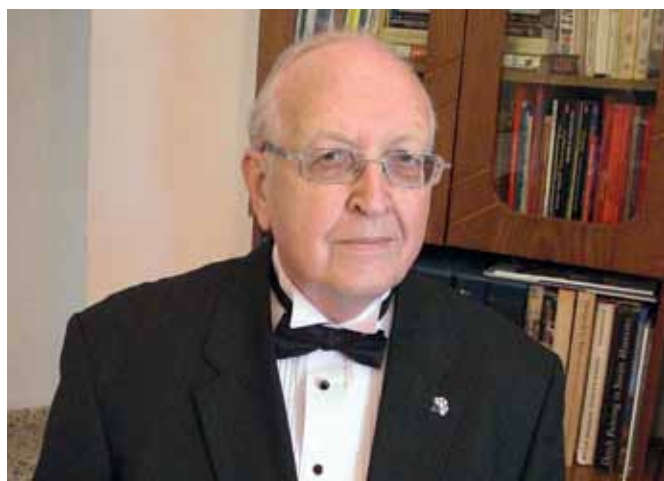




УСПЕХИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ИЗРАИЛЕ

О.Фиговский¹, А.Лейкин² / sita@borfig.com, leykin_a@hotmail.com

Израиль – страна с высокоразвитой инновационной экономикой. В нем эффективно работает большое количество компаний в области нанотехнологий. Координацию этих работ осуществляет Израильская национальная нанотехнологическая инициатива (ИННИ), которая, в частности, анализирует деятельность компаний по их научным и технологическим направлениям. Важно отметить, что наибольшее число таких израильских компаний разрабатывает и производит наноматериалы (см. рисунок).



О.Фиговский

Академик Европейской академии наук, российских академий: инженерной, архитектуры и строительных наук. Лауреат премии "Золотой ангел" как лучший изобретатель мира. Директор по науке и развитию Международного нанотехнологического исследовательского центра POLYMATE и американской компании NANOTECH INDUSTRIES, INC. Главный редактор журналов Scientific Israel – Technological Advantages, Open Corrosion Journal, Resent Patent on Corrosion Science. Президент Израильской ассоциации изобретателей.

¹ Nanotech Industries, Inc. (США).

² Polymate Ltd. (Израиль).



А.Лейкин

Инженер-исследователь

По данным ИННИ, одной из ведущих в этой области является компания Polymate Ltd., создавшая различные высокоэффективные материалы и технологии, запатентованные в США и в других странах.

Можно отметить метод получения биоразлагаемых композиций, содержащих наночастицы целлюлозы [1]. Эти композиции предназначены для формирования защитных покрытий на биоразлагаемых материалах природного происхождения, например, на различных видах бумажной упаковки. Покрытия включают в состав наноцеллюлозные частицы, что делает их биоразлагаемыми и предохраняет изделия

