

При проведении вычислительного эксперимента плоскости модели $X=0$ $Y=0$ $Z=0$ были поочередно закреплены, а к плоскостям $X = B$, $Y=B$, $Z=B$ (где B – длина, ширина, глубина модели) было приложено давление. При заданной схеме нагружения НДС должно быть равномерным и монотонным. Согласно канонам прикладной механики материал представляет собой однородную сплошную среду; свойства материала во всех точках тела одинаковы и не зависят от размеров тела.

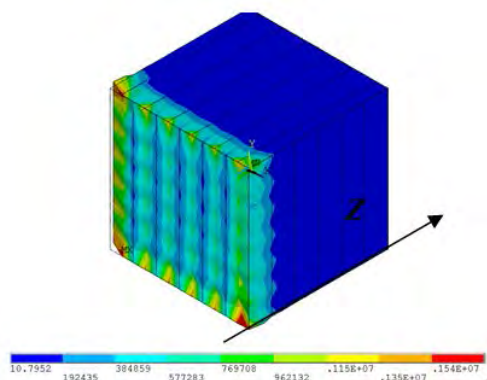


Рисунок 5 – Эпюра напряжения по Мизесу при нагрузке по оси Z

Более высокий уровень деформаций на передних гранях объясняется особенностями задания граничных условий, а также взаимодействием объемных и стержневых элементов. Об этом свидетельствует наличие на эпюрах полос, параллельных армирующим волокнам, а также наличие точечных участков, соответствующих стержням, параллельных оси X, оси Y, оси Z.

В результате моделирования было показано, что анизотропия механических свойств по координатным осям в 4D материалах, имеющих свойства углеродных волокон и углеродного пека, составляет до 11,3%. Адекватность модели была подтверждена экспериментальными данными. Это позволяет использовать ее для расчета напряжений и деформаций возникающих под действием нагрузок в реальных изделиях.

1. Композиты УУКМ [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://carbon.com.ua/materialy/ccs/>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Технология и проектирование углерод-углеродных композитов и конструкций / Ю.В. Соколкин [и др.] – М.: Мир. – 1996.

УДК 628.518

О СТАНДАРТАХ ПО ЛАЗЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Исаевич А.В.

*Институт физики НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время лазеры широко применяются не только в научных исследованиях, промышленности, медицине, связи и других отраслях хозяйства, но и в быту. Вместе с тем лазеры являются устройствами, представляющими повышенную опасность.

Вопрос безопасности лазеров стал активно обсуждаться с первых дней их практического использования. В это время были приняты первые стандарты по лазерной безопасности. Современная система стандартов, определяющая и классификацию лазерных источников, и требуемые меры безопасности при работе с такими источниками, поддерживается Международной электротехнической комиссией (МЭК, английская аббревиатура – IEC) – неправительственной и некоммерческой международной организацией, которая разрабатывает и публикует стандарты для всех видов электротехнического и электронного оборудования.

Первым международным стандартом по лазерной безопасности явилась публикация IEC 825 [1]. В нем содержались меры по технике

безопасности и меры защиты, которые должны применяться пользователем лазерных изделий, а также система классификации источников лазерного излучения по степени их опасности.

Действие излучения лазеров представляет наибольшую опасность для органов зрения и кожного покрова. Степень воздействия лазерного излучения на человека зависит от физико-технических характеристик лазера – мощности (энергии) и длины волны излучения, времени облучения, длительности и периодичности импульсов, площади облучаемой поверхности.

Для того чтобы помочь пользователю в оценивании степени опасности лазерного изделия и определения мер защиты, была введена классификация лазеров и лазерных изделий в соответствии со степенью опасности их оптического излучения. Основой схемы классификации лазеров по степени опасности является возможность лазерного излучения наносить биологический вред глазам или коже.

