ВЕСТНИК НПУА, МЕТАЛЛУРГИЯ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ. 2021. №1
УДК 539.3:621.793
DOI: 10.53297/18293395-2021.1-41

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

О.С. Чибухчян

Национальный политехнический университет Армении

Современный мир со своими реалиями диктует все более жесткие требования к продукции машиностроения, изготавливаемой на основе взаимовыгодной научно-технической кооперации, новых инновационных технологий производства и обработки деталей, технологической модернизации и повышения эффективности производства, экологической безопасности, а также с целью улучшения технико-эксплуатационных характеристик и конкурентоспособности выпускаемой продукции. При этом процесс освоения новых инновационных технологий производства и обработки деталей часто происходит очень медленно в силу как объективных, так и субъективных различных факторов. Важно отметить, что отечественная машиностроительная отрасль в основном нацелена на приобретение импортного оборудования и инструмента и очень редко на внедрение новых высокотехнологичных процессов. В последние годы с развитием технологий машиностроения наряду с уже традиционными требованиями к производству деталей и комплектующих все активнее выдвигаются условия экологичности их изготовления.

Авиационная промышленность для стран с ограниченными возможностями и не имеющих выхода к морю, является одной из основ обеспечения обороноспособности и экспорта наукоемкой и дорогой продукции. В связи с этим особое значение приобретает повышение технико-эксплуатационных характеристик и показателей, качества авиационной продукции путем применения современных металлических и неметаллических материалов, разработки и внедрения новых высокоэффективных и экологически безопасных технологий их производства и обработки, сравнительно небольших капитальных вложений.

Необходимо отметить, что в конструкции летательных аппаратов в последние годы широко применяются тонкостенные детали различного назначения, и использование новых высокоэффективных технологий по повышению их технико-эксплуатационных характеристик имеет важное практическое значение.

Ключевые слова: машиностроение, воздушное судно, летательный аппарат, материалы, техническая характеристика, композиционные материалы, механические свойства, технология изготовления.

Введение. Современное машиностроение нацелено на технологическую модернизацию, целью которой является повышение эффективности производства, экологической безопасности, технико-эксплуатационных характеристик и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Это требует освоения

новых инновационных технологий производства и обработки деталей, что обеспечивается преимущественно за счет приобретения импортного оборудования и инструмента и в меньшей степени – внедрения новых технологических процессов, что является непозволительной роскошью, учитывая современные реалии и новые вызовы постпандемического периода.

Необходимо отметить, что в странах ЕАЭС акценты современного развития машиностроения направлены по пути совершенствования высокотехнологичных отраслей, ориентированных в основном на мелкосерийное производство. В последние годы отмечается еще одна особенность развития технологии машиностроения - наряду с уже традиционными требованиями постоянного повышения производительности, точности и качества обработки деталей все активнее выдвигаются условия экологичности их изготовления.

Авиационная промышленность играет системообразующую роль в экономике ряда стран современного мира: благодаря тесной взаимосвязи с другими (обеспечивающими) отраслями, ее развитие как одной из наиболее наукоемких и инновационных отраслей современной экономики оказывает значительное влияние на темпы перехода страны на новые востребованные инновационные рельсы развития.

Авиационная промышленность является важнейшим элементом обеспечения обороноспособности и стратегической безопасности страны, оказывая также большое влияние на формирование машиностроительного комплекса страны и развитие ряда других отраслей экономики, в том числе логистики, туризма, перерабатывающей отрасли и др.

К 2025 году объем мирового рынка авиационной продукции вырастет в 2,1 раза, что составит 543,3 *млрд долл.* США. Около 68% указанной суммы придется на гражданский сегмент [1]. Особое значение имеет авиация для Республики Армения, которая имеет закрытые границы с Турцией и Азербайджаном, а границы с Грузией, в силу влияния природно-климатических условий, в определенные времена года становятся также закрытыми.

