

Логика работы на данном этапе заключается в том, что проект государственного стандарта прорабатывается поэтапно.

Сессия 1-го уровня иерархии - проект стандарта как модуль делится на разделы. Сессии 2-го уровня иерархии (количество равно числу разделов) - каждый раздел прорабатывается как отдельный модуль в подразделы. Затем проводятся сессии 3-го уровня иерархии - каждый подраздел прорабатывается в пункты. Завершают работу сессии 4-го уровня иерархии - каждый пункт прорабатывается в подпункты. Т.е. происходит поэтапная декомпозиция информации об объекте стандартизации.

В зависимости от наличия информации, собранной на 1 этапе, каждая сессия может быть реализована в виде модуля А, либо модуля В.

Модуль А включает следующие шаги:

- разработка и рассылка анкет для участников фокус-группы;
- обобщение данных анкетирования и принятие решение по структуре и параметрам стандарта;
- организация и проведение дополнительного опроса (при необходимости).

Модуль В включает следующие шаги:

- генерирование структуры и параметров стандарта методом мозгового штурма участниками фокус-группы;

- разработка и рассылка анкет для участников фокус-группы;

- обобщение данных анкетирования и принятие решение по структуре и параметрам стандарта;

- организация и проведение дополнительного опроса (при необходимости).

Модуль А выбирается в случае, когда модератор сформулировал для себя представление об объекте стандартизации. Фокус-группа необходима для оценки консенсуса. Модуль В – в случае, когда модератор не имеет представления об объекте стандартизации. Фокус-группа необходима для генерирования такого представления и оценки консенсуса.

Организованный с помощью фокус-группы процесс формирования «скелета» первой редакции проекта государственного стандарта находится в управляемых условиях, позволяет гарантировать тот факт, что первая редакция стандарта будет иметь консенсус при рассылке ее на отзыв.

1. Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» № 437-3 от 26 октября 2016 г.

УДК 536.5.082(045)(476)

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕЦИЗИОННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Стрельчук Е.Н.

*Белорусский государственный институт метрологии  
Минск, Республика Беларусь*

Температура является одним из важнейших параметров, требующих высокой точности измерения как на производстве, так и в быту. И в настоящее время эти требования постоянно растут.

Для обеспечения высокоточных измерений на территории Республики Беларусь в период с 1993 г. по 1995 г. в НПО "ВНИИМ" им. Д.И. Менделеева» и Минском центре стандартизации, метрологии и сертификации Республики Беларусь был разработан, создан и исследован эталон единицы температуры.

В период с 2006 г. по 2008 г. в соответствии с заданием 1.3 "Модернизировать Национальный эталон единицы температуры – кельвин" подпрограммы "Эталоны Беларуси" государственной научно-технической программы "Разработка и изготовление эталонов Беларуси, уникальных приборов и установок для научных исследований" проведена модернизация эталона. В результате проведенной работы был создан современный эталон, соответствующий международным требованиям и имеющий метрологические характеристики на уровне лучших мировых достижений в области контактной термометрии.

В настоящее время в состав эталона единицы температуры входят следующие средства измерений:

- 1 Ампулы реперных точек:
  - тройной точки ртути (минус 38,8344 °С);
  - тройной точки воды (0,01°С), внешний вид представлен на рисунке 1;
  - точки плавления галлия (29,7646 °С);
  - точки затвердевания индия (156,596 °С);
  - точки затвердевания олова (231,928 °С);
  - точки затвердевания цинка (419,527 °С);
  - точки затвердевания алюминия (660,323 °С), внешний вид представлен на рисунке 2;
  - точки затвердевания серебра (961,78 °С);
- 2 Прецизионный термометрический мост F18;
- 3 Комплект эталонных мер электрического сопротивления Tinsley;
- 4 Группа платиновых термометров сопротивления – рабочие эталоны;
- 5 Прецизионный измеритель температуры Fluke 1590 Super Thermometer;
- 6 Термостатирующие устройства для поддержания ампул реперных точек:

- термостат низкотемпературный "Криостат ТТВ";
- устройство термостатирующее "Термостат АЗ" (Ga);
- устройство термостатирующее для поддержания реперной точки "точка затвердевания индия (In)";
- устройство термостатирующее для поддержания реперной точки "точка затвердевания олова (Sn)";
- термостатирующее устройство "Цинк-5";
- печи Fluke 9115A, Fluke 9116A – для поддержания ампул реперных точек затвердевания алюминия и серебра;
- термостат Fluke 7108 – для поддержания ампулы тройной точки ртути.