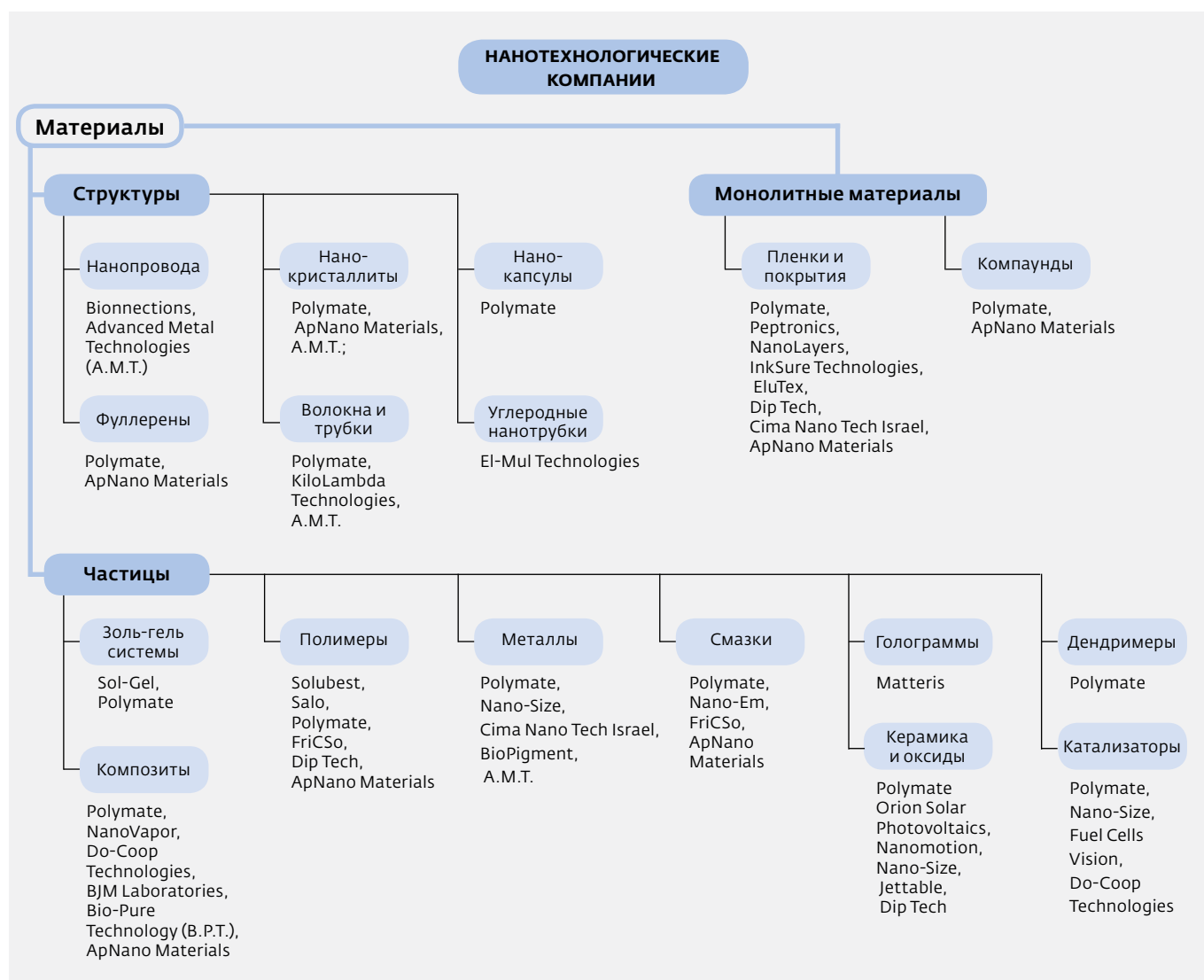


Рис.1. Израильские компании, специализирующиеся в области нанотехнологий

от деформирования, набухания, механических повреждений при контакте с водо- и маслосодержащими жидкостями.

Значительный интерес представляют биологически активные многофункциональные наночипсы для получения высококачественных посевных материалов [2]. Такие чипсы, являясь биологически активными материалами, используются для обработки семян сельскохозяйственных растений с целью улучшения их прорастания и развития, обеспечивая защиту растений от неблагоприятных воздействий. Наночипсы представляют собой твердый пористый носитель, например, минеральный материал, глину, торф, полимеры, поры которого заполняются наночастицами биологически активного вещества, наносимого, в частности, посредством распыления. Это

вещество не только проникает в поры, но и за счет адгезии удерживается на поверхности носителя. Состав биологически активных наночипсов выбирается с учетом ожидаемых неблагоприятных условий.

Среди разработок компании – наноструктурированная гибридная олигомерная композиция [3]. Она включает жидкие компоненты с эпоксидными, циклокарбонатными, акрилатными, аминными и алкоксилановыми функциональными группами и отверждается при 10–30°C, образуя под воздействием влаги воздуха и в присутствии специфических β-гидроксиуретановых фрагментов наноструктурную органически-неорганическую полимерную сетку. Отвержденная композиция обладает высокими физико-механическими свойствами, в том числе хорошей адгезией



к различным субстратам, стойкостью к атмосферным и абразивным воздействиям, к ряду растворителей. Отличный внешний вид позволяет использовать материал в различных покрытиях, а также в клеях и герметиках.

Следует отметить также метод и оборудование для производства субмикронных полимерных порошков [4]. Он предусматривает получение нано- и микроразмерных порошков из блоков или грубых порошков полимеров, преимущественно политетрафторэтилена. На первой стадии материал измельчается до волокнистых частиц, а на второй – проводится аэродинамическая обработка, при которой смесь газ-частицы подвергается пульсирующему механическому и температурному воздействию турбулентного вихревого потока жидкого азота, вызывающего в системе сжимающие и растягивающие напряжения под действием циклически меняющихся центробежных и центростремительных сил. В результате формируются субмикронные частицы.