Развитие воздушных судов (ВС) гражданской авиации выдвигает новые требования перед разработчиками - максимально повысить экономическую эффективность и безопасность (в том числе экологическую) эксплуатации авиационной техники. Одним из важнейших способов достижения этих целей является совершенствование используемых при создании ВС материалов, в том числе и конструкционных, так как непосредственно их характеристики влияют и на весовую эффективность конструкции, и на способность конструкции сохранять свою целостность в течение длительной эксплуатации и очень часто в сложных условиях. В последнее десятилетие

все интенсивнее продолжаются исследования и работы по созданию новых конструкционных металлических материалов и совершенствованию их характеристик путем повышения удельной статической прочности материалов и характеристик усталостной долговечности, улучшения характеристик живучести и трещиностойкости, повышения антикоррозионной стойкости и стойкости к высоким и часто резким температурным перепадам, обеспечения технологичности изготовления конструкции и т.д.

Необходимо отметить, что характеристики улучшались за счет значительного повышения чистоты сплавов от примесей кремния, железа и соответствующего ограничения избыточных фаз, разработки новых, более совершенных режимов термической обработки, улучшения качества полуфабрикатов.

Постановка задачи и обоснование методики. Для летательных аппаратов (ЛА) особое значение имеют нержавеющие стали и сплавы, обладающие стойкостью к электрохимической и химической коррозии (атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой), межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением, химическому разрушению поверхности в газовых средах при температурах выше 550°С, способностью работать ненагруженном или слабонагруженном состоянии. Необходимо отметить, что механические свойства нержавеющих сталей позволяют снизить толщины используемых материалов и сократить вес готовой продукции без риска снижения прочностных характеристик.

Традиционно для изготовления силовых элементов изделий авиакосмической техники применяют высокопрочные и сверхпрочные алюминиевые сплавы на базе системы Al–Zn–Mg–Cu, которые являются одними из основных конструкционных материалов. Сплав 1933 заменил сплав АК6 и широко используется для изготовления силовых деталей внутреннего набора планера (шпангоутов, фитингов и др.) для новых серийных самолетов ЯК-130 и SSJ-100. В современных самолетах широко применяются полуфабрикаты (катаные и прессованные) из высокопрочного сплава В95п.ч./о.ч.[2].

В конструкциях современных зарубежных самолетов большое распространение получили сплавы системы Al–Mg–Si, которые обладают высокой технологичностью при деформации в сочетании с относительно высокой прочностью, коррозионной стойкостью и хорошей свариваемостью, в том числе прогрессивными видами сварки. Сплав В-1341 этой системы, легированный модифицирующими добавками кальция, применен в виде листов в конструкции российского самолета SSJ-100 для изго-

товления трубопроводов, в том числе сварных, и патрубков сложной конфигурации для элементов системы кондиционирования воздуха, а также элементов законцовки и крыла [2].

В настоящее время более 20% массы всех конструкций многих пассажирских самолетов составляют изделия из алюминия. Алюминиевые сплавы остаются основным конструкционным материалом авиакосмической техники. Объем их применения в настоящее время составляет около 70% от общего количества конструкционных материалов в планере самолета [3].

В авиационной технике наибольшее применение находят нержавеющие стали аустенитного класса с 18% *Cr* и 9...10% *Ni* (12Х18Н9,17Х18Н9 и др.), которые в процессе закалки приобретают аустенитную структуру и характеризуются повышенной пластичностью (δ = 40…50%, Ψ = 50…60%), но умеренной прочностью ($\sigma_в$=500…600 *МПа*), а также хорошей коррозионной стойкостью в окислительных средах. Эти стали технологичны, не склонны к хрупкому разрушению при низких температурах, поэтому хромоникелевые стали (особенно с малым содержанием углерода – 08Х18Н10Т) широко используют в криогенной технике для хранения сжиженных газов, изготовления оболочек топливных баков и ракет и т.д. [4].

