Field-methods-and-signal-analysis.pdf

Ещё одним примером подобного исследования является статья озаглавленная "Monitoring and Evaluation of the Jiko Poa Cookstove in Kenya" (<http://www.washplus.org/sites/default/files/kenya-jiko-cookstove.pdf>), на сайте проекта **WASHplus**, чья деятельность посвящена обеспечению оздоровительных мероприятий в области водоснабжения, санитарии и гигиены домашних хозяйств. В ней описывается исследование производительности, и влияния на загрязнение воздуха печей для приготовления пищи улучшенной конструкции (типа *Jiko Poa*), установленных в рамках социального проекта в домашних хозяйствах Кении. Для получения информации о частоте и продолжительности использования оборудования к внешней стороне печей прикреплялись высокотемпературные логгеры модификации DS1922T-F5, которые регистрировали температуру с интервалами 7 минут на протяжении 5 и 10 недель. Данные мониторинга свидетельствовали, что за пять недель средняя частота использования печей *Jiko Poa* снизилась с 1,3 раза в день до 0,4 раза в день. В то же время, использование традиционных печей также уменьшилось с 1,6 до 1,0 раза в день. Частота использования дровяных печей в целом упала с течением времени, по мере установления сезона дождей, что, вероятно, повлияло на доступность древесного топлива. За последующие пять недель частота использования улучшенных печей стабилизировалась на уровне ~0,5 раза в день. Полученные результаты отражают известные ограничения технологии *Jiko Poa*: невозможность оставить печь без присмотра при длительных приготовлениях блюд на слабом огне, а также невозможность часто уделять время для обслуживания такой печи. Тем не менее, исследование выявило заметные преимущества печей улучшенной конструкции над традиционными печами в таких аспектах, как скорость приготовления пищи, эффективность использования топлива и воздействие на качество воздуха в жилищах.

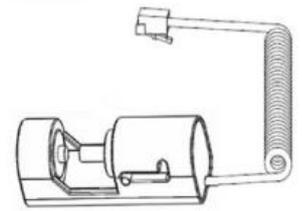


41.23  **maxim integrated.** Производитель логгеров iButton компания **Maxim Integrated** анонсировала на первые месяцы 2015 года начало поставок нового автоклавного логгера модификации **DS1922F#** (<http://www.maximintegrated.com/en/products/digital/data-loggers/DS1922F.html>), а также поставки нового варианта приспособления типа DS1402-RC3+ для подключения логгера DS1922F# к 1-Wire-адаптеру информационного сопряжения с USB-портом компьютера (*connects to the DS1922F* (<http://www.maximintegrated.com/en/products/comms/ibutton/DS1402-BP8.html>)). Компанией предоставлена предварительная документация на новое изделие. При этом основным температурным диапазоном, для эксплуатации в котором предназначена "таблетка" модификации DS1922F#, является, как и у регистратора модификации DS1922E-F5, диапазон +130°C...+140°C. Однако, в отличие от модификации DS1922E-F5, у которой в этом диапазоне абсолютная погрешность нормируется на уровне ±1,5°C, у регистратора новой модификации DS1922F# будет гарантирована более высокая точность,



характеризуемая относительной погрешностью $\pm 1\%$. Предполагаемая цена такого изделия составит около 180\$ за 1 шт. при единичных покупках. Логгеры модификации DS1922F# будут поставляться уже предварительно калиброванными и упакованными в защитные капсулы, имеющие конструкцию, сходную с поставляемой в настоящее время защитной капсулой DS9107. Непосредственно сам логгер DS1922F# устанавливается внутри такой защитной капсулы. При этом у капсулы есть контакты для обеспечения информационного обмена логгера с «внешним миром». Капсула после завершения процедуры мониторинга не разбирается, а вставляется в имеющее цилиндрическую форму приспособление DS1402-RC3+, которое непосредственно подключается к стандартному 1-Wire-адаптеру, обеспечивая считывание показаний из памяти DS1922F# в компьютер и его программирование на будущую сессию. Новый логгер имеет расширенную архитектуру, которая отличается от архитектуры выпускаемых в настоящее время регистраторов iButton. При этом Maxim Integrated объявил, что не будет сопровождать логгеры DS1922F# отдельными программами поддержки, а переносит эту задачу на венчурные компании. Отдельно обозначено, что логгер DS1922F#, имеет хороший потенциал применений, особенно в областях мониторинга и верификации процессов термической обработки пищевых продуктов и лекарственных препаратов внутри автоклавов, а также для целей подтверждения тщательности стерилизации инструмента в стоматологии.

