

## **ЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРЕЦИЗІЙНОЇ ОБРОБКИ ОПТИЧНИХ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ**

*Дана розробка представляє собою наукоємне технологічне рішення, що дозволяє виробляти високоякісні оптичні вироби з полімерних матеріалів. Переваги полімерної оптики полягають у тому, що основні фізичні властивості оптичних полімерів дозволяють зменшити габаритні розміри і вагу (в деяких випадках більш, ніж на 4 рази) готових оптичних виробів-як то окулярів, об'єктивів, призматичних пристроїв і т. п. в порівнянні з аналогічними виробами з неорганічного оптичного скла.*

*Данная разработка представляет собой наукоёмкое технологическое решение, которое позволяет производить высококачественные оптические изделия из полимерных материалов. Преимуществом полимерной оптики является то, что основные физические свойства оптических полимеров разрешают уменьшить габаритные размеры и вес (в некоторых случаях более чем в 4 раза) готовых оптических изделий, таких как окуляры, объективы, призматические устройства и т.п. по сравнению с аналогичными изделиями из неорганического оптического стекла.*

*The given development represents the high technology decision which allows to make high-quality optical products from polymeric materials. Advantage of polymeric optics is that the basic physical properties of optical polymers allow to reduce overall dimensions and weight (in some cases more, than in 4 times) of make-ready optical products, such as oculars, objectives, prismatic devices, etc. in comparison with similar products from inorganic optical glasses.*

Областями застосування полімерної оптики є як широкий асортимент звичайних оптичних виробів, так і спеціальні фотонно-оптичні вироби у вигляді скінтіляційних детекторів для реєстрації інтенсивності іонізуючого випромінювання, а також вироби біоінженерного призначення, наприклад, контактні лінзи та офтальмологічні імплантати у вигляді інтרוокулярних лінз.

Представлені технологічні розробки значно підвищують якість сформованого в процесі прецизійної лезової алмазної обробки функціонального поверхневого шару полімерної оптики, що значно підвищує її оптичні характеристики та показники довговічності, тобто забезпечує здатність зберігати високий рівень експлуатаційних показників на протязі гарантованого тривалого терміну ефективної експлуатації [1-3].

Застосування спеціального ультрапрецизійного лезового інструменту, який оснащено природним монокристалів алмазу, що відібраний за спеціальною методикою [4], дозволяє здійснювати процес різання, тобто контрольоване спрямоване руйнування шару матеріалу, що зрізується, з

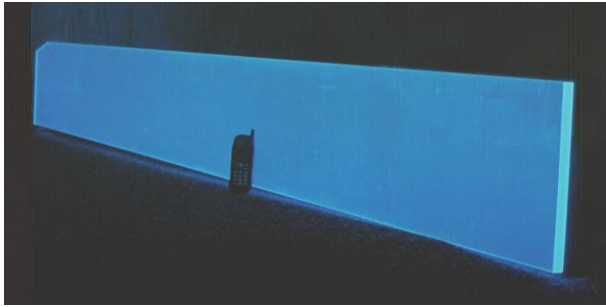
внесенням мінімального рівня дефектів у поверхневий шар обробленого полімеру. Це й забезпечує високі функціональні характеристики та довговічність готових виробів.

Спеціально розроблений і захищений патентом ДПУ UA 71351 [5] різцетримач дозволяє використовувати радіусний алмазний інструмент найбільш ефективно без додаткових перезаточок за рахунок можливості повороту ріжучого леза навколо центру радіусу при вершині без зміни статистичних і динамічних геометричних характеристик і кутів різання. При цьому в процесі різання залучаються незначні ділянки головної ріжучої кромки, що забезпечує високу якість обробленої поверхні.

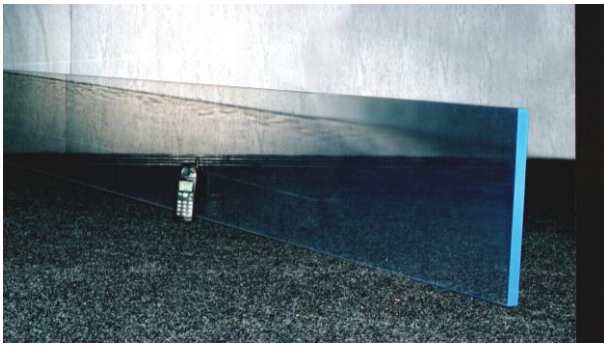
Незважаючи на очевидні переваги полімерної оптики, її широке застосування обмежено через технологічні складності виробництва великогабаритних виробів, тобто виробів, лінійні розміри яких перевищують 10 мм, що виключає застосування методу екструзії і штампування. Запропонована технологія забезпечує можливість високоефективного виробництва полімерної оптики, в тому числі і великогабаритної (наприклад, блоків сцинтиляційних детекторів) один з лінійних розмірів яких може перевищувати 3 метра (див. рисунок).