Сказанное особенно актуально в связи с тем, что в последние годы требования к механическим и химическим свойствам ответственных деталей из конструкционных материалов становятся более жесткими, что диктует необходимость применения более эффективных технологий и методов поверхностной обработки с целью удовлетворения постоянно возрастающих требований потребителей.

Благодаря интенсивным исследованиям и разработкам специалистов, характеристики материалов продолжительное время улучшались, однако уже к концу XX века они стали асимптотически приближаться к неким предельным для данного вида материалов значениям. Затраты на улучшение характеристик материалов и стоимость улучшенных материалов стали расти непропорционально получаемому эффекту. При этом коррозию – злейшего врага металлов – так и не удалось победить окончательно.

Исходя из вышесказанного, перед разработчиками авиационной техники ставилась задача привлечения композиционных материалов (КМ). Их высокая удельная прочность, отличные характеристики долговечности, отсутствие проблемы коррозии, новые технологические возможности изготовления конструкции имеют очевидные преимущества. КМ и технологии развивались с начала XX в. параллельно с металлами, находя все большее применение в конструкциях ЛА. Отметим, что как первоначально, так и на протяжении ряда

лет работы по композитам носили большей частью исследовательский характер, а их применение ограничивалось преимущественно малой авиацией. С развитием и совершенствованием технологий, структуры и свойств КМ сфера их применения в авиационных конструкциях медленно, но неуклонно расширялась. Со временем стало очевидно, что прогресс в повышении весовой эффективности и эксплуатационной технологичности конструкции может обеспечить только использование в качестве основного конструкционного материала силовой конструкции планера КМ.

Результаты исследования. Композиционный материал представляет собой объемный монолит, искусственно образованный из разнородных и нерастворимых друг в друге компонентов, соединяемых между собой в единое целое за счет сил адгезионного взаимодействия на границе их раздела. В образованном монолите непрерывную по всему объему компоненту (фазу) называют матрицей или связующим, а дисперсную компоненту (фазу) - наполнителем. Уникальные свойства конструкционных КМ выгодно отличают их от металлических (табл.) [5].

Таблица

Сравнение механических характеристик КМ

Свойства	Металлы			Волокнистые КМ		
	Al сплав (2024)	Ti сплав (ВТ 6)	Сталь (30ХГСА)	Стекло-пластики	Угле-пластики	Органо-пластики
Удельный вес, ρ, *г/см*^{3}	2,8	4,5	7,8	1,6–2,2	1,3–1,9	1,2–1,35
Предел прочности при раст., σ^+, *МПа*	450	1100	800–1200	340–1700	780–1700	780–1500
Модуль упругости при раст., E^+, *ГПа*	70	115	200	50–60	120–220	60–80
Относительное удлинение, ε, %	11–15	10–13	10	0,5–2,8	0,4–1	2–7

Это, прежде всего, высокие удельная статическая прочность и жесткость, высокая сопротивляемость явлениям усталости, отсутствие склонности к коррозии и возможность сложного формообразования без применения крепежа. Использование их в конструкции ВС является наиболее действенным средством повышения весовой эффективности летательных аппаратов и, как следствие, экономической и экологической эффективности их эксплуатации.

В конструкциях авиационной техники КМ квалифицируется только как

материал элемента конструкции, образующийся из материалов-компонентов, используемых непосредственно в процессе изготовления данного элемента.

Современные КМ, имея ряд преимуществ, обладают также такими специфическими свойствами, как: относительно низкие характеристики прочности на сжатие; существенно иной, чем у металлов, коэффициент линейного теплового расширения; большая чувствительность к ударным эксплуатационным воздействиям, что особенно важно для ЛА; склонность к расслоению; сложность технологии изготовления (особенно крупноразмерных элементов конструкции); чувствительность даже к незначительным отклонениям от установленной технологии изготовления. Именно эти свойства сдерживают широкое их применение в силовых авиационных конструкциях.

