

[А. Топтыгин, ведущий научный сотрудник кафедры ФМП, к. ф.-м. н.]

#10 от 25.04.2006

К 45-летию полета Юрия Гагарина

К истории космических исследований в НТУ «ХПИ»

45 лет назад, утром 12 апреля 1961 года, человечество сделало свой первый шаг на пути к звездам. В этот день Юрий Алексеевич Гагарин стал первым человеком Земли, который на пилотируемом космическом корабле (КК) «Восход» совершил первый полет в космос. Этим полетом была открыта новая космическая эра – эра пилотируемой космонавтики.

Последующие годы стали временем интенсивного освоения человеком околоземного пространства в ходе бурного соревнования советских и американских космических программ, что означало создание новых ракет-носителей, новых космических кораблей, постоянный поиск новых решений.



1985 , " , () : , -

Ровно через 10 лет после полета Ю. Гагарина на орбиту была выведена первая орбитальная космическая станция ОС «Салют – 1», положившая начало серии ОС, предназначенных для проведения продолжительных научных и технологических экспериментов в космосе. Это означало переход к качественно новому этапу исследования космического пространства, о котором мечтал Главный конструктор космической техники С.П. Королев, этапу индустриализации космоса.

Космонавтика выступила мощным катализатором развития современной науки и техники, став за невиданно короткий срок одним из главных рычагов современного мирового прогресса. Она стимулировала развитие электроники, вычислительной техники (компьютерная революция начала 1970 годов обязана, главным образом, космическим исследованиям), машиностроения, материаловедения, энергетики и многих других областей народного хозяйства. Отечественные наука и техника были поставлены перед необходимостью решать принципиально новый класс задач в области создания

космических летательных аппаратов (КЛА), орбитальных станций (ОС), а затем и индустриального освоения космоса.

Естественно, что Харьковский политехнический институт, будучи одним из ведущих вузов страны и обладая мощнейшим научным потенциалом, не мог остаться в стороне от решения этих задач. Начиная с 1960-х годов, кафедра физики металлов и полупроводников нашего института под руководством выдающегося ученого – основателя известной во всем мире научной школы физики пленок и пленочного материаловедения – профессора Льва Самойловича Палатника плодотворно сотрудничает с предприятиями – разработчиками и создателями космической техники и космических технологий – такими, например, как Ракетно-Космическая корпорация «Энергия» (г. Королев, Московской обл.) и научными учреждениями, занятыми решением задач космического профиля: Институтом космических исследований АН СССР (г. Москва), Институтом электросварки им. Е.О. Патона АН УССР (г. Киев), Институтом ядерных исследований АН УССР, ФТИНТ НАН Украины и др.

Особенно тесными и плодотворными были связи с «фирмой Королева» – РКК «Энергия» им. С.П. Королева, совместно с которой на протяжении около 40 лет и разрабатывались новые научно-практические направления в самых различных областях космической науки и техники. Сложность поставленных задач заключалась, прежде всего, в том, что космос – это особая среда, где многие физические явления, протекающие на молекулярном уровне (поверхностное натяжение, смачивание, адгезия и др.) проявляются более активно, чем на Земле. Космос – это агрессивная среда, это экстремальные условия работы для человека и для функционирования приборов, аппаратов, конструкций, техники. В условиях космического вакуума их поверхность подвергается постоянной бомбардировке электронами, протонами и другими быстрыми частицами, атомами кислорода, облучению ультрафиолетом и вакуумным ультрафиолетом, воздействию «солнечного ветра», постоянным теплосменам от -150°C до $+150 - +250^{\circ}\text{C}$, а также бомбардировке микрометеоритами.

Практика пилотируемых полетов показала, что поверхность КЛА в открытом космосе претерпевает деградацию на глубину до 10 микрон, что приводит к потере функциональных свойств конструкций и приборов, от которых часто зависит жизнеобеспечение ОС. Поэтому необходимо было решать материаловедческие задачи по разработке и созданию таких материалов и покрытий, которые могли бы обеспечить функционирование космических объектов в экстремальных условиях космического полета или пребывания на поверхности Луны и других планет. С участием сотрудников кафедры в РКК «Энергия» были созданы установки для изготовления таких материалов и покрытий.

