

УДК 629.7.002:658.5

С. А. БЫЧКОВ, А. А. КОЦЮБА

*Государственное предприятие «Антонов», Киев, Украина***СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГРАЖДАНСКИХ САМОЛЕТАХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.****СООБЩЕНИЕ 2. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГРАЖДАНСКИХ САМОЛЕТАХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ (1995-2015 Г.Г.): ПЕРВОПРИЧИНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ**

Обсуждаются первопричины и закономерности широкого применения полимерных композиционных материалов в гражданских самолетах. Проведен углубленный анализ проблемы их внедрения в отечественных гражданских самолетах последнего периода (1995 – 2015 гг.), который свидетельствует, что авиастроительная отрасль Украины сохранила высокий потенциал, позволивший создать ряд новых гражданских самолетов Ан-70, Ан-140, Ан-148, Ан-158, Ан-178 и их модификаций, не уступающих по своим характеристикам зарубежным аналогам. Сформулирована концепция создания отечественных гражданских самолетов и ее основные составляющие, которые формируют ее реализацию в аспекте инженерного прогнозирования эффективного объема внедрения полимерных композиционных материалов в отечественных гражданских самолетах. Показано, что проблема создания эффективного инструментария инженерного прогнозирования может быть успешно решена путем разработки методологии ее реализации системой комплексных задач, включающих четыре взаимосвязанных компонента.

Ключевые слова: гражданские отечественные самолеты, внедрение полимерных композиционных материалов, концепция создания самолетов, инженерное прогнозирование объемов внедрения композитов.

Введение

Как следует из ряда публикаций [1-10] в многоаспектной концепции создания отечественных гражданских самолетов и их модификаций немаловажное место занимают полимерные композиционные материалы (ПКМ): объемы их применения и уровень ответственности конструктивно-технологических решений, в которых они применяются, постоянно увеличиваются.

Еще в конце XX века было установлено [11-12], что первопричинами и закономерностями перманентно расширяющего применения объема ПКМ в отечественных и зарубежных самолетах и других сферах машиностроения является:

- развитие фундаментальных и прикладных научных направлений вообще и структурной механики в частности, обеспечивающее создание научных основ конструирования материалов с заранее заданными характеристиками для конструкций, способных функционировать в регламентированных условиях эксплуатации.

- истощение мировых месторождений невозобновляемых запасов сырья для получения конструкционных металлов одновременно с непрерывно увеличивающимся объемом их потребления и достижением ими предельных уровней физико-механических и других свойств, характеризующих

их эффективность в условиях эксплуатации, побуждающее поиск альтернативных заменителей, обладающих эквивалентными металлам свойствами и перспективой их роста;

- масштабы развития органической химии, обеспечившей промышленные объемы компонентов и материалов, равнозначных по характеристикам конструкционным металлам и превосходящим их по ряду показателей;

- необходимость повышенного внимания к промышленной экологии и охране окружающей среды, тесно связанных с первичной утилизацией и вторичным использованием отходов промышленного производства;

В [3] выявлен и обоснован не только рост интегрального объема применения ПКМ в авиастроении вообще и в гражданских самолетах транспортной категории в частности, но и качественное изменение пропорций этого объема от малонагруженных агрегатов к средне- и высоконагруженным, предопределяющим несущую способность, надежность и ресурс объекта в эксплуатации.

Анализ показал, что до развала СССР темпы и объемы внедрения ПКМ в самолетах гражданской авиации в Советском Союзе и в Украине, в частности (АНТК «Антонов») и странах Запада были одинаковыми и составили к 1990 году 15...20 % от мас-

сы воздушного судна (ВС). После развала СССР к настоящему моменту этот объем в самолетах фирм Боинг и Аэрбас достиг 40...50%, в то время как в Украине в силу объективных причин, порожденных кризисом в экономике, сохранился на достигнутом ранее уровне [5].

Мировой опыт свидетельствует, что попытки использовать ПКМ простой заменой металлов, имели ограниченный эффект, не давая возможности полностью раскрыть специфику и достоинства ПКМ [6]. Установлено, что, несмотря на достигнутые весомые объемы применения ПКМ в транспортных и пассажирских самолетах в районе 20%, а также на высокие показатели экономии массы, жесткости, долговечности, резкого повышения коррозионной стойкости, снижения трудоемкости сборки композитных конструкций, существуют резервы дальнейшего значительного совершенствования этих важнейших характеристик, что и было подтверждено на последующем этапе освоения ПКМ в пассажирском и транспортном самолетостроении зарубежных стран [1 – 10].

Практика подтвердила, что рациональные идеи конструирования и изготовления конструкций из ПКМ, обеспечивающие максимальное использование предоставляемых ими возможностей в отношении массы и стоимости, должны реализовываться, начиная с самых ранних стадий разработки проекта [5].

В нашей работе [1] был проведен краткий анализ состояния и проблем применения новых конструкционных материалов класса порошковых металлических сплавов и композитов для отечественных гражданских самолетов. Показано, что, несмотря на их относительно малый и стабильный объем в составе номенклатуры применяемых материалов, этот класс сплавов и металлокомпозитов играет существенную роль в обеспечении высокого уровня несущей способности деталей и узлов самолета, эксплуатируемых в специфических условиях.

Ниже дан анализ состояния некоторых составляющих и аспектов проблемы применения в отечественных гражданских самолетах ПКМ в современных условиях.

Основная часть

Новые широкие возможности в повышении весовой эффективности гражданских самолетов за счет внедрения ПКМ, которые предвидел и начал реализовывать в отечественном авиастроении генеральный конструктор О.К. Антонов [2], все последующие годы перманентно воплощались в изделиях ГП «Антонов» вплоть до настоящего времени [3-7]. В статье [7] проведен углубленный анализ этапов становления и развернутого применения ПКМ в отечественном авиастроении с 1970 по 1995 г. В ра-

ботах [8, 9] проведен анализ эффективности конструктивно-технологических решений соединений [8], а также самих конструкций агрегатов из ПКМ отечественных гражданских самолетов и реализующих их технологий на ГП «Антонов» [9] последнего периода 1995 – 2015 гг. В [10] проведен анализ современных авиаконструкций из ПКМ, реализованных на французском предприятии Stelia Aerospace. В материалах международной конференции SAMPE Europe 15 – 17 сентября 2015 г. Amiens (Франция), обсуждается интенсивное развитие автоматизации композитного производства, новые технологические процессы и материалы, вопросы моделирования композитных конструкций процессов их изготовления. Отмечается, что повышение уровня производства и качества деталей из композиционных материалов является комплексным вопросом, охватывающим стадию проектирования и математического моделирования в совокупности с необходимостью модернизации производства для повышения уровня автоматизации.