Сравнительно недостаточная изученность кинетики и механики разрушения КМ создает определенные барьеры для использования в полной мере потенциала этих материалов. Отметим также, что характер производственных и эксплуатационных дефектов и кинетика развития КМ совершенно другие, чем у металлов, кроме того, десятилетиями созданные методы и средства неразрушающего контроля (НК), используемые для дефектации металлических конструкций, часто непригодны для основных силовых конструкций из КМ.

Что касается ремонта поврежденных элементов конструкции из КМ, то это технологически сложно, требует высокой квалификации исполнителей, специального оборудования и соответствующих расходных материалов, что в итоге значительно повышает эксплуатационные расходы ЛА. Из широкого спектра современных КМ разработчики в настоящее время наиболее широко применяют углепластики.

Эксплуатационные качества изделий машиностроения в значительной степени зависят от пластических и прочностных свойств металлов изделий. Отметим, что, в свою очередь, большая часть пластических и прочностных свойств металлов и изделий из них зависит от тех процессов, которые происходят в их приповерхностных слоях. Это, в первую очередь, такие свойства, как износостойкость при трении, разрушение при воздействии химически активных веществ, газовых и жидкостных потоков, тепловых и радиационных ударов и т.д., которые имеют особенно важное значение для продукции авиационной промышленности. Поверхностная обработка металлов различными технологиями (резание лезвийным инструментом, шлифование, полирование, процессы поверхностного пластического деформирования (ППД) и т.д.) определяется в основном только параметрами обрабатываемого слоя.

Зарождение усталостных трещин, как известно, происходит в приповерхностных слоях. Поэтому эксплуатационные свойства деталей машин различного назначения, подверженных воздействию периодических, контактных и химических нагрузок, зависят прежде всего от свойств их приповерхностных слоев.

Поверхность металла после обработки представляет собой многослойный композит. Первый слой в несколько межатомных расстояний - это материал с измененными упругими постоянными, спектром колебаний, межатомными расстояниями и т.д. Второй слой обычно отличается по химическому составу с толщиной от тысячи ангстрем до нескольких микрон. При этом пластическая деформация и сопровождающая ее ускоренная диффузия примесей существенно усиливают этот эффект. Третий слой имеет толщину от 20 до 100 и более *микрон* с измененной дефектной структурой. Основными причинами этого изменения являются упругое взаимодействие дефектов с поверхностью, отличие силы взаимодействия между дефектами и закономерностей их размножения в приповерхностных слоях. Как следствие, формируются дислокационные структуры с другой плотностью, большим избытком дислокаций одного знака, большей склонностью к дислокационным неустойчивостям, большими взаимными разворотами микрообъемов. Как стало ясно в последние годы, масштаб корреляции между отдельными микрообъемами также изменяется [5].

Следует отметить, что, кроме перечисленных трех слоев, на свойства приповерхностных объемов оказывают влияние фазовый состав, макроскопическое напряженное состояние, поверхностные текстуры деформаций, возможность динамической и термической рекристаллизации, наличие поверхностных микротрещин и пор, микрорельеф и качество поверхности и др.

Пластические и прочностные свойства приповерхностных слоев определяют как интенсивность этих факторов, так и соотношения между ними и их характеристическими длинами.

Развитие технологии машиностроения для достижения наилучшего упрочнения поверхности идет по четырем основным направлениям [6]:

- ✓ нанесение поверхностных покрытий на детали и инструмент;
- ✓ создание слоев с достаточно интенсивными сжимающими напряжениями;
- ✓ формирование структур дефектов, зерен, химического состава;
- ✓ оптимизация рельефа поверхности.

Наиболее простыми методами улучшения эксплуатационных свойств машин, получившими в последнее время широкое распространение, являются

отделочно-упрочняющие методы ППД. Преимущества ППД показаны в исследованиях Е.Г. Коновалова, Б.А. Кравченко, И.В. Кудрявцева, И.И. Муханова, А.А. Папшева, М.М. Заверина и других отечественных и зарубежных ученых.