Лазеры по степени опасности генерируемого ими излучения подразделяются в соответствии с

[1] на следующие классы:

- класс 1 – лазерные изделия, выходное излучение которых не опасно для глаз и кожи;
- класс 2 – лазерные изделия, излучающие в спектральном диапазоне от 400 до 750 нм, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым или зеркально отраженным излучением. Благодаря наличию у человека естественного мигательного рефлекса существует низкий риск повреждения;
- класс 3 – лазерные изделия, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением, или при облучении кожи прямым и зеркально отраженным излучением. Этот класс подразделяется на две категории А и В, при этом класс 3А представляет собой класс с низким риском (аналогично классу 2), который бывает опасным, только в том случае, если пучок фокусируется при помощи внешнего оптического прибора;
- класс 4 – лазерные изделия, выходное излучение которых представляет опасность при облучении диффузно отраженным излучением.

В связи с появлением новых типов лазеров и накоплением сведений об опасности лазерного излучения, стандарты по лазерной безопасности регулярно пересматриваются и совершенствуются. Так в 1993 г. вышла 1 редакция основополагающего стандарта по лазерной безопасности IEC 60825-1 [2]. Согласно этому стандарту лазерные изделия подразделяются на следующие классы: 1, 1М, 2, 2М, 3R, 3В и 4. Вторая редакция этого стандарта, вышедшая в 2007 г. [3], не внесла изменения в наименования классов. Третья редакция IEC 60825-1 [4] добавила еще один класс: 1С.

В СССР классификация лазерных изделий осуществлялась в соответствии с «Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров» № 2392-81 [5] и практически не отличалась от международной [1] за исключением того, что класс 3 не подразделялся на категории. В 1991 г. были утверждены «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» № 5804-91 [6]. Несмотря на то, что, как утверждается в этом документе, он разработан на основании международного стандарта [1], классификация лазерных изделий отличается от международной. Так, согласно международному стандарту [1] лазерное изделие может относиться ко 2 классу только при условии генерации им видимого излучения (от 400 до 750 нм). Согласно [6] к классу 2 может быть отнесено лазерное изделие с любой длины волны излучения. В то же время к классу 3 согласно [6] может быть отнесено лазерное изделие, генерирующее излучение в диапазоне от 380 до 1400 нм, а международный стандарт спектральных ограничений для этого

класса не устанавливает.

В Республике Беларусь в 2006 г. введены «Санитарные правила и нормы 2.2.4.13-2-2006» [7], которые по существу являются урезанной копией [6], которые действуют совместно со стандартом ГОСТ 12.1.040-83 [8]. Классификация лазерных изделий согласно этим документам не отличается от приведенной в [6].

С целью введения международной системы классификации лазеров и лазерных изделий в соответствии со степенью опасности их оптического излучения в Республике Беларусь в 2011 г. был введен в действие СТБ IEC 60825-1-2011 [9], идентичный международному стандарту [3]. В настоящее время разрабатывается СТБ IEC 60825-1-2015, идентичный последней версии международного стандарта [4].

Поскольку [7] не были отменены, то в Беларуси стало действовать два основополагающих документа по лазерной безопасности, создавая для пользователей ряд неудобств.

Но Госстандарту Республики Беларусь этого оказалось недостаточно, и он предложил ввести в действие ГОСТ IEC 60825-1-2013 [10]. Этот стандарт идентичен действующему в России ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009 [11]. Поскольку качество этих двух стандартов очень низкое, о чем свидетельствует целый ряд публикаций (см., например, [12 – 14]), то они практически не применяются в России, и тем более нет никакой необходимости во введении этого стандарта на территории Республики Беларусь.

Кроме того, с 1 января 2016 г. Госстандарт Республики Беларусь вводит в действие еще один основополагающий стандарт по лазерной безопасности ГОСТ 31581-2012 [15]. Этот стандарт практически идентичен действующему в России ГОСТ Р 50723-94 [16], который в свою очередь подготовлен на основе IEC 825:1984 [1]. Непонятно, зачем вводить в действие нормы, действующие более 30 лет назад.

Таким образом, в Республике Беларусь с 1 января 2016 г. будет действовать 4 основополагающих документа по лазерной безопасности и соответственно 4 различные классификации лазерных изделий, что значительно усложнит деятельность как изготовителей, так и пользователей лазерных изделий.