Углубленный анализ концептуальных аспектов создания отечественных гражданских самолетов и их модификаций позволил выделить в этой проблеме, как минимум шесть принципиально важных взаимосвязанных составляющих:

- государственная поддержка создания гражданских самолетов, необходимость и роль которой обсуждается в частности в [13 – 15] и др.;
- менеджмент сегмента мирового рынка продаж и услуг гражданских самолетов [16 – 18] и др.;
- кадровое обеспечение комплекса создания гражданских самолетов, роль которого обсуждается в [19 – 20] и др.;
- информационные технологии в создании гражданских самолетов [21 – 23] и др.;
- синтез отечественного опыта и мировых тенденций в создании гражданских самолетов ГП «Антонов» [4 – 5, 7 – 10] и др.;
- избирательные кооперации при реализации проектов отечественных гражданских самолетов, варианты которых формировались в последние годы с разным уровнем успешности [24 – 33].

На вопросах кооперации при создании гражданских самолетов последнего периода (1995 – 2015 гг.) следует остановиться подробно. В 1995 г. между Украиной и Ираном был заключен контракт на совместное производство гражданского самолета Ан-140 после победы в международном тендере, в котором принимали участие и фирмы России, Германии, Франции, Англии, Бельгии, Испании.

По условиям контракта Украина поставляла партнерам спецоборудование, готовые агрегаты под окончательную сборку первого иранского Ан-140 в г. Исфахане, где был построен новый завод иран-

ской самолетостроительной компании HESA. (В 2001 г. состоялся первый полет головной машины серии).

Начало 2000-х годов явилось не простым испытанием для авиастроения Украины, общепризнанным лидером которого является ГП «Антонов». В этот период продолжался выпуск и эксплуатация регионального самолета нового поколения Ан-140, созданного в 1997 году [25].

Авиарегистр МАК и Укрaviaтранс выдали Сертификаты типа на Ан-140 и Ан-140-100 в апреле 2000 г. Серийное производство самолета было развернуто в Украине на Харьковском государственном авиационном производственном предприятии и в Иране, г. Исфахане заводом HESA. По состоянию на начало марта 2005 г. в эксплуатации находилось 11 таких самолетов.

Контракт между ГП «Антонов» и иранской самолетостроительной компанией HESA продлен до 2025 года. В 2004 г. АНТК им. О.К.Антонова совместно с предприятиями Украины и других стран создал семейство двухдвигательных реактивных региональных самолетов Ан-148 [26]. Они предназначены для пассажирских, грузо-пассажирских и грузовых перевозок на региональных и ближнемагистральных авиалиниях.

Первый экземпляр Ан-148 впервые поднялся в небо 17 декабря 2004 г. В конце апреля 2005 года Ан-148 завершил серию испытательных полетов в условиях естественного обледенения.

В реализации программы Ан-148 принимали участие компании из многих стран мира, в том числе украинские:

– «Южный машиностроительный завод», ОАО «Мотор Сич», АОЗТ, «УкрНИИРА», НИИ «Буран», ОАО «Авиаконтроль», Харьковское Агрегатное Конструкторское Бюро, АО «Укрналит», АОЗТ «Электронприлад»;

французские:

– Deutch Filotex, Thales, LIEBHERR;

немецкие:

– Litef, Goodrich Hella Aerospace, Hawker, PALL Corporation GmbH,

Monogram System;

американские:

– Rockwell Collins, ASCC;

английская Raychem.

Семейство самолетов Ан-148 включает в себя ряд модификаций: Ан-148-100А, Ан-148-100В и Ан-148-100Е.

28 февраля 2011 года получил сертификаты межгосударственного авиационного комитета стран СНГ и Государственной авиационной администрации Украины на соответствие Авиационным правилам АП-25, гармонизированным с соответствующи-

ми американскими правилами FAR-25 и европейскими CS-25, включая сертификаты по шуму на местности, региональный пассажирский самолет Ан-158 [27].

Первый полет Ан-158 был успешно завершён 28 апреля 2011 года. С тех пор самолет прошел полный цикл летных сертификационных испытаний и был запущен в серийное производство [28-30]. Ан-158 представлял «Антонов» на многочисленных авиационных выставках, в том числе в Фарнборо и Ле Бурже, а также участвовал в презентациях в Казахстане, Иране, Вьетнаме, Турции и Азербайджане.

В программе Ан-158 принимали участие 214 предприятий из 15 стран мира. Самолет непосредственно участвовал в программе испытаний по увеличению высоты аэродромного базирования, которые проходили в Исламской Республике Иран с 12 по 24 февраля 2011 года [28]. Самолет был успешно запущен на серийном заводе «Антонов» и нашел своих заказчиков – лизинговую компанию ОАО «ИФК» и кубинскую авиакомпанию «Cubana de Aviacion».

7 мая 2015 года состоялось событие, которое по праву займет достойное место в истории ГП «Антонов». С заводского аэродрома Святошин впервые взлетел новый средний транспортный самолет Ан-178, созданный предприятием в сотрудничестве с компаниями-партнерами из 15 стран мира [29].

Между ГП «Антонов» и азербайджанской компанией «Silk Way Airlines» был заключен контракт на поставку 10 самолетов Ан-178. Было подписано соглашение о покупке самолетов Ан-178 и сотрудничестве по их совместному серийному производству в КНР между ГП «Антонов» и китайской компанией «Beijing A-Star Science and Technology». Новый самолет предлагается на замену Ан-12, который поставлялся ранее в Китай, и модификации которого производятся там до сих пор.

В апреле 2015 года на ГП «Антонов» разработан проект нового транспортного самолета Ан-132, а в июне начало производство первого самолета-демонстратора. Серийное производство запланировано совместно с Саудовской Аравией. В июне руководство госпредприятия «Антонов» подписало соглашение об участии в проектировании и строительстве авиационного завода в Саудовской Аравии, на котором запланировано серийное производство Ан-132 [31]. Для реализации проекта будут привлечены ведущие авиационные компании, в частности Pratt Whitney Canada, General Electric, Honeywell, Liebherr и Hamilton Sundstrand.

В феврале 2016 года «Taqnia Aeronautics» - дочерняя организация Саудовской компании по вопросам развития и инвестиций («Taqnia»), подписала соглашение с ГП «Антонов» о разработке и про-

изводстве легкого транспортного самолета в Саудовской Аравии [32-33]. Цель этого соглашения – реализовать ряд поставленных задач, включая передачу технологии авиационного производства в Королевство СА, а также подготовку молодых и амбициозных представителей Саудовской Аравии к работе в сфере авиационного производства. Для реализации первого опыта Саудовской Аравии в области авиационного производства из институтов и университетов будут привлечены квалифицированные представители Саудовской Аравии.

На международной арене ГП «Антонов» выступает, прежде всего, в роли интегратора усилий множества предприятий, специализирующихся на создании и производстве отдельных компонентов авиатехники.

На самолеты «Ан» устанавливаются комплектующие изделия лучших производителей со всех уголков планеты. Например, при серийном производстве Ан-148 и Ан-158 применяются отдельные агрегаты и целые бортовые системы производства Украины, Германии, Франции, США, Италии, Канады, Швейцарии и других стран – всего 240 предприятий. Можно утверждать, что все без исключения программы «Антонов» реализуются совместно с целым рядом государств.

