

УДК 778.38, 663.91

ОСОБЕННОСТИ НАНЕСЕНИЯ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК НА ПОВЕРХНОСТЬ ШОКОЛАДА

А.П. Торопова^а, М.И. Фокина^а, С.А. Позднякова^а

^а Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

Адрес для переписки: toropa@list.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию 09.11.17, принята к печати 25.12.17

doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-1-166-168

Язык статьи – русский

Ссылка для цитирования: Торопова А.П., Фокина М.И., Позднякова С.А. Особенности нанесения дифракционных решеток на поверхность шоколада // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 1. С. 166–168. doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-1-166-168

Аннотация

Рассмотрена возможность нанесения радужных голограмм на поверхность шоколада. Приведены экспериментальные результаты по нанесению дифракционного микрорельефа с разными периодами на поверхности разных видов шоколада, различающихся процентом содержания какао-продуктов. Проанализированы дифракционная эффективность и время жизни образцов.

Ключевые слова

радужная голограмма, дифракционная решетка, шоколад, съедобная голограмма, декорирование шоколада

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям.

PECULIARITIES OF DIFFRACTION GRATINGS APPLICATION ON CHOCOLATE SURFACE

A.P. Toropova^a, M.I. Fokina^a, S.A. Pozdnyakova^a

^a ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

Corresponding author: toropa@list.ru

Article info

Received 09.11.17, accepted 25.12.17

doi: 10.17586/2226-1494-2017-18-1-166-168

Article in Russian

For citation: Toropova A.P., Fokina M.I., Pozdnyakova S.A. Peculiarities of diffraction gratings application on chocolate surface. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 166–168 (in Russian). doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-1-166-168

Abstract

The possibility of the rainbow hologram application on the chocolate surface is considered. We present experimental results on diffractive microrelief application with different periods on the surface of various chocolate types, differing by the percentage of cocoa products. The diffraction efficiency and lifetime of the samples is analyzed.

Keywords

rainbow hologram, diffraction grating, chocolate, edible hologram, chocolate decoration

Acknowledgements

The research was performed with the financial support of the Innovation Promotion Fund in science and technology

Сегодня в кондитерских изделиях, основными потребителями которых являются дети, для придания продуктам привлекательного вида активно используются пищевые красители, которые негативно влияют на здоровье людей, вызывая различные заболевания, среди которых синдром гиперактивности, астма, экзема, крапивница, расстройства пищеварения и другие [1]. Альтернативой пищевым красителям может выступать радужная голограмма, которая позволяет сформировать на поверхности кондитерского изделия цветные изображения с иллюзией объема за счет рельефа. Настоящее междисциплинарное исследование является попыткой соединить оптику и кондитерское дело, направлено на разработку способа декорирования шоколада без применения пищевых красителей с использованием радужных голограмм.

Идея съедобной голограммы была впервые опубликована в 1987 году в США [2, 3] и получила свое дальнейшее развитие в Японии [4], Китае [5], Корее [6]. В указанных источниках описаны способы создания форм для изготовления съедобных голограмм, подробно рассмотрены геометрические размеры, периоды и профили дифракционных решеток, углы между смежными областями. Но при этом не рассматривались время жизни дифракционных решеток и проблема сохранности дифракционного рельефа, имеющие определяющее значение для конечного продукта.

Объектом настоящего исследования является дифракционная решетка на поверхности шоколада, выполненная с использованием метода наноимпринта [7]. С дифракционной решетки с периодом 600 линий/мм были сняты гибкие силиконовые штампы, в которые заливали шоколад с различным процентом содержания какао-продуктов.

Для исследования было выбрано 7 видов шоколада, выпущенного одним производителем, с процентом содержания какао-продуктов от 39% до 97%. Для заливки в формы шоколад темперировали, т.е. последовательно нагревали, охлаждали и нагревали повторно при определенных температурах для разных образцов [8], формируя структуру материала при отверждении. Соблюдение режима темперирования имеет первостепенное значение для сохранности голограммы, так как любое отклонение вызывает повреждение шоколада и, как следствие, уничтожение дифракционного рельефа.