В последние годы большой интерес материаловедов вызывают ультрамелкозернистые алюминиевые материалы, измельчение структуры в которых достигается воздействием интенсивной пластической деформации [6].

ППД обеспечивает повышение усталостной прочности и выносливости детали в процессе эксплуатации в 1,5…2,3 раза и изменение структуры металла, но без его полной рекристаллизации [7].

Необходимо отметить особое значение влияния состояния поверхности на усталостную прочность для деталей ЛА. В поверхностных слоях вследствие их физической неравноценности с основным объемом происходят первые пластические деформации, приводящие к усталости. Поэтому шероховатость (макро- и микрогеометрическая неровность поверхности) и изменение их физико-механических свойств в результате обработки (главным образом - финишной) при изготовлении детали или образца имеют большое значение.

Обработка поверхности шлифованием приводит к снижению предела усталости сплава Ti-4Al на 20…25 % по сравнению с пределом усталости этого сплава после токарной обработки. Такая же картина наблюдается и для сплава ВТ3-1 [8].

Неблагоприятное влияние шлифования на предел усталости может быть устранено либо дополнительной упрочняющей механической обработкой (дробью, накатыванием), либо удалением поверхностного слоя электрохимической обработкой, что в конечном итоге усложняет технологию производства и приводит к значительному повышению стоимости конечной продукции. Кроме того, электрохимическая обработка титановых сплавов ухудшает их усталостные свойства. Предел усталости на базе 2×107 циклов для сплава ВТ8 после электрохимической обработки составляет 310…340 *МПа*, что на 190 *МПа* ниже, чем в исходном состоянии (после механической обработки) [8].

Разрушение большинства изделий машиностроения начинается с их поверхности, подвергаемой изнашиванию, коррозии, механическим нагрузкам и высоким температурам. По мере развития технологий и перехода от макромасштабных к микро- и наномасштабным уровням рассмотрения структуры и свойств материалов роль поверхности многократно возрастает [9]. Важнейшие свойства металлов и сплавов могут быть существенно улучшены за счет их поверхностного наноструктурирования с использованием способов

интенсивного ППД, в частности, двусторонней ультразвуковой обработкой тонкостенных деталей.

Согласно [10,11], на долю планера приходится 16,5...33,5% общей массы ЛА, где в основном используются тонкостенные детали, изготовленные из алюминиевых сплавов АМцМ, Д164АМВ, АК6, нержавеющей стали 12Х18Н10Т, 15Х18Н12СЧТЮ (ЭИ654), ВНС-2, титановых сплавов и других листовых деформируемых материалов, которые могут стать достаточно большим запасом для выявления технологических возможностей снижения общего веса ЛА. К числу таких способов относятся методы упрочнения рабочих поверхностей деталей ЛА пластическим деформированием, наиболее эффективными из которых являются упрочняющие технологии с наложением на индентор высокочастотных ультразвуковых колебаний (УЗК) вдоль нормали к упрочняющей поверхности [12].

Исследования показывают, что в процессе пластического деформирования металлов с применением УЗК на глубине 15…25 *мкм* формируется нанозернистая структура с размерами зерен в пределах 5…10 *нм*, что способствует резкому повышению твердости, прочности и износостойкости поверхностного слоя обработанного материала; на глубине 25…35 *мкм* формируется микрозернистая структура, в которой создаются и сохраняются остаточные напряжения сжатия, которые способствуют значительному повышению пределов хрупкой и усталостной прочности [13]. Аналогичные результаты получены при исследовании процесса ультразвукового упрочнения титанового сплава марки ВТ1-0.

Заключение. Показано, что в конструкции летательных аппаратов в последние годы широко применяются тонкостенные детали различного назначения. Повышение их технико-эксплуатационных характеристик с применением новых высокоэффективных технологий имеет важное практическое значение.

Выявлено, что в процессе пластического деформирования детали летательных аппаратов с применением УЗК на ее поверхности формируется нанозернистая структура, которая способствует резкому повышению твердости, прочности и износостойкости поверхностного слоя обработанного материала, а в сердцевине формируется микрозернистая структура, которая способствует значительному повышению пределов хрупкой и усталостной прочности.