Современное ГП «Антонов» превратилось в элемент глобального авиастроительного комплекса, специализирующегося на создании транспортных и региональных пассажирских самолетов. Выступая

как эксперт в этих классах гражданских самолетов, сегодня ГП «Антонов» реализует сразу несколько международных программ создания авиатехники с фирмами Китая, Ирана, Индии и других странах.

Предприятие стремится к дальнейшему расширению списка партнеров и постоянно увеличивает долю своего присутствия на международном рынке.

Вернемся к проведенному выше анализу концептуальных аспектов проблемы создания отечественных гражданских самолетов, в которой было выделено шесть взаимосвязанных составляющих. Каждая из этих составляющих обсуждаемой проблемы, несомненно, включает в себя как решенные на различном уровне соподчиненные задачи, так и подлежащие решению в будущем.

Известно, что в различных сферах деятельности существует множество многоаспектных проблем, каждая из которых имеет ряд комплексных аспектов. При этом все эти комплексные аспекты включают в себя то или иное количество способов (средств) ядер решения (реализации) рассматриваемой комплексной проблемы.

В свою очередь все способы решения имеют определенное (в общем случае, различное) число составляющих первого (высшего) уровня. Каждая составляющая всех способов этого множества в свою очередь является ядром последующего уровня членения способов реализации соответствующего аспекта решения рассматриваемой комплексной проблемы (рис. 1).

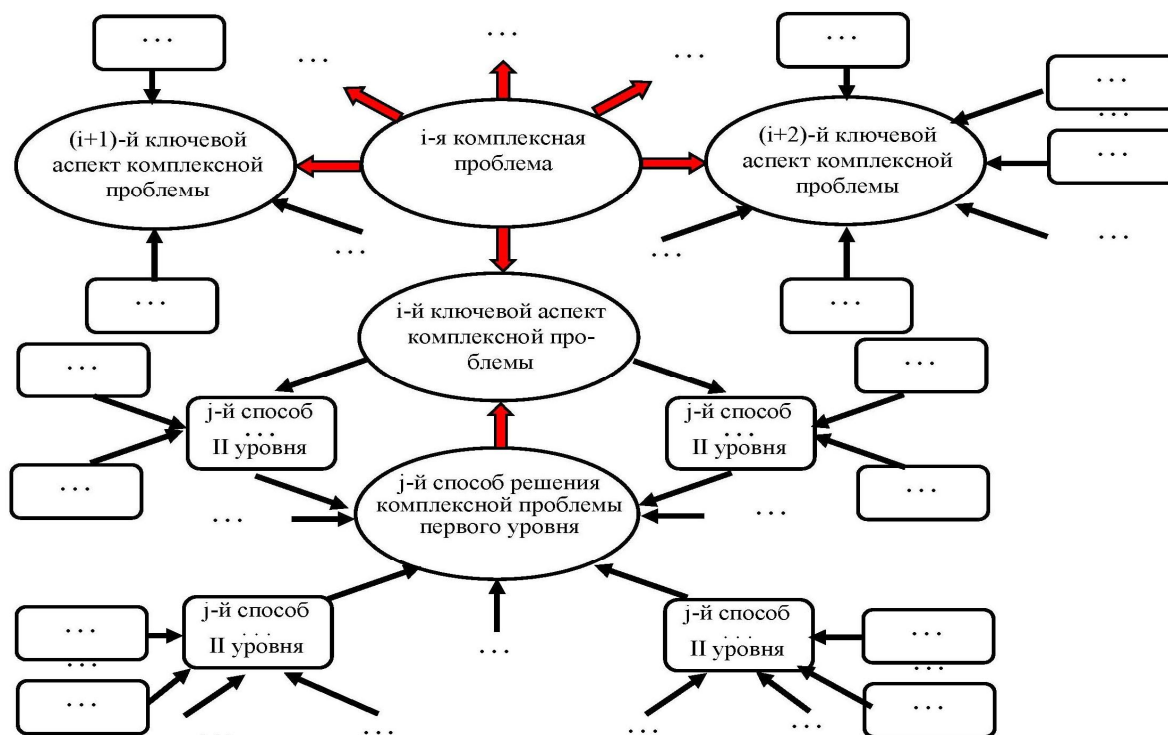


Рис 1. Схема реструктуризации комплексной проблемы на ее аспекты и способы решения

По-видимому членение суперпроблемы будет происходить на такое число уровней, которое приводит в конечном счете к ядрам, составляющими (или составляющей) которых будут простейшие (элементарные) решенные задачи.

Не претендуя на новизну рассматриваемого общего принципа последующего членения сложных проблем, рассмотрим его приложение к проблеме разработки концепции создания отечественного гражданского самолета и его модификаций только в одном, представляющимся принципиально важным

аспекте верхнего уровня – инженерного прогнозирования эффективности объема внедрения новых конструкционных материалов (преимущественно – ПКМ) в отечественных гражданских самолетах.

В качестве одного из весьма важных («верхних») способов решения обсуждаемой комплексной проблемы рассмотрим разработку методологии реализации создания гражданских ВС с агрегатами из ПКМ на ГП «Антонов» в современных условиях (рис. 2).