DS1402-RCE+



41.24  В рамках тематического Интернет-блога **Thermoblog.com** (<http://www.thermodata.us/thermoblog/>), поддерживаемого компанией **Thermodata Corporation** (<http://www.thermodata.us/>) и полностью посвящённого различным примерам применения логгеров iButton (см. сообщения №28.26, №31.16, №33.15, №35.9), опубликована статья об организации мониторинга критических температурных точек рабочих узлов легкового автомобиля марки 2001 Audi A4 1.8T посредством высокотемпературных устройств ТЕРМОХРОН (<http://www.thermodata.us/thermoblog/turbo-loggers>). В качестве таких регистраторов специалистами Thermodata Corporation было использовано несколько логгеров модификаций DS1922T-F5 и DS1922E-F5, которые закреплялись в ряде контрольных точек фронтального интеркулера (*Front Mounted Intercooler*) автомобиля. При монтаже регистраторов в ходе проведения подобного эксперимента следует использовать специальную теплопроводящую пасту, значительно улучшающую тепловой контакт между контрольной точкой и корпусом регистратора. Кроме того необходимо обеспечить максимальную термоизоляцию логгеров от воздействия окружающей воздушной среды, например, посредством подходящего удерживающего тепло материала (удобнее всего использовать специальные ленты для теплоизоляции для труб). Предварительно запрограммированные терморегистраторы модификации DS1922E-F5 устанавливались на обоих концах промежуточного охладителя, с целью контроля перепада температур, через интеркулер в ходе движения автомобиля по трассе. Ещё один регистратор модификации DS1922E-F5 был установлен на горячей стороне (вход) интеркулера, а логгер модификации DS1922T-F5 был установлен на холодной стороне интеркулера, как раз перед дроссельной заслонкой. Регистраторы были запрограммированы для контроля температуры каждые пять секунд в течение всего дня. Каждый из регистраторов был предварительно откалиброван, что позволило надёжно сравнить различия в показаниях логгеров. Собранные устройствами ТЕРМОХРОН данные показали, что фронтальный интеркулер работает эффективней обычного, а охлаждение интеркулером может быть улучшено благодаря удалению нижней части бампера, который блокирует отдельные фрагменты FMIC.



41.25  В кулинарном разделе **Chef Simon** ведущего иллюстрированного еженедельного политического французского журнала **Le Monde** (<http://chefsimon.lemonde.fr/haccp.html>) большое внимание уделено применению логгеров iButton при приготовлении самых различных блюд высокой кухни. При этом такие регистраторы размещаются непосредственно внутри подвергающегося термообработке продукта, а зафиксированные ими показания, являются наглядным подтверждением качества термического воздействия в полном соответствии с требованиями международной системы HACCP. Это направление постоянно развивается, начиная ещё с ресторано-кулинарного сайта *Chef Simon*, который самостоятельно существовал вплоть до 2012 года (см. сообщения №6.15 и №28.29), поскольку наглядно иллюстрирует современные методы и направления развития высокой кухни. Там же приведено несколько конкретных примеров использования логгеров при готовке конкретных блюд. Причём в каждом случае детально рассмотрены: выбор модификации логгера, особенности размещения логгера внутри продукта, вопросы защиты логгера от воздействия влаги или пара, правила выбора темпа регистрации логгером температуры, нюансы динамики изменения температуры и реперные контрольные точки, определяющие



качество приготовления (<http://chefsimon.lemonde.fr/thermo-bouton.html>). Подобные пошаговые сценарии реализации эффективного контроля температуры с помощью логгеров iButton, разработанные специалистами, несложно самостоятельно распространить на порядок приготовления других похожих блюд.