1. IEC 825:1984 Radiation safety of laser products, equipment classification, requirements and user's guide.
2. IEC 60825-1:1993 Safety of laser products. Part 1. Equipment classification, requirements and user's guide.
3. IEC 60825-1:2007 Safety of laser products. Part 1. Equipment classification and requirements.
4. IEC 60825-1:2014 Safety of laser products. Part 1. Equipment classification and requirements.

5. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров № 2392-81. – М. – 1982. – 53 с.
6. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91. – М. – 1993. – 94 с.
7. Санитарные правила и нормы 2.2.4.13-2-2006. Лазерное излучение и гигиенические требования при эксплуатации лазерных изделий. – Минск. – 2006. – 48 с.
8. ГОСТ 12.1.040-83 ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения. – М.: Изд-во стандартов. – 1986. – 12 с.
9. СТБ ИЕС 60825-1-2011 Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования и требования. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт. – 2011. – 78 с.
10. ГОСТ ИЕС 60825-1-2013 Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для потребителей. – Введ. 01.01.2011. – М.: Стандартинформ. – 2014. – 83 с.
11. ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009 «Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для потребителей. – Введ. 01.01.2011. – Москва: Стандартинформ – 2010. – 78 с.
12. Рахманов Б.Н., Кибовский В.Т. К 30-летию системы лазерной безопасности в России. Современные проблемы в области нормативного и правового регулирования безопасного применения лазерной аппаратуры // Лазер-Информ. – 2013. – № 17, 18(512, 513). – С. 1-6, 1-9.
13. Рогаткин Д.А. Особенности национальной лазерной безопасности // Лазер-Информ. – 2013. – № 20 (515). – С. 1-14.
14. Рахманов Б.Н., Кибовский В.Т. Особенности отечественной лазерной безопасности или о том, почему и немцам, и американцам не так уж хорошо, а русским, белорусам и казахам – вовсе не каюк // Лазер-Информ. – 2014. – № 6(525). – С. 8-16.
15. ГОСТ 31581-2012 Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий. – Введ. 01.01.2016. – Минск: Госстандарт. – 2014. – 23 с.
16. ГОСТ Р 50723-94 Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий. Введ. 01.01.1996. – М.: Госстандарт России. – 1995. – 37 с.

УДК 663.81

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МЫШЬЯКА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Капустина К.М., Павлов К.А., Спесивцева Ю.Б.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Работа выполнялась на базе Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» по инициативе руководства лаборатории токсикологических исследований. Целью работы было подтверждение пригодности методики выполнения измерений содержания мышьяка в пищевой продукции.

Мышьяк является естественным элементом земной коры и широко распространен в окружающей среде. В природе он встречается в формах органических и неорганических соединений. Широкое распространение мышьяка в почве и пресных водах обуславливает его постоянное присутствие в большинстве пищевых продуктов. Его неорганическая форма высокотоксична. Воздействие неорганического мышьяка, главным образом при питье загрязненной воды, потреблении пищи, приготовленной с использованием такой воды, или при потреблении в пищу продовольственных культур, орошаемых водой с высоким содержанием мышьяка, может

приводить к отравлению мышьяком. Поэтому контроль пищевой продукции на содержание в ней мышьяка является важной и актуальной задачей для общественного здравоохранения. Категории продукции, подвергаемые исследованиям по определению содержания мышьяка, и предельно-допустимые концентрации мышьяка в этой продукции регламентирует СанПиН 11-63 Республики Беларусь.

Для определения содержания мышьяка в пищевой продукции используют методы: инверсионной вольтамперометрии, электроколлометрический, иодометрический, фотометрический, колориметрический, атомно-абсорбционный и другие. Среди существующих методов определения содержания мышьяка в продуктах питания лабораторией научно-практического центра могут быть реализованы только два из них: колориметрический и атомно-абсорбционный методы. После проведения сравнительного анализа этих методов по нескольким критериям был выбран атомно-абсорбционный метод, т.к. его чувстви-