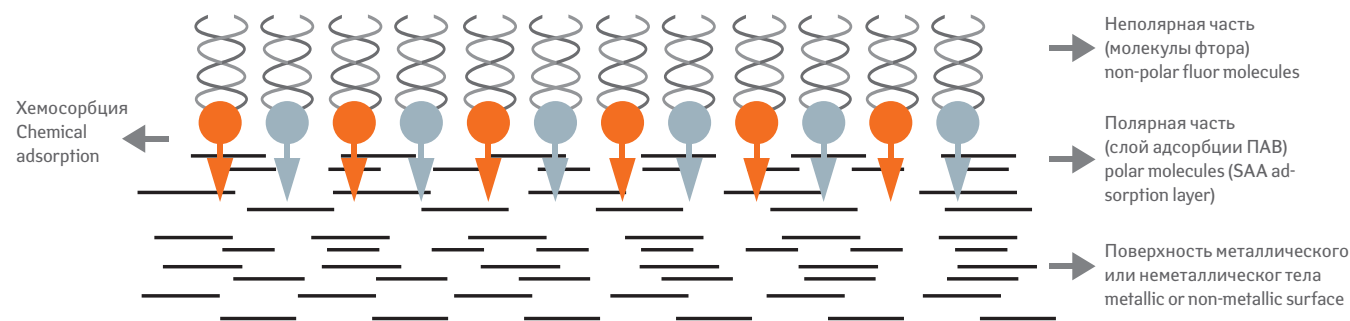


# ЭПИЛАМЫ: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ

История развития науки и техники дает массу примеров того, как изобретения, получившие «свидетельство о рождении», именуемое патентом, широко реализуются на практике лишь спустя многие и многие годы, порой десятилетия, по мере созревания технологических (а чаще финансово-экономических) возможностей и потребностей общества. Нередко на пути внедрения изобретения встает пресловутый человеческий фактор в виде обычного предубеждения или в силу консервативности мышления, когда ставится под сомнение ценность самой идеи. История эпиламов – скорее исключение из правил, так как их появление диктовалось настойчивой необходимостью обеспечить конструкторов и производителей предприятий оборонного комплекса высокоэффективными композициями фторорганических соединений, способных выполнять одновременно несколько функций – не только образовывать на обрабатываемых поверхностях защитное покрытие (наноразмерную пленку), но и при помощи этой пленки существенно изменять свойства поверхности (показатели поверхностной энергии, уровень гидрофобности, стойкость к истиранию, уменьшение коэффициента трения при контактах с сопрягаемыми поверхностями, адгезионные/когезионные и адсорбционные/абсорбционные характеристики поверхности и т. д.). Полученные в 1980-е годы (ГИПХ, Ленинград) эпиламы (фторПАВ) заслуженно снискали репутацию надежных композиций, успешно решающих определенные задачи при создании изделий специального назначения и не уступающих зарубежным аналогам по технико-экономическим показателям. У истоков исследовательских работ и создания отечественного промышленного производства эпиламов стояли известные ученые и практики: Б. Н. Максимов, Н. А. Рябинин, А. Н. Рябинин, Е. Н. Новожилов, В. А. Горбунов, И. Л. Серушкин и др. За комплекс работ по получению и применению фторПАВ при изготовлении специальной техники (в том числе космических аппаратов) большая группа специалистов в 1981 году была удостоена Государственной премии СССР.



В те же годы была решена проблема по разработке и внедрению озонобезопасных хладонов взамен озоноразрушающих, что позволило, выполняя требования Монреальского протокола (1987 г.), найти адекватную замену опасным хладонам и продолжить производство фторПАВ, необходимых для получения указанных пленок.

В силу известных историко-политических событий, отечественная промышленность понесла значительный урон, упали объемы потребления и производства фторорганических соединений, не избежали этой участи и эпиламы. Переживаемые в настоящее время оживление экономики и наращивание объемов работ по

оборонному заказу активизируют производство и научные исследования в сфере получения композиций, дающих наноразмерные многофункциональные покрытия, в том числе на основе фторПАВ. С появлением новых средств контроля и измерения расширяется диапазон номенклатуры исследуемых характеристик покрытий и повышается качество (информативность) получаемых данных. На более высоком научно-техническом уровне, благодаря современному программному обеспечению измерительных комплексов, определяются такие характеристики покрытия, как гидрофобность, адгезия, адсорбция, твердость, модуль упругости, износостойкость, электропроводимость и сопротивление, снижение влияния радиоактивного

излучения, а также выполняются трибология, измерение толщины покрытия, 3D-визуализация и профилометрия и т. д. Эпиламирование сегодня выдвигается на передовые позиции отечественных проектов нанотехнологии и наноматериалов наряду с другими инновациями в работе с объектами, соизмеримыми по размерам с молекулами.