На поверхности отвержденных образцов шоколада, вынутых из форм, наблюдалась радужная картина, изменяющаяся в зависимости от угла обзора. Фотография силиконовой формы этой решетки, сделанная под микроскопом Olympus STM-6 со стократным увеличением, представлена на рисунке, а. Силиконовый штамп разрезали на сегменты, составили из них мозаичную композицию, располагая элементы под разными углами. На рисунке, б, приведена фотография образца шоколада, отлитого в этой форме. При наблюдении в белом свете с одного ракурса изображение выглядит полихромным. При изменении угла зрения цвета на поверхности шоколада меняются, как в радужной голограмме, выполненной на традиционных материалах.

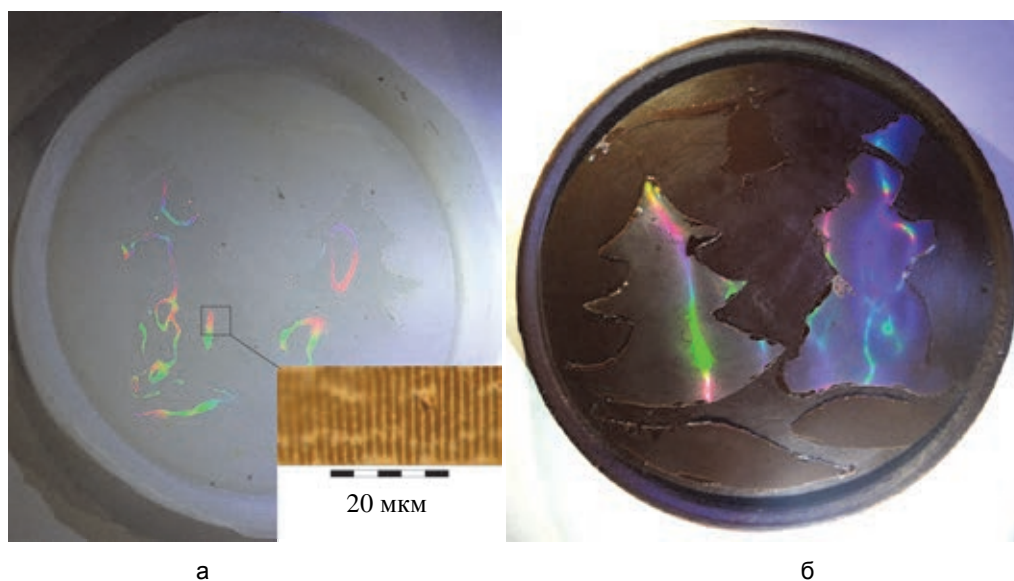


Рисунок. Фотография силиконового штампа с дифракционной решеткой с периодом 600 линий/мм, сделанная под микроскопом Olympus STM-6 (а); фотография образца шоколада, выполненного в мозаичной силиконовой форме с дифракционной решеткой с периодом 600 линий/мм (б)

Дифракционная эффективность оценивалась как отношение интенсивности дифрагированной волны первого порядка к интенсивности излучения лазера на длине волны 625 нм, освещающего голограмму. Экспериментальные исследования показали, что из 7 видов шоколада наименьшая дифракционная эффективность порядка 11% соответствует образцу с 39% содержания какао-продуктов, максимальная дифракционная эффективность порядка 20% соответствует образцу с 80% содержания какао-продуктов, для остальных образцов она составила около 17%. Визуально эти значения дифракционной эффективности соотносятся с насыщенностью цветов на поверхности шоколада.

Образцы выдерживались при комнатной температуре в течение трех месяцев. Время жизни дифракционной решетки определялось по исчезновению визуального эффекта. Исследуемые образцы показали стойкость дифракционной решетки от недели до трех месяцев. По значениям, приведенным в таблице, можно видеть, что с увеличением процента содержания какао-продуктов увеличивается температура стеклования, время жизни дифракционной решетки и дифракционная эффективность. Температура стеклования была определена с помощью прибора Thermoscan-2.

Содержание какао-продуктов, %	Дифракционная эффективность, %	Время жизни дифракционной решетки, дни	Температура стеклования, °С
97,7	18	86	39,5
80,0	20	84	38,5
77,7	17	56	38,4
75,0	18	56	38,3
72,0	17	49	37,6
49,0	17	8	36,0
39,0	11	7	34,5

Таблица. Дифракционная эффективность, температура стеклования и время жизни дифракционной решетки на поверхности разных видов шоколада

Проведенное исследование подтвердило возможность создания радужной голограммы на шоколаде. Чтобы изготовить зрительно привлекательные и устойчивые (до 3 месяцев) изображения, предпочтительно использовать шоколад, с содержанием какао-продуктов не менее 80%, выдерживать точный режим его темперирования, применять дифракционную решетку с периодом 600 линий/мм.