Вообще тенденция использования высокотемпературных логгеров iButton для контроля качества приготовления блюд высокой кухни становится последнее время всё более распространённой. См., например, на эту тему сообщение №36.9 о компании **100%Chef**, которая широко продвигает такие регистраторы в качестве рядового кухонного аксессуара, публикуя сведения о них в собственном каталоге наряду с посудой и поварским инвентарём.

41.26  Аспирант Кубанского государственного технологического университета И. В. Степаненко опубликовал в научно-теоретическом журнале **«Известия вузов. Строительство»** статью под названием **«Твердение бетонов в условиях контактного подвода тепла»** (см. http://www.zimbeton.ru/article/2012_10_5.pdf или <http://izvuzstr.sibstrin.ru/uploads/publication/fulltext/2012-N10.pdf>). В ней изложены результаты исследований процесса структурообразования цементных систем в условиях контактного подвода тепла. Целью работы являлось уточнение взаимосвязи «температура — характер структурообразования» для более полного представления физической сущности деструктивных процессов и разработки соответствующих практических мер повышения свойств и однородности прогреваемого бетона (железобетона). В ходе испытаний уложенное в форму, тщательно уплотнённое на виброплощадке и накрытое полистирольной крышкой цементное тесто после 30-минутного выдерживания прогревали по заданному контроллером температурному режиму. С интервалом 5 мин (с момента начала прогрева) коническим пружинным пластометром в комплекте с прессом ПСУ-10 определяли величину пластической прочности, а посредством устройства ТЕРМОХРОН регистрировали значение текущей температуры. Анализ полученных результатов выявил кинетику пластической прочности и температуры в различных зонах прогреваемого образца. Таким образом было показано, что наряду с вышеотмеченными массообменными и экзотермическими явлениями огромную деструктивную роль в снижении прочности прогреваемого бетона играют неравномерно протекающие гидратационные, структурообразующие и усадочные процессы, способствует образованию микротрещин.

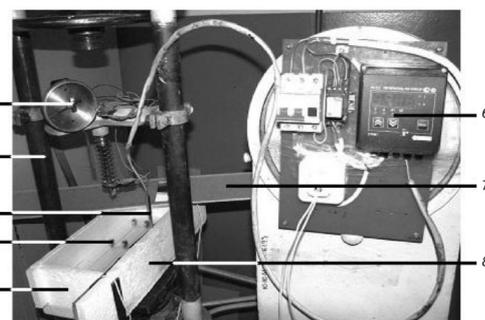
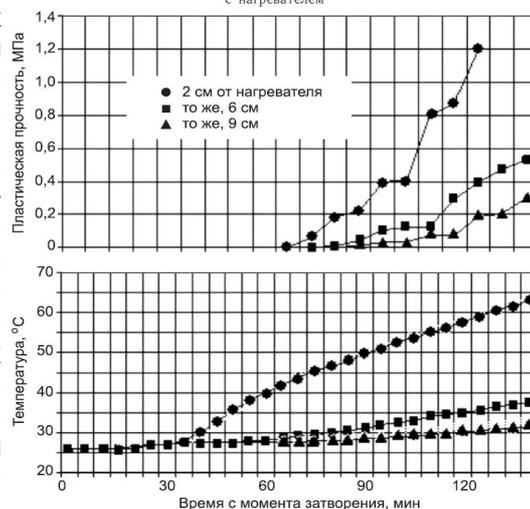
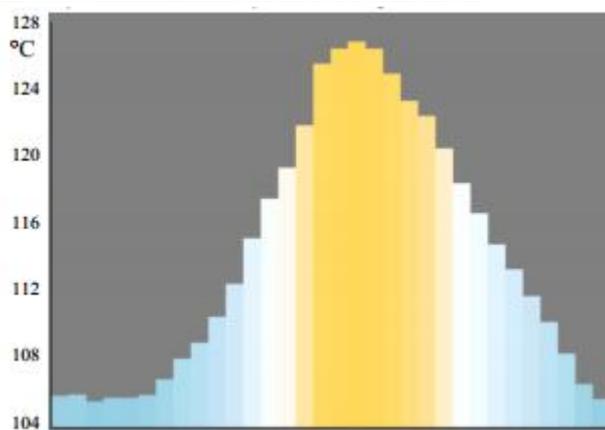