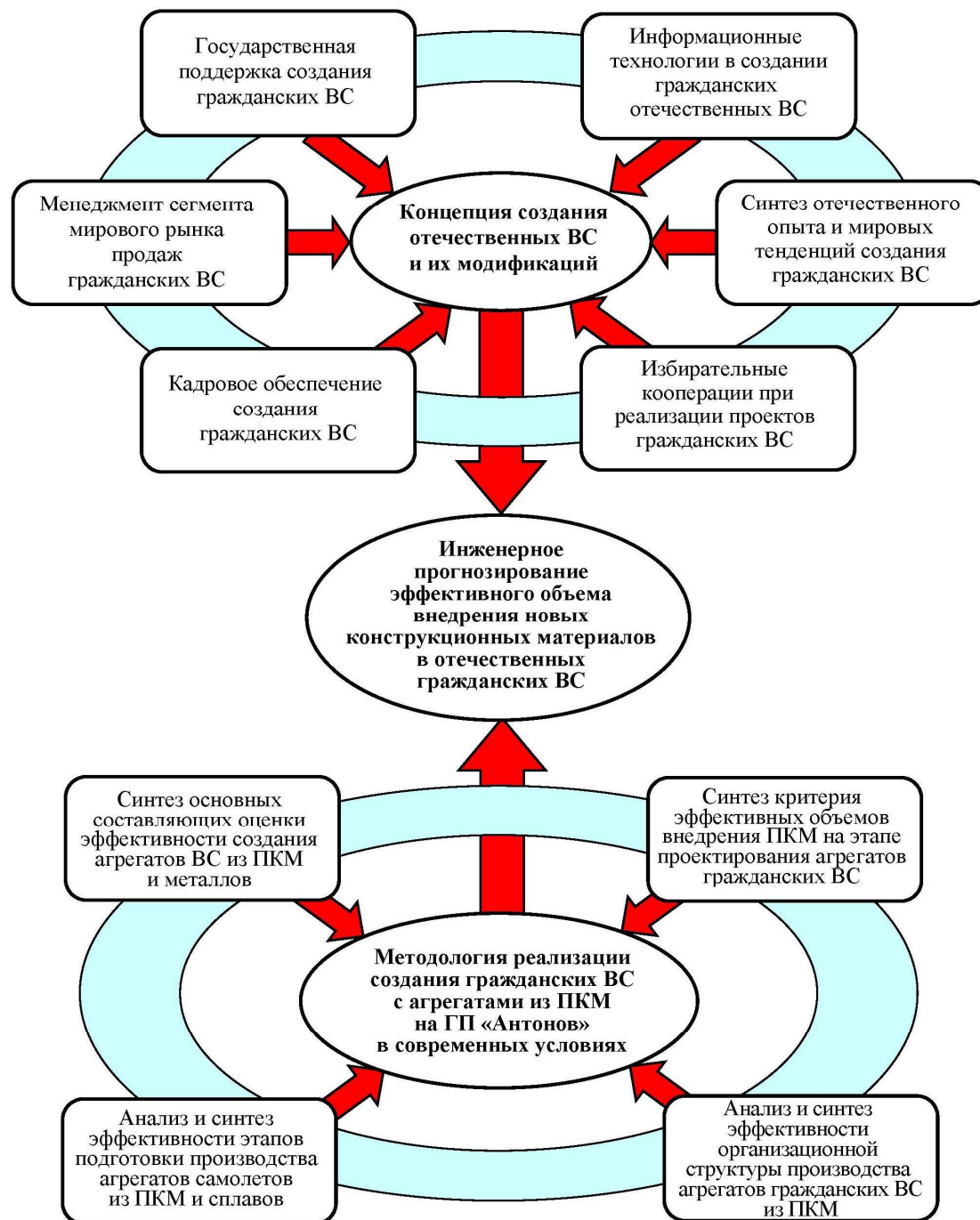


Рис. 2. Фрагмент блок-схемы состава методологии инженерного прогнозирования эффективного объема внедрения новых конструкционных материалов в конструкции отечественных гражданских самолетов

Анализ многочисленных публикаций, прямо или косвенно относящихся к основным составляющим этой методологии, позволяет выделить наиболее важные и актуальные ее составляющие, приведенные в нижней части фрагмента блок-схемы рис. 2:

- синтез основных составляющих оценки эффективности создания агрегатов гражданских самолетов из ПКМ и новых металлических сплавов;

- синтез критерия эффективного объема внедрения ПКМ на этапах проектирования агрегатов отечественных гражданских самолетов и их модификаций, прогнозирование технически возможного объема которых нашло отражение в работе [34];

- анализ и синтез эффективных этапов подготовки производства агрегатов из ПКМ гражданских самолетов, обсуждаемых ранее в [35–37] и др.;

- анализ и синтез эффективной организационной структуры производств агрегатов гражданских самолетов из ПКМ, разные формы которой претерпели эволюцию по мере увеличения масштабов внедрения композитов [38–39].

Научный анализ совокупности этих составляющих методологии реализации создания гражданских самолетов с агрегатами из ПКМ на ГП «Антонов» позволит решить проблему инженерного прогнозирования эффективного объема внедрения новых конструкционных материалов в отечественных гражданских самолетах с учетом ограниченных возможностей авиастроительной отрасли Украины.

Выводы

1. Установлены первопричины и закономерности широкого применения ПКМ в гражданских самолетах.

2. Проведен углубленный анализ проблемы внедрения ПКМ в отечественных гражданских самолетах последнего периода (1995 – 2015 г.г.), который свидетельствует, что, несмотря на кризисное состояние авиастроения, имеющее место в Украине после распада СССР, вызванное ослаблением, а в последние годы и полным разрывом многолетних связей в единой системе авиапрома в рамках государственного планирования и распределения финансовых и материальных ресурсов, авиастроительная отрасль Украины сохранила высокий потенциал, позволивший создать ряд новых гражданских самолетов Ан-70, Ан-140, Ан-148, Ан-158, Ан-178 и их модификаций, не уступающих по своим характеристикам зарубежным аналогам.

3. Анализ ключевых аспектов создания отечественных гражданских самолетов позволил сформулировать их концепцию, включающую шесть основных ее составляющих:

- необходимость государственной поддержки;
- менеджмент сегмента мирового рынка продаж гражданских самолетов;
- кадровое обеспечение;
- использование современных информационных технологий;
- синтез отечественного и мирового опыта и мировых тенденций
- необходимость соответствующей возможностям отрасли (избирательной) кооперации.

Эти взаимосвязанные составляющие в достаточной мере формируют ряд ключевых аспектов реализации концепции, среди которых важное место принадлежит инженерному прогнозированию эффективного объема внедрения ПКМ в отечественных гражданских самолетах, предопределяемого совокупностью потенциальных возможностей авиастроительной отрасли Украины в современных условиях.

4. Показано, что проблема создания эффективного инструментария инженерного прогнозирования может быть успешно решена путем разработки методологии ее реализации системой комплексных задач, включающих четыре взаимосвязанных компонента:

- синтез основных составляющих оценки эффективности создания агрегатов самолета из ПКМ;
- синтез критерия эффективного (оптимального) объема внедрения ПКМ на этапе проектирования агрегатов самолета;
- анализ и синтез эффективных этапов подготовки производств агрегатов из ПКМ;
- анализ и синтез эффективной организационной структуры производства изделий из ПКМ.

Литература

1. Бычков, С. А. Состояние и проблемы применения новых конструкционных материалов в отечественных гражданских самолетах в современных условиях. Сообщение 1. Подходы к выбору металлических конструкционных материалов самолетов [Текст] / С. А. Бычков, А. А. Коцюба // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2016. – № 5(132). – С. 4 – 14.
2. Антонов, О. К. Композиційні матеріали для авіабудування [Текст] / О. К. Антонов // *Вісник АН УРСР*. – 1975. – №12. – С. 68 – 71.
3. Балабуев, П. В. Опыт применения композиционных материалов в транспортной авиации [Текст] / П. В. Балабуев // *Авиационная промышленность*. – 1986. – №9. – С.9 – 14.
4. Балабуев, П. В. Опыт применения композиционных материалов в транспортной авиации [Текст] / П. В. Балабуев // *Композиционные материалы*. – 1991. – С. 27 – 36

5. Кива, Д. С. Этапы становления и начала развернутого применения полимерных композиционных материалов в авиаконструкциях отечественного назначения (1970 – 1995 гг.) [Текст] / Д. С. Кива // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2014. – № 6 (113). – С. 5–16.