Пленки эпиламов могут состоять из одного и более монослоев и могут быть получены без значительных экономических затрат. Возможно послойное увеличение толщины пленки, формируемой на твердой поверхности. Относимые к пленкам Ленгмюра–Блоджетт (ПЛБ), они широко используются как в экспериментальных работах, так и на практике при изготовлении

изделий оборонного комплекса: электроника (нанолитография с разрешением 20–50 нм, изолирующие и проводящие ультратонкие пленки, туннельные диэлектрики, пассивирующие и защитные покрытия), оптика, прикладная химия (химия поверхности и поведения частиц на поверхности, катализ, фильтрация и обратный осмос мембран, адгезия), микромеханика (антифрикционные покрытия), биосенсоры и датчики (электронные и электрохимические сенсоры на основе упорядоченных молекулярных структур со встроенными активными молекулами или молекулярными комплексами) и т. д.

Уникальные свойства пленок фторПАВ способствуют повышению интереса со стороны представителей российского

промышленного бизнеса, задействованных в работах по оборонному заказу, так как до сих пор остаются актуальными проблемы обрастания микроорганизмами корпусов надводных и подводных кораблей, оледенения обшивки самолетов, запуска и устойчивости работы двигателей в неблагоприятных погодных условиях, безотказности функционирования систем управления и навигации и т. д. Новые композиции эпиламов, снимающие вопросы в части экологической безопасности при их использовании, сегодня выходят на свободный рынок после долгого периода замалчивания, являя новую ступень развития отечественной индустрии наноразмерных многофункциональных пленок.

## EPILAMES: TRADITIONS AND INNOVATIONS

The history of the development of science and technology gives many examples of inventions which got their "birth certificates" known as patents, but in fact they were implemented many years and even decades later while technological (better to say economic and financial) capabilities have grown and new demands of society have appeared. In many cases implementation of an invention is subjected to the human factor. That is a usual biased opinion or conservative views which challenge the importance of this very invention. Advent of epilames is an exception to the rule because the defence enterprises were in sore need of high-efficient compositions of fluoro-organic compounds functioning as a surface treatment. These compounds form nanosized film that protects the coating and significantly improves the surface properties, such as surface energy indices, hydrophobic properties, abrasion resistance, adhesive/cohesive and adsorptive/absorptive characteristics, as well as reduces friction factor when having contact with interfacing surfaces. Developed in 1980s (by State Institute of Applied Chemistry, Leningrad) epilames (fluorine-containing SAA) have gained a reputation as reliable compositions which can be successfully applied in special-purpose products and be highly competitive with foreign analogues in terms of technical-economic indicators. Pioneer researches in epilame development were conducted by such prominent scientists and academicians as B. Maksimov, N. Ryabinin, A. Ryabinin, Y. Novozhilov, I. Serushkin and others. A large group of specialists were awarded with USSR State Prize for the works implemented to design and apply fluorine-containing SAA when manufacturing special-purpose engineering (including spacecrafts).

At the same period the scientists solved another problem on development and implementation of ozone-friendly fluorocarbon refrigerant instead of ozone-destructing, thus meeting the requirements of Montreal Protocol (1987). That was conducive to development of fluorine-containing SAA needed to produce nanosized films.

Due to historical and political events, Russian industry suffered significantly. Consumption and production volumes of fluoro-organic compounds decreased. That impacted epilames as well. The current economic recovery and defence order ramp-up is boosting the production and scientific studies in the

field of nanosized multi-functional coating production including those based on fluorine-containing SAA. As new means of monitoring and measuring appliances have appeared, the list of investigated characteristics for coatings as well as their quality (information value) of the data obtained is expanded. On a higher scientific and technological level, the modern software measurement systems are providing such coating characteristics as hydrophobic property, adhesion, adsorption, hardness, elastic modulus, tribology and abrasion resistance, conductivity and resistance, reduction of radioactive radiation, measurement of coating thickness, 3D-visualization and section gage logging, etc. Today epilame treatment takes the leading position in national projects in the field of nanotechnology and nanomaterials along with other innovative developments. These works can be compared with those with molecules.

Epilame films may consist of one or more monolayers and can be obtained without significant economic costs. The thickness of the film formed on a solid surface can be increased layer by layer. Being assigned to the Langmuir-Blodgett films, they are widely used in experimental studies and in practice when manufacturing defence products, for instance, electronics (nanolithography with a resolution of 20-50 nm, insulating and conductive ultra-thin films, tunnel diodes, passivating and protective coatings), optics, applied chemistry (surface chemistry and behaviour of particles on the surface, catalysis, filtration and membrane reverse osmosis, adhesion), micromechanics (antifriction coatings), biosensors and sensors (electronic and electrochemical sensors based on well-ordered molecular structures with embedded active molecules or molecular complexes), etc.

Unique properties of fluorine-containing SAA attract Russian industrial businesses involved in implementation of defence order since up to now there are many unresolved problems of hull fouling of surface ships and submarines, aircraft skin glaciations, running and stability of engine operation in adverse weather conditions, reliable operation of control and navigation systems, etc. These and many other problems are of high priority even today. New environmentally friendly epilame compositions now enter the free market after a long period of silence showing a new stage of development of the Russian industry of multifunctional nanosized films.