Рис. 1. Общий вид термопластометрической установки
1 — форма; 2 — термохрон; 3 — термопара контрольная; 4 — пресс гидравлический; 5 — пластометр пружинный; 6 — контроллер; 7 — крышка; 8 — стенка с нагревателем



41.27  Статья специалиста Санкт-Петербургского государственного университета водных коммуникаций Кардакова А. А., который активно использует регистраторы iButton для контроля и испытаний ходовых механизмов различных судов и кораблей (см. сообщения №32.26 и №35.16), под названием **«Использование тепловых методов в диагностике энергетического оборудования рыболовных судов»** опубликована в специализированном польском издании **Akademia Morska w Szczecinie** (http://repository.am.szczecin.pl/bitstream/handle/123456789/491/011%20ZN_AM_35107_Klyus_Behrendt_Rajewski_Szczepanek_Bezyukov_Kordakov.pdf?sequence=1). В статье представлены методы неразрушающего контроля для целей диагностики энергетического оборудования судовых энергетических установок рыболовного флота на примере стендовых испытаний дизелей. При этом для исследования динамики изменения теплового состояния дизелей были использованы терморегистраторы модификации DS1922T-F5. Применение таких регистраторов позволяет проследить тепловое состояние двигателей во время полного цикла их работы, температурное распределение по площади остовов и других элементов двигателей, что дает возможность рассчитать максимальные значения градиентов температур по интересующим исследователя направлениям и определить их периодичность. Например, при исследовании динамики теплового состояния форсунок одного из тестируемых судовых агрегатов с помощью регистраторов модификации

DS1922T-F5, установленных на корпусах форсунок, выявлено, что температура корпуса форсунки четвертого цилиндра на протяжении всего цикла испытаний дизеля была существенно ниже по сравнению с температурами остальных форсунок. При этом с целью получения максимальных градиентов температур и исследования динамики изменения теплового состояния форсунок вывод дизеля на 100% нагрузку осуществлялся сразу же после его запуска. Таким образом, с помощью подобных логгеров возможен оперативный контроль температурного состояния деталей остова и других элементов судового дизеля, что позволит оптимизировать его теплонапряженное состояние, уменьшит вероятность образования трещин в наиболее дорогих и трудоемких в ремонте элементах (крышках, втулках, блоке цилиндров, анкерных связях и шпильках), во всем диапазоне эксплуатационных режимов. Отмечено, что подобные средства измерения тепловых полей позволяют своевременно обнаружить возникновение неполадок в работе оборудования, выявить аномальные зоны с повышенной температурой, предотвратить развитие дефектов, аварийных ситуаций и пожарной опасности на судне. Указанные приборы могут быть рекомендованы экипажам судов для проведения постоянного и периодического теплотехнического контроля судового энергетического оборудования.



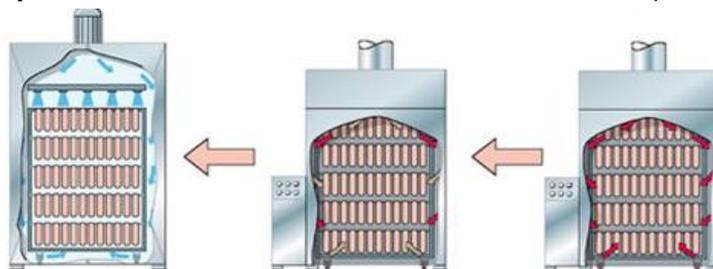
Кроме того, дополнительные материалы по данной тематике, связанные с использованием Кардаковым А. А. регистраторов DS1922T-F5 для целей мониторинга температур судовых энергетических установок можно получить из материалов, доступных по следующим ссылкам.