6. Бычков, С. А. Решение проблемы создания авиаконструкций из полимерных композиционных материалов на АНТК «Антонов» [Текст] / С. А. Бычков, В. Г. Бондарь, В. Н. Король // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2003. – №5 (40). – С. 34–37.

7. Создание агрегатов самолетов из композиционных материалов – новые подходы, интегральные решения [Текст] / В. Н. Король, А. З. Двейрин, Е. Т. Василевский, В. С. Петропольский, П. И. Горобец // *Технологические системы*. – 2011. – № 4. – С. 32–35.

8. Коцюба, А. А. Новые технологические решения соединений композитных изделий в практике ГП «Антонов» [Текст] / А. А. Коцюба, А. З. Двейрин, Я. О. Головченко // *Технологические системы*. – 2016. – №1 (74). – С. 19–26.

9. Коцюба, А. А. Анализ эффективности конструктивно-технологических решений агрегатов воздушных судов из полимерных композиционных материалов и реализующих их технологий [Текст] / А. А. Коцюба // *Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*. – Вып. 2 (86). – Х., 2016. – С. 7–14.

10. Андреев, А. В. Современные конструктивно-технологические решения агрегатов авиаконструкций из полимерных композиционных материалов и их реализация на предприятии Stelia Aerospace [Текст] / А. В. Андреев, Я. О. Головченко, А. А. Коцюба // *Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*. – Вып. 4 (84). – Х., 2015. – С. 95–104.

11. Фролов, К. В. Проблемы и успехи современного машиностроения [Текст] / К. В. Фролов // *Машиностроение*. – 1984. – № 2. – С. 13–20.

12. Фролов, К. В. Истоки, закономерности и особенности внедрения композиционных материалов в технику [Текст] / К. В. Фролов // *Научно-технический прогресс в машиностроении. Композиционные материалы*. – 1987. – № 1. – С. 8–13.

13. Горбулин, В. Б. Оборонно-промышленный комплекс Украины – современное состояние и реструктуризация [Текст] / В. Б. Горбулин, А. С. Довгополь, О. И. Приходько. // *Технологические системы*. – 2011. – №. 2(8). – С. 32–35.

14. Закон України «Про розвиток літакобудівної промисловості» від 12.07.2001 р. № 2660-III [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2660-14>. – 1.09.2016.

15. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії розвитку віт-

чизняної авіаційної промисловості на період до 2020 року» від 27.12.2008 р. № 1656-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1656-2008-p>. – 1.09.2016.

16. Кива, Д. С. О развитии системы проектного менеджмента ГП «Антонов» [Текст] / Д. С. Кива, Ю. И. Кордянин // *Технологические системы*. – 2014. – № 1. – С. 7–11.

17. Рудюк, Г. И. Преимущества поэтапного формирования системы проектного менеджмента в рамках системы менеджмента качества продукции на предприятиях наукоемкого машиностроения со сложившимися традициями проектного управления [Текст] / Г. И. Рудюк, Г. А. Кривов, К. О. Зворыкин // *Технологические системы*. – 2014. – №1. – С. 12–18.

18. Зворыкин, К. О. Особенности формирования систем проектного менеджмента на предприятиях наукоемкого машиностроения со сложившимися традициями проектного управления [Текст] / К. О. Зворыкин, С. Г. Кривова, В. И. Пшеничный // *Современные информационные технологии в экономике и управлении предприятиями, программами и проектами: труды XI междунаrod. науч.-техн. конф.* – Харьков, 2013. – С. 83–85.

19. Гайдачук, В. Е. Роль ХАИ в решении проблемы научного обеспечения внедрения композиционных материалов в авиационно-космическую технику: итоги и перспективы [Текст] / В. Е. Гайдачук, А. В. Гайдачук, Я. С. Карпов // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2005. – № 7. – С. 21–39.

20. Гайдачук, В. Є. Тридцять років наукової школи і проблеми створення виробів авіаційно-космічної техніки з полімерних композиційних матеріалів [Текст] / В. Є. Гайдачук, О. В. Гайдачук, Я. С. Карпов // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2010. – №2 (69). – С. 12–19.

21. Бычков, С. А. Концепция развития компьютерных интегрированных технологий в процессе создания авиационной техники [Текст] / С. А. Бычков, А. Г. Гребеников // *Технологические системы*. – 1999. – №1. – С. 60–67.

22. Балабуев, П. В. Стратегия и практика АНТК «Антонов» в создании самолетов «Ан» на основе полного электронного определения изделия [Текст] / П. В. Балабуев, В. И. Матусевич // *Информационные технологии в наукоемком машиностроении*. – К. : Техніка, 2001. – С. 84–97.

23. Кива, Д. С. Научные основы интегрированного проектирования самолетов транспортной категории: монограф. [Текст] / Д. С. Кива, А. Г. Гребеников. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2014. – Ч.2. – 326 с.

24. Король, В. Н. Концепция создания международного консорциума «Средний транспортный самолет» [Текст] / В. Н. Король, Л. Т. Верховодова // *Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр.*

Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е.Жуковского «ХАИ» – Х., 2002. – Вып. 3(30). – С. 6 – 27.

25. Первые среди первых: Харьковское Государственное авиационное производственное предприятие – 75 лет [Текст]. – Х.: Основа, 2001. – 416 с.

26. АНТК им. О.К. Антонова сегодня: Информационный бюллетень [Текст] – 22.08.2015. – 12 с.

27. Антонов – 158. Региональный самолет: Проспект ГП «Антонов» [Текст]. – 2012. – 11 с.

28. Антонов: Газета ГП «Антонов» [Текст]. – № 12 (2583), 30.04.2015.

29. Антонов: Газета ГП «Антонов» [Текст]. – № 14 (2585), 14.05.2015.

30. Новини NEWS: ГП «Антонов» [Текст]. – № 4 (94). – 04.2015.

31. «Антонов» представляет новые транспортные самолеты Ан-132 и Ан-178 в Латинской Америке [Электронный ресурс]. – <http://www.antonov.com/news391>. – 14.05.2015.

32. «Антонов» презентував багатоцільовий літак АН-132 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gazeta.ua/>. – 24.02.2016.

33. «Антонов» і «ТАQNIA» підписали Угоду про кооперацію з організації в Королівстві Саудівська Аравія літакобудівного комплексу та організації виробництва літаків АН-132 в кооперації з ДП «Антонов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.antonov.com/>. – Прес-служба ДП «Антонов». – 21.02.2016.

34. Гвоздев, М. А. Прогнозирование технически возможного объема внедрения полимерных композиционных материалов в конструкциях самолетов / М. А. Гвоздев, А. В. Кондратьев [Текст] // Технологические системы. – 2016. – №1(74). – С. 7 – 12.

35. Гайдачук, В. Е. Теоретические основы технологической подготовки производства авиаконструкций из композиционных материалов [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.07.04 / Виталий Евгеньевич Гайдачук. – Х.: ХАИ, 1979. – 438 с.