Опыт и знания металлофизиков были привлечены, когда создавалось универсальное оборудование для нанесения покрытий непосредственно на борту ОС, которое было предназначено не только для технологических экспериментов, но и для проведения ремонтно-восстановительных работ в условиях длительного полета ОС. В этой связи в конце 1970-х – начале 1980-х годов на борту ОС «Салют-6», «САЛЮТ-7», «Мир» в условиях невесомости (микрогравитации) с помощью аппаратуры «Испаритель», установленной в шлюзовом отсеке ОС, соединяющемся с забортным пространством, космонавтами были

получены сотни образцов пленок и покрытий различных материалов. На кафедре ФМП структура и состав этих образцов, а также их наземных аналогов были подвергнуты всесторонним рентгенографическим, электронно-микроскопическим, спектральным исследованиям. Кроме того, исследовались их оптические, механические и электрические свойства. Благодаря этим исследованиям были обнаружены новые неожиданные эффекты, связанные со спецификой формирования конденсированного состояния в космических условиях, а также показана перспективность организации промышленного производства пленочных материалов и покрытий в космосе.

Эти работы приобрели особую актуальность в связи с переходом к качественно новому этапу освоения космического пространства (КП) – созданию длительно функционирующих станций с непрерывно работающими там, периодически сменяемыми, многочисленными экипажами. Это крупногабаритные конструкции (КГК), рассчитанные на долговременную эксплуатацию в течение 20–30 лет. Они имеют такие большие габариты и массу, что выведение их на орбиту в собранном состоянии технически невозможно. Кроме того, предъявляются очень жесткие требования к стабильности их размеров и формы, структуры и служебных свойств тех материалов, элементов конструкций и приборов, которые обеспечивают нормальное функционирование таких станций. Изготовление, монтаж и последующая эксплуатация в космосе таких КГК поставили ряд острейших проблем перед космической наукой, от решения которых зависели конструкторские решения создателей КГК. Это при том, что условия эксплуатации, как отмечалось выше, относятся к экстремальным.

Прогноз устойчивости материалов и элементов конструкций в таких условиях потребовал разработки методологии и аппаратуры ускоренных натуральных (в космосе) и модельных (наземных) испытаний для выявления механизмов и скорости деградации, выработки критериев стабильности, успешного выбора и создания новых материалов, наиболее приспособленных для нормальной работы в ОКП. Решению задачи способствовало то, что в основу методологии испытаний было положено использование тонкопленочных образцов, покрытий и композиций, моделирующих поверхность конструкций, которая подвергается воздействию факторов ОКП и с которой начинается разрушение. В пленочных материалах и фольгах признаки деградации и разрушения обнаруживаются задолго до того, как их можно наблюдать в массивных конструкциях. Эти работы проводились в условиях «мозгового штурма» и в тесном сотрудничестве с другими кафедрами ХПИ, в частности, с кафедрой «Соппротивление материалов», где под руководством профессора В.В. Бортового в это время разрабатывались элементы космических конструкций.

Комплексные исследования образцов широкого круга перспективных материалов, подвергнутых испытаниям в условиях открытого космоса и в модельных условиях, позволили установить основные механизмы деградации их структуры и служебных характеристик, факторы, определяющие их устойчивость под влиянием отдельных параметров ОКП и при совместном, синергетическом воздействии последних, а также обнаружить ряд новых эффектов и явлений, принципиально важных для разработки фундаментальных основ и понимания специфики раздельного и совместного воздействия

(синергизма) таких космических факторов, как микрогравитация, космический вакуум, теплосмены, потоки заряженных частиц и облучение солнечной радиацией.