<http://tekhnosfera.com/otsenka-tehnicheskogo-sostoyaniya-sudovyh-dizeley-i-sistem-gazovypuska-metodom-teplovogo-diagnostirovaniya>
<http://www.referun.com/n/otsenka-tehnicheskogo-sostoyaniya-sudovyh-dizeley-i-sistem-gazovypuska-metodom-teplovogo-diagnostirovaniya>

41.28  В настоящее время наиболее продвинутые производители продуктов питания активно применяют высокотемпературные регистраторы ТЕРМОХРОН для решения самых различных производственных задач, связанных с термообработкой продукции, например:

1. *ВНИИКОП (Москва)* - исследование процессов стерилизации в консервном производстве.
2. *Лианозовский МК (Москва)* - контроль температуры в продукте при варке и пастеризации ягодного джема.
3. *Михайловский Молокозавод (Владивосток)* - контроль температуры в продукте при стерилизации молока.
4. *Русский Рыбный Мир (Подольск)* - запись температуры внутри автоклава при производстве консервов.
5. *Мелеузовский МК (Мелеуз)* - контроль температуры в продукте при стерилизации молока.
6. *Марина (Московская область)* - контроль температуры продукта при его обработке в камерах копчения.
7. *ГРИГ Чернобыльского (Хабаровск)* - контроль температуры при производстве мясной гастрономии.

 Организация применения устройств ТЕРМОХРОН для подобных целей рассматривается также в диссертации Уразова Д. Ю., которая была выполнена в воронежском ВГУИТ и названа «*Научное обеспечение процесса термовлажностной обработки колбасных изделий*» (http://www.vsuet.ru/diser/40_UrazovDYu/dis_UrazovDYu.pdf). В ней в частности отмечено, что согласно Техническим условиям на выработку колбасных изделий процесс варки продолжается до достижения температуры в центре батона равной +70...+72°C, при этой температуре изделие считается готовым. Однако зачастую, ввиду отсутствия возможности точного и своевременного контроля технологического параметра, длительность варки превышает необходимую для достижения указанного температурного режима. Это обусловлено опасением производителя в получении некачественного, опасного, с точки зрения потребительских свойств, продукта. В среднем, продолжительность процесса варки на производстве превышает расчётную на четверть, при этом происходит перегрев колбасного изделия и, как следствие, увеличение времени его последующего охлаждения, что, в свою очередь, не лучшим образом сказывается на общей энергоэффективности производства.



Осознавая проблематику, крупные производители уже внедряют на своих производствах системы контроля за режимами производства. Так служба профилактики и ветеринарного контроля одного из крупнейших в России мясоперерабатывающих заводов ОАО «Царицыно», с 2008 года активно использует устройства ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5 для контроля температурного режима на всех участках производства мясной продукции. Комплект из 20 регистраторов применяется не с целью постоянного непрерывного контроля температурных режимов какого-либо отдельного производственного процесса, но с целью периодического тестирования корректности работы самого различного технологического оборудования, используемого при изготовлении мясной продукции, связанной с динамикой изменения температур (нагревом и/или охлаждением).

На некоторых российских предприятиях пищевой промышленности проводились эксперименты по эксплуатации подобных устройств для контроля процессов изготовления продукции. Например, на МПЗ «Делмос» в 2012 году велись работы по применению устройств ТЕРМОХРОН в качестве электронных термографов в рабочих камерах шкафов копчения. А на МПЗ «КампоМос» устройства ТЕРМОХРОН используются для фиксации динамики варки ветчины непосредственно в пароварочных камерах и динамики застывания в формах. Причём, по зафиксированному устройством результату (эпюре процессов охлаждения душированием и воздушным охлаждением в камере), продукту присваивается соответствующая сортность. Основываясь на приведённых данных, можно сделать выводы, что с целью повышения энергетической эффективности производства перспективным является внедрение подобного энергосберегающего мониторинга на стадиях с максимальным энергопотреблением: нагрев (варка) и охлаждение колбасных изделий.