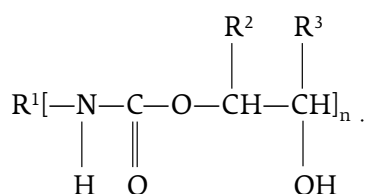
Метод синтеза нанопорошка нитрида бора [5] проводится в газовой фазе. Реакция между аммиаком и трифторидом бора осуществляется в охлаждаемом реакторе при атмосферном давлении. Образующийся комплекс трифторид бора-аммиак разлагается при 125–300°C на нитрид бора и тетрафторборат аммония. Нитрид бора выделяется из смеси после ее перевода в водную суспензию и последующего центрифугирования.

Интересно упрочнение инструментальных материалов с помощью внедрения усиливающих частиц [6]. Для этих целей используется "сверхглубокое проникновение" усиливающих частиц под действием создаваемого энергией взрыва струйного потока. Специальная композиция содержит смесь микронных и субмикронных порошков различной твердости. Воздействующий на матрицу пульсирующий поток имеет скорость в интервале 200–6000 м/с и температуру 100–2000°C. В результате в матрице возникают реструктурированные на наноуровне зоны, что приводит к ее существенному упрочнению.

В методе изготовления трековых мембран [7] применено "сверхглубокое проникновение" частиц. Полимерная "мишень" подвергается воздействию генерируемого взрывом высокоэнергетического потока (скорость частиц от 3800 до 4200 м/с) водорастворимой неорганической или органической соли. В результате образуются множественные нано- и субмикронные треки. Остаточная соль из "мишени" вымывается водой.

Предложено получение гибридных уретан-эпоксидных безизоцианатных полимеров с использованием карбонизованных-эпоксидированных растительных масел [8]. Сочетание реакционно-способных олигомеров и полиаминов позволяет эффективно регулировать наноструктуру отвержденного полимерного материала и добиваться желаемых свойств.

Создан модификатор гидроксиалкилуретановой природы для эпоксиаминных композиций [9]. Предложено модифицировать эпоксидные композиции при использовании гидроксиалкилуретановых соединений:



Наличие в эпоксиаминных композициях "холодного" отверждения таких модификаторов оказывает положительное влияние на скорость отверждения, износостойкость, технологичность переработки, внешний вид покрытий. Модификаторы не образуют ковалентных химических связей с основными компонентами реакционной смеси и не вызывают нежелательных искажений при формировании наноструктуры отвержденного полимера. В результате полученные материалы, например, покрытия, адгезивы, пены, обладают хорошо сбалансированным комплексом свойств:

- безрастворные наноструктурированные композиции на основе жидких синтетических каучуков [10]. Вулканизуемые композиции на основе низкомолекулярных синтетических полибутADIЕНОВ (75–92% звеньев цис-1,4) и серной "эбонитовой" вулканизирующей группы содержат систему активных наполнителей, включая нанодисперсию. Композицию используют для получения специальных стойких покрытий и резиноконкретов;
- полимерные индикаторы для обнаружения мест перегрева в маслонаполненных электрических устройствах [11]. Предложен метод обнаружения таких мест посредством установки полимерных индикаторов, выделяющих при перегреве специальную метку. Эта метка с помощью наномодификации индивидуализирована для каждого индикатора таким образом, что периодический хроматографический



анализ масла позволяет локализовать конкретное место перегрева. Также описаны способы получения полимерных индикаторов.

Как видно из вышеизложенного, в Израиле достигнут реальный прогресс по созданию эффективных нанокпозиционных материалов и технологий их производства. Представляется целесообразным рекомендовать создание в России и Казахстане, где велика потребность в новейших материалах для различных отраслей хозяйства и существует определенный научно-технический задел компаний, специализирующихся на решении подобных проблем.

