

УДК 629.73: 681.3.016

Кривов Г.А., Зворыкин К.О.

Украинский НИИ авиационной технологии. Украина, Киев

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА РАННИХ СТАДИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АГРЕГАТОВ ПЛАНЕРА ИЗ ПКМ

Анотація

Описані засоби інформаційної підтримки процесів аналізу, вибору і обґрунтування технічних і організаційних рішень, пов'язаних з виробництвом агрегатів планера з полімерних композиційних матеріалів.

Abstract

Presented are IT supporting means for processes of analyzing, choosing and proving technical and organizing decisions related to manufacturing airframe components of composites.

Актуальность

Эффективные конструкторско-технологические решения (КТР), как правило, являются определяющим фактором конкурентоспособности продукции. В авиастроении, в производстве агрегатов планера самолета, существенным является выбор базовых материалов и технологических процессов изготовления самолетных конструкций.

Доминирующей современной тенденцией является максимальное использование в конструкциях планера самолета полимерных композиционных материалов (ПКМ). Достоинства ПКМ известны. Это прежде всего, весовые и прочностные преимущества, а также перспективы существенного уменьшения трудоемкости изготовления конструкций из ПКМ за счет использования интегральных компонентов, которые, если они собираются в металлической исполнении из большого количества деталей и узлов, требуют значительных затрат на высокоточные и трудоемкие сборочные операции. С другой стороны, высокая, в общем случае, удельная стоимость материалов в конструкциях из ПКМ, в сравнении с аналогичными металлическими конструкциями, может сделать использование ПКМ экономически мало целесообразным, несмотря на все их преимущества.

Вместе с тем, фактор высокой стоимости ПКМ, несомненно, является зависимым и временным. В свое время железо-сталь были почти драгоценным металлом, однако, после освоения промышленных технологий, заняли лидирующие позиции в конструкционных материалах. Так было и с алюминием, на который сформировало спрос бурно развивающееся авиастроение, а дешёвая

электроэнергия обеспечила достаточные объемы его производства, снизив цены до приемлемых уровней. Так было и с пластмассами, так произойдет и с полимерными композиционными материалами. Установившаяся мировая тенденция к минимизации номенклатуры полуфабрикатов ПКМ ведёт к их массовому производству и, как следствие, снижению их стоимости. Рост спроса (в авиастроении — Boeing, Airbus, в судостроении, автомобилестроении и пр.) и закономерные экономические процессы (конкуренция, консолидация корпоративного капитала и глобализация индустриального производства [1]) приведут к снижению современной доли интеллектуальной составляющей в цене полуфабрикатов ПКМ, определяющей останется стоимость исходных материалов — углеводородов и др.

В современном авиастроении продолжается формирование технологических процессов производства самолетных конструкций из ПКМ. На основе результатов научно-технических исследований (R&D) принимаются соответствующие ключевые конструкторские, технологические, организационные и экономические решения. Следствием таких решений становится формирование необходимых производственных мощностей. Таким образом, средства технологического оснащения производств самолетных конструкций из ПКМ создаются на базе КТР, в основу которых закладываются решения, принятые ещё на ранних стадиях проектирования. Для принятия прогрессивных решений на ранних стадиях проектирования агрегатов планера из ПКМ актуальна эффективная информационная поддержка, обеспечивающая руководителей, конструкторов и технологов исходной аналитической информацией в отношении перспективных и возможных вариантов достижения поставленной цели (в том числе на примере реализованных на практике решений для аналогичных конструкций). Современные компьютерные технологии существенно упрощают процессы информационного сопровождения принятия КТР, например, с помощью специализированных комплексов, включающих базы знаний и базы данных. В дальнейшем такой комплекс будем называть "Система информационной поддержки принятия решений на ранних стадиях проектирования агрегатов планера из

ПКМ" или сокращенно СИП. Очевидно, что фактором, определяющим эффективность подобных систем, является структура (архитектура), которая, в свою очередь, основывается на существующих информационных материалах.