36. Король, В. Н. Организация научно-производственной базы для создания конструкций из КМ [Текст] / В. Н. Король // Авиационно-космическая техника и технология. – 2003. – №3 (38). – С. 108 – 114.

37. Бычков, С. А. Решение проблемы создания авиаконструкций из полимерных композиционных материалов на АНТК «Антонов» [Текст] / С. А. Бычков, В. Г. Бондарь, В. Н. Король // Авиационно-космическая техника и технология. – 2003. – №8 (40). – С. 5 – 13.

38. Король, В. Н. Об объективных предпосылках и реализуемости преобразования организационной структуры авиационного производства Украины в современных условиях [Текст] / В. Н. Король // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов : сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ» – Х., 2001. – Вып. 27 (4). – С. 6 – 17.

39. Король, В. Н. О некоторых ключевых составляющих проблемы организации и реализации

современного опытного производства пассажирских и транспортных самолетов в Украине [Текст] / В. Н. Король // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов : сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ» – Х., 2002. – Вып. 31 (4). – С. 6 – 18.

References

1. Bychkov, S. A., Kotsiuba, A. A. Sostoyanie i problemy primeneniya novykh konstruktivnykh materialov v otechestvennykh grazhdanskikh samoletakh v sovremennykh usloviyakh. Soobshchenie 1. Podkhody k vyboru metallicheskiykh konstruktivnykh materialov samoletov [State and problems of using of new construction materials in domestic civil aircraft in modern conditions. Report 1. approaches to the choice of metal construction materials of aircrafts]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologia - Aerospace technic and technology*, 2016, no. 5(132), pp. 4 – 14.

2. Antonov, O. K. Kompozytsiyni materialy dlya aviabuduvannya [Composite materials for aerospace]. *Visnyk AN URSR*, 1975. no. 12, pp. 68 – 71.

3. Balabuev, P. V. Opyt primeneniya kompozitsionnykh materialov v transportnoi aviatsii [Experience in the use of composite materials in transport aircraft]. *Aviatsionnaya promyshlennost'*, 1986, no. 9, pp. 9 – 14.

4. Balabuev, P. V. Opyt primeneniya kompozitsionnykh materialov v transportnoi aviatsii [Experience in the use of composite materials in transport aircraft]. *Kompozitsionnye materialy*, 1991, pp. 27 – 36.

5. Kiva, D. S. Etapy stanovleniya i nachala razvernutoho primeneniya polimernykh kompozitsionnykh materialov v aviakonstruktsiyakh otechestvennogo naznacheniya (1970 – 1995 gg.) [Stages of formation and beginning of expand use of polymer composite materials in aviation constructions for domestic purposes (1970 - 1995 years)]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologia - Aerospace technic and technology*, 2014, no. 6 (113), pp. 5– 16.

6. Bychkov, S. A., Bondar', V. G., Korol', V. N. Reshenie problemy sozdaniya aviakonstruktsii iz polimernykh kompozitsionnykh materialov na ANTK «Antonov» [Solving the problem of creating a collection of designs from polymeric composite materials ASTC "Antonov"]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologia - Aerospace technic and technology*, 2003, no. 5 (40), pp. 34– 37.

7. Korol', V. N., Dveirin, A. Z., Vasilevskii, E. T., Petropol'skii, V. S., Gorobets, P. I. Sozdanie agregatov samoletov iz kompozitsionnykh materialov – novye podkhody, integralnye resheniya [Creating aircraft assemblies made of composite materials - new approaches, integrated solutions]. *Tekhnologicheskie sistemy*, 2011, no. 4, pp. 32 – 35.

8. Kotsiuba, A. A., Dveirin, A. Z., Golovchenko, Ya. O. Novye tekhnologicheskie resheniya soedinenii kompozitnykh izdelii v praktike GP «Antonov» [New technological solutions composite products of com-

pounds in the practice of the State Enterprise "Antonov". *Tekhnologicheskie sistemy*, 2016, no. 1 (74), pp. 19 – 26.

9. Kotsiuba, A. A. Analiz effektivnosti konstruktivno-tehnologicheskikh reshenii agregatov vozdushnykh sudov iz polimernykh kompozitsionnykh materialov i realizuyushchikh ikh tekhnologii [Analysis of the effectiveness of structural and technological solutions of units of aircraft made of polymer composite materials and implementing their technologies]. *Nauchnye trudy Natsional'nogo aerokosmicheskogo universiteta im. N.E. Zhukovskogo «KhAI» «Voprosy proektirovaniya i proizvodstva konstruktivnykh letatel'nykh apparatov»* [Proc. of the National Aerospace University Kharkov Aviation Institute "Issues of design and manufacture of flying vehicles"], 2016, vol. 2 (86), pp. 7 – 14.

10. Andreev, A. V., Golovchenko, Ya. O., Kotsiuba, A. A. Sovremennye konstruktivno-tehnologicheskie resheniya agregatov aviakonstruktsii iz polimernykh kompozitsionnykh materialov i ikh realizatsiya na predpriyatii Stelia Aerospace [Modern design and technology solutions aviakonstruktsy aggregates of polymer composite materials and their implementation in the enterprise Stelia Aerospace]. *Nauchnye trudy Natsional'nogo aerokosmicheskogo universiteta im. N.E. Zhukovskogo «KhAI» «Voprosy proektirovaniya i proizvodstva konstruktivnykh letatel'nykh apparatov»* [Proc. of the National Aerospace University Kharkov Aviation Institute "Issues of design and manufacture of flying vehicles"], 2015, vol. 4 (84), pp. 95 – 104.

11. Frolov, K. V. Problemy i uspekhi sovremenogo mashinostroeniya [Challenges and successes of modern engineering]. *Mashinostroenie*, 1984, no. 2, pp. 13 – 20.

12. Frolov, K. V. Istoki, zakonomernosti i osobennosti vnedreniya kompozitsionnykh materialov v tekhnike [The origins, patterns and features the introduction of composite materials in engineering]. *Nauchno-tehnicheskii progress v mashinostroenii. Kompozitsionnye materialy*, 1987, no. 1, pp. 8 – 13.

13. Gorbunin, V. B., Dovgopolyi, A. S., Prihod'ko, O. I. Oboronno-promyshlennyi kompleks Ukrainy – sovremennoe sostoyanie i restrukturizatsiya [Military-Industrial Complex of Ukraine - the current state and the restructuring]. *Tekhnologicheskie sistemy*, 2011, no. 2(8), pp. 32 – 35.

14. Zakon Ukrainy «Pro rozvytok litakobudivnoyi promyslovosti» vid 12.07.2001 r. no. 2660-Sh [Law of Ukraine "On the development of the aircraft industry" of 12.07.2001. No. 2660-Sh]. Available at: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2660-14>. (accessed 01.09.2016).