А в выполненной во ВНИРО диссертации Андриюхиной Е. Н. под названием «Обоснование и разработка технологии супов рыбных стерилизованных для питания детей раннего и дошкольного возраста», рассмотрены технологические схемы для изготовления стерилизованных рыбных супов, предусматривающие особенности технологической подготовки сырья и вспомогательных материалов, режима стерилизации и составления консервной массы для конкретного ассортимента рыбных супов (см. <http://www.dissercat.com/content/obosnovanie-i-razrabotka-tehnologii-supov-rybnykh-sterilizovannykh-dlya-pitaniya-detei-rannego-i-doshkolnogo-vozrasta>) или <http://tekhnosfera.com/obosnovanie-i-razrabotka-tehnologii-supov-rybnykh-sterilizovannykh-dlya-pitaniya-detei-rannego-i-doshkolnogo-vozrasta>).

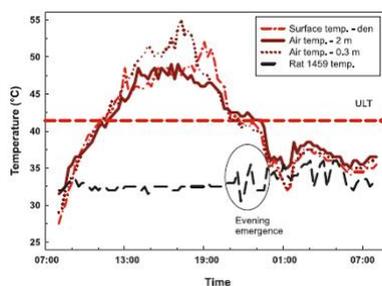
При этом прогревы рыбных супов проводили в автоклаве, а в качестве датчиков для контроля температуры в стерилизуемом продукте и в автоклаве были использованы, в том числе, устройства ТЕРМОХРОН с программным обеспечением НТЛ ЭлИн, позволяющие контролировать температуру в автоклаве (в различных точках) и в банках с продуктом в процессе всего цикла стерилизации с интервалом 1 минута.



41.29  Нередко логгеры iButton, активно используемые многочисленными исследователями при изучении микроклимата экстремальных зон обитания пустынных и тропических животных, подвергаются экстремальным тепловым нагрузкам, что значительно снижает ресурс их эксплуатации.

На веб-странице **Факультета биологии Университета Нью-Мексико** (*Department of Biology at UNM*) опубликована статья под названием «*Estimating the influence of the thermal environment on activity patterns of the desert woodrat (Neotoma lepida) using temperature chronologies*» (http://biology.unm.edu/fasmith/Web_Page_PDFs/Murray_Smith_2012_CJZ.pdf). Она посвящена исследованию

влияния температурных условий среды на активность *пустынных хомяков* в калифорнийской Долине смерти. Учитывая значительную разницу температур внутри и снаружи гнёзд хомяков, для определения регулярности и продолжительности их периодов активности специалисты с помощью кабельных стяжек закрепляли на шеях грызунов миниатюрные термолггеры iButton модификации DS1921G-F5. Одновременно логгеры DS1921G-F5 производили мониторинг температуры окружающей среды на высотах от 0,3 до 2 метров в местах обитания хомяков – в зарослях мескитовых деревьев. Регистрация осуществлялась с интервалами 5 и 15 минут. Полученные результаты убедительно показали, что температура окружающей среды влияет на паттерны активности хомяков и, кроме того, что величина эффекта зависит от пола и массы тела животного. Животные не покидали свои жилища до тех пор, пока температура снаружи не опускалась ниже +42°C. Повышение температуры окружающей среды приводит не только к сокращению числа ночных периодов деятельности, но и ограничивает продолжительность каждого из них. В данной местности хомяки уже живут в условиях, близких к их тепловым границам (максимальные значения на солнце, зафиксированные логгерами составляли +54°C...+55°C), таким образом, прогнозируемый в ближайшее десятилетие рост летних температур поставит под сомнение выживаемость и плодовитость этих грызунов в пустыне.



41.30  В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (<http://www.kgasu.ru/>) устройства ТЕРМОХРОН активно применяются при самых различных исследованиях (см. сообщение №26.23).

Новая статья специалистов университета опубликованная в журнале **Известия КГАСУ** под названием «Исследование влияния супер- и гиперпластификаторов на основные свойства цементного теста» (http://izvestija.kgasu.ru/files/2_2013/221_225_Bogdanov_Ibragimov.pdf) посвящена вопросам влияния отечественных и зарубежных супер- и гиперпластификаторов на нормальную плотность и сроки схватывания цементного теста, а также изучению влияния исследуемых добавок на тепловыделение и контракцию цементного теста. Исследования тепловыделения при гидратации цемента проводились методом термосной калориметрии с использованием измерительного комплекса «ТЕРМОХРОН DS1921». При этом максимальные фиксируемые логгерами температуры достигали значений +68°C...+77°C. В результате были получены температурные кривые гидратации портландцемента Вольского завода с исследуемыми добавками. Проведенные исследования свидетельствуют о высокой эффективности добавок на основе эфиров поликарбоксилата. Копия этой статьи также доступна по адресу http://www.rifsm.ru/files/sm_11_10_fin.pdf,