Литература

1. Государственная программа Российской Федерации “Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы ”.

2. **Антипов В.В.** Перспективы развития алюминиевых, магниевых и титановых сплавов для изделий авиационно-космической техники // Авиационные материалы и технологии.- 2017.- № S.- С.186-194.
3. **Фридляндер И.Н.** Алюминиевые сплавы в летательных аппаратах в период 1970-2000 и 2001-2015 гг. // Технология легких сплавов.- 2002.- № 4. - С.12-17.
4. **Курбанбеков Ш.Р.** Модификация структуры и механических свойств поверхностных слоев стали 12Х18Н10Т при электролитно-плазменной обработке: Дис. … доктора философии (PhD).- Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, 2014.- 120с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://nblib.library.kz/elib/Sait//Kurbanbekov%20SH.R.pdf (дата обращения 20.05.20).
5. **Фейгенбаум Ю.М., Бутушин С.В., Божевалов Д.Г., Соколов Ю.С.** Композиционные материалы и история их внедрения в авиационные конструкции // НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ГосНИИ ГА.-2015.- № 7.- С. 24-37.
6. Ультразвуковая обработка конструкционных материалов / Под ред. **А.В. Панина.-** Томск: Изд. дом Томск. гос. ун-та, 2016. -170 с.
7. Зернограничная диффузия и свойства наноструктурных материалов / **Ю.Р. Колобов, Р.З. Валиев, Г.П. Грабовецкая и др.** – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ие, 2001.– 232 с.
8. **Илларионов А.Г., Попов А.А.** Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов: Учебное пособие.– Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014.– 137 с.
9. **Панин В.Е.** Физическая мезомеханика поверхностных слоев твердых тел // Физическая мезомеханика.- 1999.- Т. 2, № 6.- С. 5–23. https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskaya-mezomehanika-novaya-paradigma-na-styke-fiziki-i-mehaniki-deformiruemogo-tverdogo-tela. (дата обращения 01.06.20).
10. **Ефимова М.Г.** Основы авиации. Часть 2: Конструкция и основные функциональные системы летательных аппаратов: Учебное пособие.– М.: МГТУГА, 2005.– 52 с.
11. **Никитин Г.А., Баканов Е.А.** Основы авиации: Учебник для вузов гражданской авиации.– 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Транспорт,1984. – 261 с.
12. Конструкция и прочность летательных аппаратов гражданской авиации: Учебник для вузов гражданской авиации / **М.С. Воскобойник, П.Ф. Максютинский, К.Д. Миртов и др.;** Под общ. ред. **К.Д. Миртова, Ж.С. Черненко.**– М.: Машиностроение, 1991.– 448 с.
13. **Алехин В.П.** Получение нано- и субмикрокристаллических структур в сталях с использованием ультразвуковой технологии // Известия высших учебных заведений.- Черная металлургия / МГИУ.- М., 2012.- № 8.- С.68–74.

Поступила в редакцию 18.03.2021.
Принята к опубликованию 21.05.2021 .