15. Rozporядzhennya Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro skhvalennya Stratehiyi rozvytku vitchyznyanoi aviatsiynoyi promyslovosti na period do 2020 roku» vid 27.12.2008 r. № 1656-r [The Cabinet of Ministers of Ukraine "On Approval of the Strategy of development of domestic aircraft industry for the period 2020 of 27.12.2008. № 1656-r]. Available at:

<http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1656-2008-r>. (accessed 01.09.2016).

16. Kiva, D. S., Kordyanin, Yu. I. O razvitii sistemy proektnogo menedzhmenta GP «Antonov» [On the development of the project management system of the State Enterprise "Antonov"]. *Tekhnologicheskie sistemy*, 2014, no. 1, pp. 7 – 11.

17. Rudyuk, G. I., Krivov, G. A., Zvorykin, K. O. Preimushchestva poetapnogo formirovaniya sistemy proektnogo menedzhmenta v ramkakh sistemy menedzhmenta kachestva produktsii na predpriyatiyakh naukoemkogo mashinostroeniya so slozhivshimisya traditsiyami proektnogo upravleniya [Advantages of the gradual formation of project management system as part of the quality management system of production at the enterprises of high-tech mechanical engineering from the established traditions of project management]. *Tekhnologicheskie sistemy*, 2014, no. 1, pp. S. 12 – 18.

18. Zvorykin, K. O., Krivova, S. G., Pshenichnyi V. I. Osobennosti formirovaniya sistem proektnogo menedzhmenta na predpriyatiyakh naukoemkogo mashinostroeniya so slozhivshimisya traditsiyami proektnogo upravleniya [Features of formation of project management systems in enterprises of high-tech engineering with established traditions of project management]. *Trudy XI mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Sovremennye informatsionnye tekhnologii v ekonomike i upravlenii predpriyatiyami, programmami i proektami»* [Proc. XI-th Int. Conf. "Modern information technology in the economy and management of enterprises, programs and projects"]. Kharkov, 2013, pp. 83 – 85.

19. Gajdachuk, V. E., Gajdachuk, A. V., Karpov, Ja. S. Rol' HAI v reshenii problemy nauchnogo obespecheniya vnedreniya kompozitsionnykh materialov v aviaionno-kosmicheskuyu tekhniku: itogi i perspektivy [The role of Kharkov Aviation Institute in solving the problem of scientific support for the introduction of composite materials in aerospace engineering: results and prospects-lane]. *Aviacijno-kosmichna tekhnika i tehnologia - Aerospace technic and technology*, 2005, no. 7, pp. 21 – 39.

20. Haydachuk, V. Ye., Haydachuk, O. V., Karpov Ya. S. Trydtsyat' rokov naukovoyi shkoly i problemy stvorenniya vyrobiv v aviatsiyno-kosmichnoyi tekhniki z polimernykh kompozytsiynykh materialiv [Thirty years of scientific school and the problem of creating products in aerospace engineering polymer composites]. *Aviacijno-kosmichna tekhnika i tehnologia - Aerospace technic and technology*, 2010, no. 2 (69), pp. 12 – 19.

21. Bychkov, S. A., Grebenikov, A. G. Konceptiya razvitiya komp'yuternykh integrirovannykh tekhnologiy v processe sozdaniya aviaionnoy tekhniki [The concept of computer integrated technologies in the creation of aviation technology]. *Tekhnologicheskie sistemy*, 1999, no. 1, pp. 60 – 67.

22. Balabuev, P. V., Matusevich, V. I. Strategiya i praktika ANTK «Antonov» v sozdanii samoletov «An» na os-nove polnogo jelektronnoho opredeleniya izdelija [Strategy and Practice of ASTC "Antonov" in the crea-

tion of "AN" aircrafts based on the full definition of electronic products]. *Informacionnye tehnologii v naukoemkom mashinostroenii*, Kyiv, Tehnika Publ., 2001, pp. 84 – 97.

23. Kiva, D. S., Grebenikov, A. G. *Nauchnye osnovy integrirovannogo proektirovaniya samoletov transportnoi kategorii. Part 2* [Scientific bases of designing integrated transport category airplanes]. Kharkov, National Aerospace University Kharkov Aviation Institute Publ., 2014. 326 p.

24. Korol', V. N., Verhovodova, L. T. *Koncepcija sozdaniya mezhdunarodnogo konsorciuma «Srednij transportnyj samolet»* [The concept of creation of the international consortium "Medium Transport Aircraft"]. *Nauchnye trudy Natsional'nogo aerokosmicheskogo universiteta im. N.E. Zhukovskogo «KhAI» «Voprosy proektirovaniya i proizvodstva konstruktssii letatel'nykh apparatov»* [Proc. of the National Aerospace University Kharkov Aviation Institute "Issues of design and manufacture of flying vehicles"], 2002, vol. 3 (30), pp. 6 – 27.

25. *Pervye sredi pervyh: Har'kovskoe Gosudarstvennoe aviacionnoe proizvodstvennoe predpriyatie – 75 let* [First among the first: the Kharkov State Aviation Production Enterprise – 75 years]. – Kharkov, Osnova Publ., 2001. 416 p.

26. *ANTK im. O.K. Antonova segodnja: Informacionnyj bjulleten'* [ASTC. OK. Antonov today: News bulletin]. Kyiv, SE "Antonov" Publ., 2015. 12 p.

27. *Antonov – 158. Regional'nyj samolet: Prospekt GP «Antonov»* [Antonov - 158 regional aircraft: Avenue SE "Antonov"]. Kyiv, SE "Antonov" Publ., 2012. 12 p.

28. *Antonov: Gazeta GP «Antonov»* [Antonov: Newspaper Enterprise "Antonov"]. Kyiv, SE "Antonov" Publ., 2015, no. 12 (2583). 10 p.

29. *Antonov: Gazeta GP «Antonov»* [Antonov: Newspaper Enterprise "Antonov"]. Kyiv, SE "Antonov" Publ., 2015, no. 14 (2585). 10 p.

30. *Novyny NEWS: HP «Antonov»* [News of NEWS: GP "Antonov"]. Kyiv, SE "Antonov" Publ., 2015, no. 4 (94). 5 p.

31. *Antonov» predstavljaet novye transportnye samolety An-132 i An-178 v Latinskoj Amerike* ["Antonov" presents new transport aircraft An-132 and An-178 in Latin America]. Available at: <http://www.antonov.com/news391> (accessed 14.05.2015.).

32. *«Antonov» prezentuvav bahatotsil'ovyy litak AN-132* ["Antonov" presented multipurpose aircraft AN-132]. Available at: <http://gazeta.ua/240216>. (accessed 24.02.2016).