В частности, впервые в мировой практике в ОКП экспонировались образцы пленок, массивной керамики и монокристаллов высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). Постановка на борт ВТСП аргюри казалась бессмысленной, т. к. уже в наземных условиях они подвержены усиленной деградации. Но в этом и заключалась научная дерзость и интуиция Л.С. Палатника, чтобы все-таки поставить на борт и испытать их. Действительно, оказалось, что благодаря синергизму воздействия факторов ОКП образцы ВТСП не потеряли своих сверхпроводящих свойств. А это означало, что их можно использовать в открытом космосе.

В результате проведенных работ (здесь необходимо отметить, что они во многом и намного опередили аналогичные работы НАСА США) были заложены научные основы космического пленочного материаловедения и космической технологии, что послужило фундаментом для разработки и формирования новых материалов и новых защитных, отражающих, высокостабильных терморегулирующих покрытий для космических летательных аппаратов; для создания рентгеновской оптики, с помощью которой исследуются внеземные источники рентгеновского излучения; для прогнозирования поведения конструкций и приборов, предназначенных для долговременной эксплуатации в экстремальных условиях, в том числе и наземных.

Долговременное сотрудничество с вышеуказанными предприятиями и научными учреждениями, личная дружба и тесные контакты с их ведущими специалистами, в частности, с заместителем Генерального конструктора РКК «Энергия» В.П. Никитским, выразилось также в издании совместных научных трудов, проведении конференций, защите диссертаций. В частности, в 1985–1986 годы на кафедре ФМП, а затем в условиях полета орбитальной станции «Мир» летчиком-космонавтом Г.М. Стрекаловым проводились эксперименты по созданию новых материалов на основе висмута и галлия. Полученные результаты легли в основу его кандидатской диссертации, научным руководителем которой был профессор А.И. Федоренко.

В настоящее время кафедра продолжает под руководством профессора А.Т. Пугачева работы по изучению влияния факторов ОКП на новые перспективные материалы с помощью наземных имитационных испытаний в содружестве с ФТИНТ НАН Украины. Не прерываются и контакты с РКК «Энергия» и ИЭС им. Патона. Публикуются совместные работы, выходят сборники, разрабатываются программы совместных работ на будущее. Кстати, вышедший в 2000 году научный сборник «Космос: технологии, материаловедение, конструкции», в котором опубликованы работы наших сотрудников, был переведен и издан в Англии известным издательством Taylor&Francis: «Space Technologies Materials and Structures». Велись также переговоры об издании этого сборника в Японии, что свидетельствует об актуальности пионерских работ, составивших содержание этого сборника.

Таким образом, благодаря этим совместным работам кафедрой ФМП были заложены основы новых фундаментальных и прикладных направлений космической науки:

космической пленочной технологии и космического пленочного материаловедения. Не случайно, еще в 1979 году в своем поздравительном послании к 70-летию Льва Самойловича Палатника Генеральный конструктор РКК «Энергия», академик АН СССР В.П. Глушко писал: «За время нашего сотрудничества Вы оказали большое влияние на становление и развитие пленочного материаловедения на предприятии, под Вашим руководством был решен ряд сложных научно-технических задач, что определило весомость вклада в разработку и создание изделий новой техники». Этим посланием оценивался не только личный вклад Л.С. Палатника, но и заслуги всего научного коллектива кафедры. Будущее показало, что надежды Генерального конструктора на продолжение плодотворного сотрудничества были вполне обоснованными и оправдали себя. И очень хотелось бы назвать хотя бы немногих из тех, чьими талантом, острой научной мыслью, широтой взгляда и подхода к решению проблем был обеспечен успех этих работ, кто принимал в них самое активное участие, хотя, повторяю, это далеко не полный перечень: профессор А.И. Федоренко, профессор А.И. Ильинский, доцент А.А. Козьма, ведущие научные сотрудники А.В. Аринкин, В.А. Дудкин, Г.Е. Лях, М.Н. Набока, П.Г. Черемской, Б.А. Савицкий, В.В. Кондратенко, И.Х. Тартаковская, Г.Л. Шатровский, С.В. Малыгин, В.И. Пинегин, А.Н. Стеценко и многие другие.