Як видно з рисунка, завдяки високому ступеню внутрішнього відбиття функціональних поверхонь детектора, обробленого по запропонованій технології, чутливість його до іонізуючого випромінювання багаторазово зростає, що дозволяє окрім жорсткого рентгенівського та альфа-, бета-, гамма-випромінювання реєструвати навіть випромінювання низького рівня, що генерується телефоном стільникового мобільного зв'язку, який працює у форматі GSM 900, навіть у режимі очікування (рис. а).

Впровадження результатів досліджень здійснено на підприємствах України, зокрема на заводі Хімреактив Інституту монокристалів, на виробничій базі відділу пластмасових сцинтиляторів Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України, дослідному виробництві Фізико-технічного інституту НАН України, державному підприємстві ХМЗ "ФЕД", Ізюмському оптико-механічному заводі. Отримано міжнародний сертифікат про ефективність представлених технологічних розробок. Ряд наукових розробок впроваджено у навчальний процес Національного технічного університету "ХПІ" та використовується в лекційних курсах та лабораторних практикумах.



а)



б)

Рисунок – Сцинтиляційний оптичний полімерний детектор, який виготовлено за допомогою представлених технологічних розробок:

- а) реєстрація випромінювання низького рівня, що генерується телефоном стільникового мобільного зв'язку у режимі очікування;
- б) реєстрація випромінювання, що генерується телефоном стільникового мобільного зв'язку у режимі прийому

Теоретичні та практичні розробки, що становлять основу запропонованого технологічного процесу, використовувалися при виробництві пластмасових сцинтиляторів типу "tiles" для міжнародної колаборації CMS, що створила унікальний детектор для експериментів у галузі фізики елементарних частинок на побудованому в CERN (Женева, Швейцарія) прискорювачі з рекордною енергією і, зокрема, для одного з найвідповідальніших блоків детектора елементарних часток – адронного калориметра. Дана робота проводилася спільно з Національним науковим центром "Харківський фізико-технічний інститут".

Наукові та практичні положення, сформульовані в даній роботі, дозволяють моделювати процеси прецизійної і ультрапрецизійної алмазної лезової механічної обробки різних полімерних матеріалів (при цьому враховується їх хімічний склад, фізичні властивості й морфологію і т.п.) і на

підставі створених моделей ефективно управляти якістю виробництва високо функціональних полімерних виробів зі стабільно високими показниками довговічності при оптимальних економічних витрат.

Положення та принципи, що сформульовані в даній роботі, можуть бути застосовані не тільки у процесах виробництва фотонів-оптичних і біоінженерних виробів, але і у виробництві інших видів прецизійних і ультрапрецизійних виробів з аморфних термопластичних матеріалів. Крім того, результати даної роботи можуть служити основою для моделювання і подальшої розробки нових технологічних процесів прецизійної і ультрапрецизійної механічної лезової обробки різних неметалічних матеріалів, які мають специфічні фізико-хімічними властивості.

*Висновок.* На підставі результатів виконаних комплексних теоретичних і експериментальних досліджень розроблено наукомісткий високоєфективний продукт – технологічний процес виробництва з полімерних матеріалів ультрапрецизійних фотонів-оптичних і біоінженерних виробів, що мають задані експлуатаційні характеристики і стабільно високі показники довговічності. Визначено взаємозв'язок основних фізико-хімічних характеристик оброблюваного матеріалу, сформованих на етапі хімічного виробництва і вихідних якісних характеристик оброблених полімерних виробів. Визначено та сформульовано у вигляді конкретних технологічних вимог основні управляючі дії на технологічні процеси механічної обробки при виробництві високоякісних полімерних виробів фотонів-оптичного і біоінженерних призначення, що включають в себе вибір основного і допоміжного обладнання, ріжучого і вимірювального інструменту, режимів різання, а також регламентують весь хід виробничих операцій і контроль якості виробленої продукції.

**Список використаних джерел:** 1. *Лавриненко С.Н.* Обеспечение низкого уровня дефектности поверхностей прецизионных и ультрапрецизионных изделий из аморфных полимерных материалов // Резание и инструмент в технологических системах, № 60, 2001, с. 117-120. 2. *Grabchenko A.I., Mamalis A.G., and Lavrynenko S.N.* Microwear of Cutting Tool in Ultraprecision Single-Point Diamond Machining of Polymers for Optical and Bioengineering Application // Int. J. of Nanomanufacturing, Vol. 1, No. 2, 2006, pp. 181-188. (Автор провів експериментальні дослідження, учавствовав в аналізі їх результатів, пропонував критерії износа алмазного інструмента при різанні полімерів). 3. *Lavrynenko S.N., and Mamalis A.G.* On the Precision Single-point Diamond Machining of Polymeric Materials // J. of Materials Processing Technol., V. 181/1-3, 2007, pp. 203-205. 4. *Лавриненко С.Н.* Исследование и моделирование режущей кромки прецизионных алмазных инструментов в наномасштабе // Резание и инструмент в технологических системах, № 56, 2000, с. 117-120. 5. ДПУ UA 71351 А. Регульованій різцетримач / *Лавриненко С.М., Титаренко О.В.* // Бул. № 11, 2004.

*Поступила в редколлегию 15.05.2010*