33. *«Antonov» i «TAQNIA» pidpysaly uhodu pro kooperatsiyu z orhanizatsiyi v Korolivstvi Saudivs'ka Araviya litakobudivnoho kompleksu ta orhanizatsiyi vyrobnytstva litakiv AN-132 v kooperatsiyi z DP «Antonov»* ["Antonov" and "TAQNIA" signed an agreement on cooperation with the organization in the Kingdom of Saudi Arabia aircraft industry and production of AN-132 in co-

operation with the "Antonov"]. Available at: <http://www.antonov.com/> (accessed 21.02.2016).

34. Gvozdev, M. A., Kondratiev, A. V. *Prognozirovanie tehniczeski vozmozhnogo ob#ema vnedreniya polimernyh kompozicionnyh materialov v konstrukcijah samoletov* [Prediction of technically possible amount of polymer composite material adoption in aircraft structures]. *Tehnologicheskie sistemy*, 2016, no. 1(74), pp. 7 – 12.

35. Gajdachuk, V. E. *Teoreticheskie osnovy tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva aviakonstrukcij iz kompozicionnyh materialov*. Diss. dokt. tekhn. nauk [Theoretical basis of technological preparation of manufacture of composite materials aviakonstruktsy. Dr. eng. sci. diss.]. Kharkov, Kharkov Aviation Institute Publ., 1979. 438 p.

36. Korol', V. N. *Organizacija nauchno-proizvodstvennoj bazy dlja sozdaniya konstrukcij iz KM* [Organization of research and production base for the creation of structures made of composite materials]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologia - Aerospace technic and technology*, 2003, no. 3 (38), pp. 108 – 114.

37. Bychkov, S. A., Bondar', V. G., Korol', V. N. *Reshenie problemy sozdaniya aviakonstrukcij iz polimernyh kompozicionnyh materialov na ANTK «Antonov»* [Solving the problem of creating a collection of designs from polymeric composite materials ASTC "Antonov"]. *Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologia - Aerospace technic and technology*, 2003, no. 8 (40), pp. 5 – 13.

38. Korol', V. N. *Ob ob#ektivnyh predposylkah i realizuemosti preobrazovanija organizacionnoj struktury aviacionnogo proizvodstva Ukrainy v sovremennyh uslovijah* [On the objective prerequisites and feasibility of the conversion of the organizational structure of aviation production in Ukraine in modern conditions]. *Nauchnye trudy Natsional'nogo aerokosmicheskogo universiteta im. N.E. Zhukovskogo «KhAI» «Voprosy proektirovaniya i proizvodstva konstruktssii letatel'nykh apparatov»* [Proc. of the National Aerospace University Kharkov Aviation Institute "Issues of design and manufacture of flying vehicles"], 2001, vol. 4 (27), pp. 6 – 17.

39. Korol', V. N. *O nekotorykh kljuchevykh sostavljajushhijh problemy organizacii i realizacii sovremennogo opytnogo proizvodstva passazhirskih i transportnyh samoletov v Ukraine* [Some key components of the problems of the organization and implementation of the pilot production of modern passenger and cargo aircraft in Ukraine]. *Nauchnye trudy Natsional'nogo aerokosmicheskogo universiteta im. N.E. Zhukovskogo «KhAI» «Voprosy proektirovaniya i proizvodstva konstruktssii letatel'nykh apparatov»* [Proc. of the National Aerospace University Kharkov Aviation Institute "Issues of design and manufacture of flying vehicles"], 2002, vol. 4 (31), pp. 6 – 18.

**СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У
ВІТЧИЗНЯНИХ ЦИВІЛЬНИХ ЛІТАКАХ В СУЧАСНИХ УМОВАХ. ПОВІДОМЛЕННЯ 2.
ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ В ВІТЧИЗНЯНИХ ЦИВІЛЬНИХ ЛІТАКАХ
В СУЧАСНИХ УМОВАХ (1995-2015 Р.Р.): ПЕРШОПРИЧИНИ
І ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ**

С. А. Бичков, О. А. Коцюба

Обговорюються першопричини і закономірності широкого застосування полімерних композиційних матеріалів в цивільних літаках. Проведено поглиблений аналіз проблеми впровадження полімерних композиційних матеріалів у вітчизняних цивільних літаках останнього періоду (1995 - 2015 рр.), який свідчить, що авіабудівна галузь України зберегла високий потенціал, який дозволив створити ряд нових цивільних літаків Ан-70, Ан-140, Ан-148, Ан-158, Ан-178 та їх модифікацій, які не поступаються за своїми характеристиками зарубіжним аналогам. Сформульовано концепцію створення вітчизняних цивільних літаків і її основні складові, які формують її реалізацію в аспекті інженерного прогнозування ефективного обсягу впровадження ПКМ в вітчизняних цивільних літаках. Показано, що проблема створення ефективного інструментарію інженерного прогнозування може бути успішно вирішена шляхом розробки методології її реалізації системою комплексних завдань, які включають чотири взаємопов'язані компоненти.

Ключові слова: цивільні вітчизняні літаки, впровадження полімерних композиційних матеріалів, концепція створення літаків, інженерне прогнозування обсягів впровадження композитів.

**STATE AND PROBLEMS OF USING OF NEW CONSTRUCTION MATERIALS IN DOMESTIC CIVIL
AIRCRAFT IN MODERN CONDITIONS. REPORT 2. POLYMER COMPOSITES IN DOMESTIC CIVIL
AIRCRAFTS IN THE MODERN CONDITIONS (1995-2015 YEARS): ORIGINAL REASONS
AND PRINCIPLES OF IMPLEMENTATION**

S. A. Bychkov, O. A. Kotsiuba

Original reasons and principles of implementation of polymeric composite materials in civil aircraft are discussed. An in-depth analysis of the problem of implementation of PCM in a domestic civil aircrafts during the last period (1995 - 2015) is carried out. Aircraft building industry of Ukraine retained the high potential, which allowed to create a number of new civil aircrafts An-70, An-140, An-148, An-158, An-178 and their modifications, which are not inferior in performance to foreign analogues. A concept of creating a domestic civil aircraft and its major components, which form its realization in the aspect of engineering prediction of the effective volume of PCM implementation in domestic civil aircrafts is formulated. The problem of creating effective tools of engineering prediction can be successfully achieved by developing a methodology for its realization by system of complex tasks involving four interrelated components.

Keywords: civil domestic aircraft, the implementation of polymer composite materials, concept of aircraft design, engineering predictions of composites implementation.

Бичков Сергей Андреевич – д-р техн. наук, проф., технический директор-главный инженер, Государственное предприятие «Антонов», Киев, Украина, e-mail: bychkov@antonov.com.

Коцюба Александр Анатольевич – Президент, Государственное предприятие «Антонов», Киев, Украина, e-mail: kotsiuba@antonov.com.

Bychkov Serhiy Andriyovych – dr. eng. sci., professor, technical director-chief engineer of the ANTONOV Company, Kiev, Ukraine, e-mail: bychkov@antonov.com.

Kotsiuba Oleksandr Anatoliyovych – President of the ANTONOV Company, Kiev, Ukraine, e-mail: kotsiuba@antonov.com.