ԹՌՉՈՂ ԱՊԱՐԱՏՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՆՅՈՒԹԵՐԸ

Հ.Ս. Չիբուխչյան

Ժամանակակից աշխարհն իր նոր իրականությամբ թելադրում է գիտատեխնիկական փոխշահավետ կոոպերացման, մեքենամասերի արտադրության և մշակման նորարարական տեխնոլոգիաների, տեխնոլոգիական վերազինման և արտադրության արդյունավետության բարձրացման, բնապահպանական անվտանգության հիման վրա մեքենաշինության արտադրանքին նոր, ավելի խիստ պահանջներ՝ լավացնելու համար թողարկվող արտադրանքի տեխնիկաշահագործական բնութագրերը և բարձրացնելու մրցունակությունը: Սակայն անհրաժեշտ է նշել, որ մեքենամասերի արտադրության և մշակման նորարարական տեխնոլոգիաների յուրացման գործընթացը հաճախ տեղի է ունենում շատ դանդաղ՝ պայմանավորված տարբեր սուբյեկտիվ և օբյեկտիվ գործոնների ազդեցությամբ: Կարևոր է նշել, որ հայրենական մեքենաշինության ճյուղը նպատակաուղղված է արտասահմանյան սարքավորումներ և գործիքներ ձեռք բերելուն և շատ հազվադեպ՝ նոր, բարձր տեխնոլոգիական գործընթացներ ներդնելուն: Վերջին տարիներին տեխնոլոգիական մեքենաշինության զարգացումը մեքենամասերին և կոմպլեկտավորողներին ներկայացվող ավանդական պահանջների հետ ավելի ակտիվորեն է առաջադրում դրանց արտադրության բնապահպանական պահանջները:

Ավիացիոն արդյունաբերությունը դեպի ծով ելք չունեցող և սահմանափակ հնարավորություններ ունեցող երկրների համար հանդիսանում է պաշտպանունակության ապահովման և գիտատար ու թանկ արտադրանքի արտահանման հիմքերից մեկը: Այս առումով առանձնահատուկ նշանակություն է ձեռք բերում ավիացիոն արտադրանքի որակի, տեխնիկաշահագործական հատկանիշների և ցուցանիշների բարձրացումը՝ համեմատաբար ոչ մեծ կապիտալ ներդրումներով ժամանակակից մետաղական և ոչ մետաղական նյութերի կիրառմամբ, դրանց արտադրության և մշակման նոր, բարձրարդյունավետ և բնապահպանական անվտանգ տեխնոլոգիաների ներդրմամբ:

Անհրաժեշտ է նշել, որ վերջին տարիներին թռչող ապարատների կառուցվածքներում լայնորեն կիրառվում են տարբեր նշանակություններով բարակապատ մեքենամասեր, և բարձրարդյունավետ տեխնոլոգիաների կիրառմամբ դրանց տեխնիկաշահագործական բնութագրերի բարձրացումն ունի կարևոր գործնական նշանակություն:

Առանցքային բառեր. մեքենաշինություն, օդանավ, թռչող ապարատ, նյութեր, տեխնիկական բնութագիր, կոմպոզիցիոն նյութեր, մեխանիկական հատկություններ, պատրաստման տեխնոլոգիա:

MODERN AIRCRAFT MATERIALS

H.S. Chibukhchyan

The modern world with its realities dictates more stringent requirements for mechanical engineering products, based on mutually beneficial scientific and technical cooperation, new innovative technologies for the production and processing of parts,

technological modernization and increasing production efficiency, environmental safety, as well as in order to improve the technical and operational characteristics and competitiveness of the manufactured products. However the process of mastering new innovative technologies for the production and processing of parts is often very slow due to both objective and subjective factors. It is important to note that the domestic engineering industry is mainly focused on the purchase of imported equipment and tools and very rarely on the introduction of new high-tech processes. In recent years, the development of mechanical engineering technology, along with the already traditional requirements set to the production of parts and components, is increasingly putting forward the condition for the environmental friendliness of their manufacture.

The aviation industry, for landlocked countries with limited capabilities, is one of the foundations for ensuring the country's defense capability and exporting high-tech and expensive products. In this regard, it is of particular importance to improve the technical and operational characteristics and indicators, the quality of aviation products through the use of modern metallic and non-metallic materials, the development and implementation of new highly efficient and environmentally friendly technologies for their production and processing with relatively small capital investments.

It should be noted that in recent years, thin-walled parts for various purposes have been widely used in the design of aircraft, and the use of new highly efficient technologies to improve their technical and operational characteristics is of great practical importance.

Keywords: mechanical engineering, aircraft, air vehicle, materials, technical characteristics, composite materials, mechanical properties, manufacturing technology.