Литература

1. Patent US № 8,268,391. Biodegradable nanocomposition for application of protective coatings onto natural materials. Дата приоритета 13.03.2009. Дата публикации 18.09.2012.
2. Patent US № 8,209,902. Biologically active multifunctional nanochips and method of application thereof for production of high-quality seed. Дата приоритета 02.07.2009. Дата публикации 03.07.2012.
3. Patent US № 7,820,779. Nanostuctured hybrid oligomer composition. Дата приоритета 13.03.2009. Дата публикации 26.10.2010.
4. Patent Application US № 2012/0168541. Method and apparatus for manufacturing submicron polymer powder. Дата приоритета 29.12.2012. Дата публикации 05.07.2012.
5. Patent Application US № 2012/0063983. Method for Synthesis of Boron Nitride Nanopowder. Дата приоритета 10.09.2010. Дата публикации 15.03.2012.
6. Patent US № 7,897,204. Method of strengthening tool material by penetration of reinforcing particles. Дата приоритета 29.01.2009. Дата публикации 01.03.2011.
7. Patent Application США 13/442,799 от 09.04.2012. Method of manufacturing a track membrane. Дата приоритета 09.04.2012.
8. Patent Application US № 2012/0208967. Method of producing hybrid polyhydroxyurethane network on a base of carbonated-epoxidized unsaturated fatty acid triglycerides. Дата приоритета 15.02.2011. Дата публикации 16.08.2012.
9. Patent US № 7,989,553. Epoxy-amine composition modified with hydroxyalkyl urethane. Дата приоритета 26.03.2009. Дата публикации 02.08.2011.
10. Patent US № 7,989,541. Liquid solventless synthetic rubber-based composition. Дата приоритета 04.12.2008. Дата публикации 02.08.2011.
11. Patent Application WO 2009104172. Chemical tagging indicators and method to locate overheated spots in liquid-filled electrical devices. Дата приоритета 21.02.2008. Дата публикации 27.08.2009.

REVIEW OF NANOTECHNOLOGY IN ISRAEL

O.Figovsky¹, A.Leykin² / sita@borfig.com, leykin_a@hotmail.com

Israel is a country with a highly innovative economy. A large number of companies work effectively in the field of nanotechnology. Coordination of these activities realizes the Israel National Nanotechnology Initiative (INNI), which, in particular, analyzes the activities of companies in their scientific and technological areas. It is important to note that the largest number of Israel companies accomplish projects in the field of nanomaterials (see Figure).

According to INNI, one of the leaders in this field is the company Polymate Ltd. It has created a variety of high-performance materials and technologies, patented in the U.S. and other countries.

It can be discussed method for manufacturing a biodegradable composition containing nano-particles of cellulose [1]. It is an object of the invention to provide a composition for forming a protective coating on natural biodegradable materials that is based on the use of nano-cellulose particles and that protects these materials (for example, packing) from swelling, warping, and mechanical damage during contact with water, other aqueous liquids, or grease.

There are very interesting proposed is a biologically active nanochips for treating seeds of agricultural plants [2] in order to improve seed germination conditions and development of plants and for protecting plants from anticipated and averaged adverse conditions. The biologically active nanochip contains a solid porous carrier, such as mineral, clay, turf, or polymer, the pores of which are intended for accommodating nanoparticles of biologically active substances that penetrate the pores when the substances are applied onto the nanochip surface, e.g., by spraying. Alternatively, the biologically active substances can be retained on the surface of the carrier by adhesion. The composition of the biologically active nanochips is selected with reference to anticipated and averaged adverse conditions. Also proposed is a method for application of the biologically active

¹ Nanotech Industries, Inc. (США).

² Polymate Ltd. (Израиль).



substances onto the surfaces of the biologically active nanochips, Figure 1. Nanotechnology in Israel: list of companies in the field of materials.

Materials:

Structures

Nanowires: Bionnections, Advanced Metal Technologies (A.M.T.);
 Nanocrystalline: Polymate, ApNano Materials, A.M.T.;
 Nanocapsules: Polymate;
 Fullerenes: Polymate, ApNano Materials;
 Fibers & Tubes: Polymate, KiloLambda Technologies, A.M.T.;
 Carbon Nanotubes: El-Mul Technologies.

Solid Materials

Films & Coatings: Polymate, Peptronics, NanoLayers, InkSure Technologies, Elutex, Dip Tech, Cima Nano Tech Israel, ApNano Materials;

Compounds: Polymate, ApNano Materials.

Particles

Sol-gel: Sol-Gel, Polymate;
 Polymers: Solubest, Salio, Polymate, FriCSO, Dip Tech, ApNano Materials;

Metalls: Polymate, Nano-Size, Cima Nano Tech Israel, BioPigment, A.M.T.;

Lubricants: Polymate, Nano-Em, FriCSO, ApNano Materials;

Holograms: Matteris;

Dendrimers: Polymate;

Composites: Polymate, NanoVapor, Do-Coop Technologies, BJM Laboratories, Bio-Pure Technology (B.P.T.), ApNano Materials;

Ceramics & Oxides: Polymate, Orionsolar Photovoltaics, Nanomotion, Nano-Size, Jettable, Dip Tech;

Catalysts: Polymate, Nano-Size, Fuel Cells Vision, Do-Coop Technologies.