Рисунок 1 – Внешний вид ампулы тройной точки воды и вспомогательное оборудование

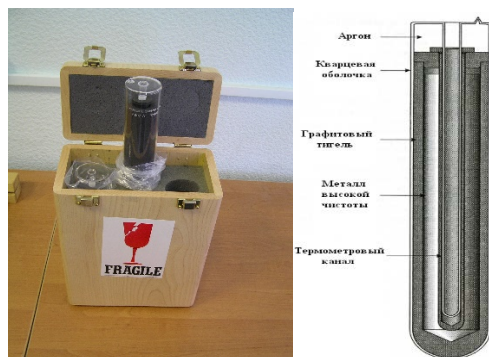


Рисунок 2 – Внешний вид и конструкция ампулы реперной точки затвердевания алюминия

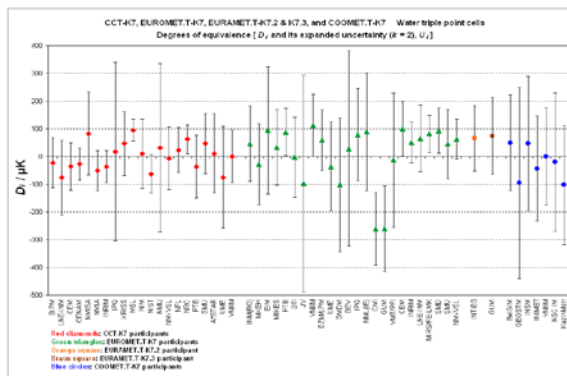


Рисунок 3 – Всемирный график степеней эквивалентности эталонов

Для исследования эквивалентности единицы температуры, реализуемой эталонами разных стран, проводятся международные ключевые сличения эталонов, организуемые консультативным комитетом по температуре (ККТ) при Международном бюро мер и весов (МБМВ). Для подтверждения метрологических характеристик Национального эталона единицы температуры Республики Беларусь и для оценки неопределенностей реализации температурной шкалы национальной реализации единицы температуры участвовал в сличениях в рамках КОOMET:

- "Региональные сличения национальных эталонов единицы температуры в диапазоне температур от тройной точки воды до температуры затвердевания цинка" № 285/RU-a/03, подтверждена эквивалентность эталона в реперных точках затвердевания олова (231,928 °C) и цинка (419,527 °C);
- "Региональные сличения ампул тройной точки воды национальных эталонов единицы температуры" №395/BY-a/07.

Таблица 1

№ измерения	Измеренное значение сопротивления эталонного термометра сопротивления в ТТВ, Ом
1	25,024995
2	25,024987
3	25,025028
4	25,024997
5	25,025001
6	25,025030
7	25,025003
8	25,025035
9	25,025039
10	25,025003
11	25,025039
12	25,025037
13	25,025037
14	25,025048
15	25,025048
СКО, мК	0,15

В результате участия в данных сличениях Национальный эталон единицы температуры Республики Беларусь представлен на всемирном графике степеней эквивалентности эталонов, приведенном на рисунке 3.

В настоящее время разработаны обновленные версии методик экспертизы (Review Protocols) в области термометрии, которые являются основными документами, для оценки возможности опубликования представляемых СМС на сайте МБМВ. В соответствии с вышеуказанным документом в некоторых случаях решение о возможности введения СМС данных в базу МБМВ принимается региональной организацией, однако окончательное заключение вырабатывается на заседании рабочей группы WG-8 ККТ, где рассматриваются результаты экспертизы измерительных возможностей.

В настоящее время по результатам данных сличений БелГИМ опубликовано 37 строк СМС-данных.