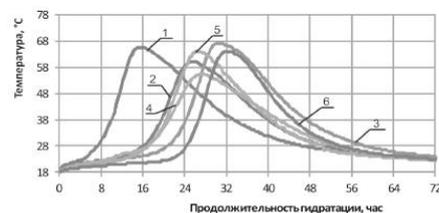


Рис. 1. Тепловыделение при гидратации портландцемента Вольского завода с добавлением пластифицирующих добавок: 1 – без добавок; 2 – MelFlux 5581F (0,5 %); 3 – Remicrete SP 10 (1 %); 4 – Remicrete SP 30 (1 %); 5 – Полипласт 1МБ (3 %); 6 – Полипласт ПФМ-НЛК (0,8 %)

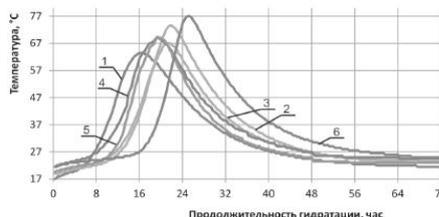
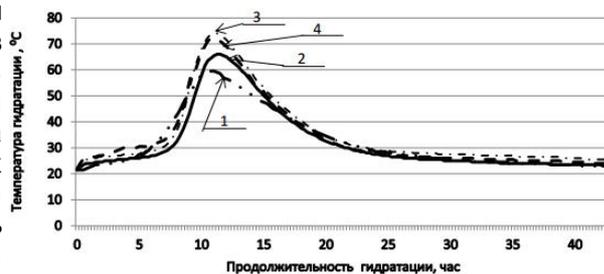


Рис. 2. Тепловыделение при гидратации портландцемента Вольского завода с добавлением пластифицирующих добавок и метаксилана (5 % от веса цемента); условные обозначения (рис. 1)

А в кандидатской диссертации Хузина А. Ф. «Цементные композиты с добавками многослойных углеродных нанотрубок» (www.kgasu.ru/.../Кандидатская%20диссертация%20Хузина%20А.Ф..pdf), выполненной в КГАСУ, измерители-регистраторы температуры ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5 рассматриваются как основные инструменты при исследованиях кинетики тепловыделения при исследовании гидратации цементного камня. При этом с целью фиксации изменения температуры регистраторы устанавливаются в защитные капсулы и укладываются вместе с испытуемым материалом в непроницаемые термосы. Посредством этих логгеров были проведены экспериментальные исследования кинетики тепловыделения при гидратации цемента Вольского завода в присутствии комплексных наномодифицированных добавок. Исследования тепловыделения при гидратации цемента проводились методом термосной калориметрии с использованием измерительного комплекса «ТЕРМОХРОН DS1921G-F5».



Ещё одна работа сотрудников КГАСУ под названием «Разработка цементно-волоконистых плит на основе целлюлозных волокон» (http://lib.sstu.ru/open/vestniki/2010/04_51_2010_02.pdf), связанная с использованием при исследованиях устройств ТЕРМОХРОН, опубликована в «Вестнике Саратовского государственного технического университета». В ней представлены результаты разработки цементно-волоконистых (фиброцементных) плит на основе целлюлозных волокон. Показана возможность повышения их эффективности на основе модификации вяжущего активными минеральными и химическими добавками. Отмечено, что изделия, полученные из фиброцементной смеси выдерживались в пропарочной камере (по режиму: 2 ч - подъём температуры до +65°C, изотермическая выдержка в течении 4 ч, 2 ч - охлаждение). Для оценки влияния добавок на процесс гидратации проведены экспериментальные исследования кинетики тепловыделения при гидратации цемента и контракции цементного теста с добавками. Исследования тепловыделения при гидратации цемента проводились термосным методом с использованием измерительного комплекса «Термохрон Ревизор TCR-#».