Голографический шоколад может стать оригинальной новинкой на рынках кондитерских изделий и сувенирной продукции и быть более востребованным, чем конфеты, декорированные пищевыми красителями. Разработка технологии создания радужной голограммы на съедобных поверхностях, а не на упаковке, позволит использовать этот инновационный подход в целях снижения доли контрафактной продукции и обеспечения продовольственной безопасности.

Литература

1. Попович Н.А., Катаева С.Е., Мельниченко Т.И. К оценке опасности применения синтетических пищевых красителей // *Современные проблемы токсикологии*. 2000. № 2.
2. Begleiter E. Holographic Products. Patent №US4668523A. Оpubл. 26.05.1987.
3. Begleiter E. Edible holography: the application of holographic techniques to food processing // *Proceedings of the SPIE*. 1991. V. 1461. P. 102–109. doi: 10.1117/12.44718
4. Narasaki S., Tamura K. Chocolate with Hologram Pattern, Method for Producing the Same and Mold used for the Method. Патент № JP2005253340A от 22.09.2005.
5. Grolimund D., Koch M. Molded Food Product. Патент №WO2014170420A1. Оpubл. 23.10.2014.
6. Kim S.H. The Hologram Candy. Патент № KR2005003102A. Оpubл. 22.06.2005.
7. Шекланова Е.Б. Применение метода нанопринта для формирования пленочных ретрорефлекторов // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2008. № 52. С. 44–49.
8. Fryer P., Pinschower K. Materials science of chocolate // *MRS Bulletin*. 2000. V. 25. N 12. P. 25–29. doi: 10.1557/mrs2000.250

References

1. Popovich M.O., Katayeva S.Ye., Melnichenko T.I. Evaluation of hazard of synthetic food dyes application. *Modern Problems of Toxicology, Food and Chemical Safety*, 2000, no. 2.
2. Begleiter E. *Holographic Products*. Patent no. US4668523A, 1987.
3. Begleiter E. Edible holography: the application of holographic techniques to food processing. *Proceedings of the SPIE*, 1991, vol. 1461, pp. 102–109. doi: 10.1117/12.44718
4. Narasaki S., Tamura K. *Chocolate with Hologram Pattern, Method for Producing the Same and Mold used for the Method*. Patent no. JP2005253340A, 2005.
5. Grolimund D., Koch M. *Molded Food Product*. Patent no. WO2014170420A1, 2014.
6. Kim S.H. *The Hologram Candy*. Patent no. KR2005003102A, 2005.
7. Sheklanova E.B. Application of the nanoimprint method to film retroreflectors formation. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2008, no. 52, pp. 44–49.
8. Fryer P., Pinschower K. Materials science of chocolate. *MRS Bulletin*, 2000, vol. 25, no. 12, pp. 25–29. doi: 10.1557/mrs2000.250

Авторы

Торопова Александра Петровна – аспирант, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, Scopus ID: 57191413967, ORCID ID: 0000-0002-7432-7300, toropa@list.ru

Фокина Мария Ивановна – кандидат физико-математических наук, доцент, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, Scopus ID: 22937746800, ORCID ID: 0000-0002-7927-2732, mfokina@niuitmo.ru

Позднякова Светлана Алексеевна – кандидат физико-математических наук, доцент, Университет ИТМО, Scopus ID: 24382128200, ORCID ID: 0000-0002-9184-4860, lana.pozdnyakova@inbox.ru

Authors

Alexandra P. Toropova – postgraduate, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, Scopus ID: 57191413967, ORCID ID: 0000-0002-7432-7300, toropa@list.ru

Maria I. Fokina – PhD, Associate Professor, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, Scopus ID: 22937746800, ORCID ID: 0000-0002-7927-2732, mfokina@niuitmo.ru

Svetlana A. Pozdnyakova – PhD, Associate Professor, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, Scopus ID: 24382128200, ORCID ID: 0000-0002-9184-4860, lana.pozdnyakova@inbox.ru