В соответствии с МТШ-90 основной величиной, используемой для расчета температуры, измеренной с помощью платинового термометра сопротивления, является  $W(t)$  - отношение его сопротивления при измеряемой температуре к сопротивлению при температуре ТТВ. Следовательно, достоверность и воспроизводимость температурной шкалы в целом определяется достоверностью воспроизведения температуры ТТВ.

Результаты исследований стабильности поддержания температуры ТТВ приведены в таблице 1.

Исследования проведены с помощью эталонного платинового термометра сопротивления ПТС-25 с номинальным сопротивлением в ТТВ 25 Ом.

Как видно из таблицы 1 СКО не превышает значения, заявленного в СМС-данных.

УДК 006.91

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА В КОНТЕКСТЕ ПАРАДИГМЫ «INDUSTRIE 4.0»

Разумный А.И.<sup>1</sup>, Гуревич В.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт метрологии»  
Минск, Республика Беларусь

Мир стоит на пороге четвертой промышленной революции. Первая промышленная революция была вызвана властью над водой и паром для перехода от человеческого труда к механическому производству. Вторая промышленная революция основывалась на использовании электроэнергии и поточного производства для создания массового производства. Третья промышленная революция использовала электронику и информационные технологии для автоматизации производства. Четвертая – текущая тенденция автоматизации и обмена данными в технологиях производства.

Несмотря на то, что в Республике Беларусь еще сравнительно мало говорят о таких вещах как «Industrie 4.0», «Интернет вещей» (Internet of Things – IoT), киберфизические системы (Cyber-Physical Systems – CPS) и облачные вычисления (Big Data Mining), несколько стран с развитой экономикой уже реализуют концепцию «индустрии 4.0», обозначающую четвертую промышленную революцию, масштаб и характер изменений которой, по данным Всемирного экономического форума (ВЭФ), оценивается как беспрецедентный в истории человечества. Четвертая промышленная революция обладает огромным потенциалом для увеличения уровня жизни, производительности труда и темпам роста ВВП, повышения качества выпускаемой продукции, а так же энергоэффективности, эффективности использования ресурсов и защиты окружающей среды. Изменения, связанные с этим сдвигом парадигмы, затронут самые

Благодаря национальному эталону единицы температуры в Республике Беларусь было налажено производство прецизионных средств измерений температуры, таких как измерители температуры эталонные (ИТЭ), а также решена проблема метрологического контроля прецизионных средств измерений температуры контактным методом зарубежного производства.

В настоящее время измерители температуры эталонные (ИТЭ) применяются для проведения измерений температуры с высокой точностью (до 0,01 °С) в органах ГМС, а также в метрологических лабораториях предприятий. Данные средства измерений не только улучшили качество метрологических услуг, но и позволили в ряде случаев отказаться от использования лабораторных ртутных стеклянных термометров.

разные стороны жизни, начиная от освобождения человека от рутинных типовых задач и заканчивая трансформацией экономики и рынка труда, изменениями в политических системах и социальным расслоением. Например, помимо работы по внедрению «Industrie 4.0» развивающиеся страны должны подготовиться к тому, что они столкнутся с последствиями ее реализации в странах с развитой экономикой. Некоторые из этих последствий связаны с уменьшением потоков прямых иностранных инвестиций и еще одним проявлением увеличивающегося технологического разрыва, что приведет к еще большему дефициту ВВП и, следовательно, большим различиям в плане благосостояния. Таким образом, если не воспользоваться преимуществами «Industrie 4.0», то данные проблемы значительно увеличиваются в своих масштабах.

Впервые термин «Industrie 4.0» и свое видение о будущем развитии промышленности было представлено правительством Германии на Ганноверской ярмарке в 2011 году, а уже два года спустя на том же месте правительство представило свою государственную программу «Industrie 4.0», в рамках которой предполагается, что крупные немецкие концерны при грантовой поддержке Федерального правительства будут проводить исследования и внедрять инновации в целях создания полностью автоматизированного «умного» производства (Smart Factory), линии и изделия на котором будут взаимодействовать друг с другом и потребителями в рамках концепции «Интернета вещей». Уже