Among the developmenrs of the centre - a nanostructured hybrid liquid oligomer composition [3] includes epoxy-functional, cyclic carbonate, acrylate (methacrylate) functional, amine-functional components, and contains alkoxysilane units. The composition is highly curable at low temperatures (approximately 10 to 30°C.) with forming of organic-inorganic polymer nanostructure under the influence of atmospheric moisture and the forming of active, specific hydroxyl groups by reaction of cyclic carbonates with amine functionalities. The cured composition has excellent strength-stress properties, adhesion to a variety of substrates, appearance, and resistance to weathering, abrasion, and solvents. Compostion designed for use in a variety of coatings as well as adhesives and sealants.

It should be discussed also a method and apparatus for manufacturing a submicron polymer powder [4] from solid polymer bodies or coarse particles, preferably of polytetrafluoroethylene powder, wherein powder is ground into fibrous particles in the first stage and is disintegrated into submicron particles by aerodynamic treatment in the second stage, where a gas-particle mixture is subject to the effect of centrifugal forces and suction forces acting in the direction opposite to the centrifugal forces, a pulsating sign-alternating temperature field generated by a pulsed supply of liquid nitrogen, turbulent forces of vortexes, and aerodynamic forces that cause alternating compression and expansion of the gas-particle mixture.

A synthesis of boron nitride nanopowder [5] is carried in a gaseous phase between ammonia and boron trifluoride in a cooled reactor under atmospheric pressure. Boron trifluoride-ammonia complex obtained in this reaction is thermally decomposed at a temperature in the range of 125 to 300°C. into boron nitride and ammonium tetrafluoroborate. Boron nitride is then separated from the mixture by combining it with deionized water, forming a suspension, and separating the suspended nanoparticles by centrifugation.

It is very interesting a method of strengthening the matrix of a high-speed steel by super-deep penetration of reinforcing particles into and through the matrix of the tool material [6]. The particles interact with the matrix in the form of a high-speed jet generated and energized by an explosion of an explosive material that contains the premixed powdered components of the working medium composed of particles of a hard material and ductile metal. The particles of the working medium material have dimensions ranging from 1 to 100 µm. The jet has a pulsating nature with the velocity in the range of 200 to 6000 m/sec and a temperature in the range 100 to 2000°C. As a result the steel matrix is reinforced by elongated nano-structured zones.,

In the method of manufacturing of track membranes [7] "super-deep" penetration of working substances into and through the membrane matrix of a polymer material is disclosed. When the explosive material is detonated, the particles of the water-soluble salt interact with the matrix in the form of a high-speed jet with the velocity of particles in the range of 3800 to 4200 m/sec. As a result of penetrating, a plurality of holes is formed in the matrix. The track membranes are produced by slicing the membrane matrix after removal of the residue of the particles by washing the pierced membrane with water.

It was proposed a method of obtaining hybrid polymer compositions on the base of plant row materials [8]. Nonisocyanate urethane-epoxy polymers were received with use of carbonated-epoxidized vegetable oils. Nanostructure of cured polymeric material was controlled efficiently by combination of reactive oligomers and polyamines and desired properties were achieved.

It was proposed a hydroxyalkyl urethane modifier for epoxy-amine compositions [9]. This material is represented by the following formula:

Doping with the hydroxyalkyl-urethane modifier imparts to the cured composition superior coating performance characteristics, such as pot-life/drying, strength-stress, bonding, appearance, resistance to abrasion and solvents, etc. Modifier does not form covalent chemical bonds with the major components of the reaction mixture and does not cause unwanted distortion when forming nanostructure of cured polymer. As a result, the cured materials, such as coatings, adhesives, foams have a well-balanced set of properties:

- solventless nanostructured compositions on the base of liquid Synthetic rubbers [10]. A vulcanized composition that consists of a low-molecular-weight rubber selected from polybutadiene comprising about 75% to about 92% cis-1,4 units, sulfur, a vulcanization accelerator, and an active filler. The active filler is present in the form of powder having a nano-size fraction. This composition may be used to form special proof coatings and rubber concretes,
- Polymer indicators and a method for identifying overheated spots in liquid-filled electrical devices [11]. The method is to install polymer tags that produce special "label" in case of overheating. Every indicator has individual nanostructure and when said tags are exposed to a given high temperature, they are depolymerized into specific thermal degradation products and can be identifying by chromatographic analysis. Methods for preparing polymer indicators are described as well.

In general, as seen from the above, in Israel has been real progress in the development of effective nanocomposite materials and technologies of their production. In Russia and Kazakhstan, despite some achievements, there is the great need for new materials for different industries too. So it seems reasonable to recommend the establishment companies specializing in the solution of such problems.

Literature