Отбор и систематизация информационных материалов

Формированию актуализированного информационного массива для поддержки процессов анализа, выбора и обоснования технических и организационных решений, связанных с производством агрегатов планера из полимерных композиционных материалов (далее — агрегаты из ПКМ) должны предшествовать отбор и систематизация информационных материалов по технологии производства элементов конструкций и агрегатов из ПКМ. В общем случае необходимые научно-технические материалы должны содержать систематизированную информацию о современных ПКМ, используемую в разработках КТР для создания агрегатов из ПКМ, об актуальных КТР для создания агрегатов из ПКМ, об основных современных производственных технологических системах (ПТС — комплексах, линиях, модулях и т.п.), предназначенных для создания агрегатов из ПКМ, а также о прогрессивных интегральных конструкциях из ПКМ и, что очень важно, о технологиях, оборудовании и инструменте для соединений элементов конструкций из ПКМ. Для анализа КТР, прежде всего для выбора базовых вариантов сравнения, *предметным специалистам*¹ будут полезны примеры мировой практики применения конструкций агрегатов из ПКМ.

Информационный базис современной индустриальной среды формируется из различных источников, имеющих разный уровень актуальности содержащейся в них информации. Таким образом, на этапе отбора исходных материалов, анализа и систематизации отобранных научно-технических материалов может быть использована научно-техническая и спра-

вочная информация, имеющаяся в книгах, справочниках и периодических изданиях, в патентах, в электронных источниках информации и в материалах специализированных информационных мероприятий (например, международных конференций и семинаров, организованных под эгидой SAE, ACMA, ASTM, SAMPE, ACIC, JES, и др.). Здесь существенно понимать (рис. 1), что самая *актуальная* открытая информация содержится в материалах специальных и специализированных информационных мероприятий (конференций, семинаров и пр.), которые содержат текущую информацию о полученных результатах и перспективных направлениях работ (от специалистов, как правило, работающих по действующим проектам). Наиболее актуальная — *корпоративная информация* ведущих мировых производителей и поставщиков полимерных композиционных материалов, заполнителей и других конструкционных материалов, а также производителей авиационной техники и их кооперантов по понятным причинам относится к категории "закрытой" и может быть лишь ограничено доступной и то после утраты своей новизны или текущей актуальности (устаревания, появления аналогичных результатов у конкурентов и прочее).

Для отбора исходных материалов области исследования глобального информационного массива могут быть обоснованно ограничены следующими общими направлениями:



Рис. 1. Модель информационного базиса для поддержки принятия решений на ранних стадиях проектирования агрегатов планера из ПКМ

¹ Здесь под *предметным специалистом* понимается руководитель, конструктор, технолог, испытатель и т.д., непосредственно принимающий участие в принятии КТР



2/2009

1. Общее состояние, перспективы и главные тенденции развития современных ПКМ и конструкций из ПКМ (применяемых в авиастроении и не только, поскольку информация о применении ПКМ из смежных с авиастроением отраслей снижает вероятность междисциплинарных пропусков, связанных с корпоративными технологическими особенностями), современные технологии производства конструкций из ПКМ и существующие тенденции развития структуры и объемов применения ПКМ.

2. Особенности, перспективные подходы, методы и решения по технологии производства элементов конструкций из композиционных материалов в проектах гражданских пассажирских самолетов.

Здесь необходима специализированная информация, относящаяся непосредственно к авиастроительной области, а именно, особенности, перспективные подходы, методы и решения по технологии производства элементов конструкций из композиционных материалов в проектах гражданских пассажирских самолетов:

- структура и объемы применения в авиастроении материалов и конструкций из ПКМ, существующие тенденции такого использования, а также оценки перспектив расширенного применения;

- применение и перспективы применения в авиастроительных КТР реактопластов (углепластики, органопластики, а также стеклопластики и гибридные ПКМ), листовых термопластов и нанокompозитов;

- существующие КТР для создания типовых самолетных конструкций (элементов) из ПКМ (агрегатов, секций и конструкций, деталей и узлов, а также интегральных конструкций из ПКМ), КТР по соединениям элементов конструкций и агрегатов из ПКМ, а также вопросы технологичности самолетных конструкций из ПКМ (особо интегральных конструкций), в том числе в условиях их масштабного применения и серийного производства;

- применяемые технологические процессы и перспективные ПТС для создания (самолетных) конструкций из ПКМ, в том числе препреговые технологии и технологии впрыска на основе преформ, процессы раскроя, изготовления технологического пакета, формования, в том числе безавтоклавного формования, процессы механообработки и неразрушающего контроля;

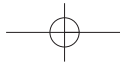
- методы и способы соединений конструкций из ПКМ, области их применения, требованиях к соединениям конструкций из ПКМ, технологии, оборудование и инструмент для выполнения соединений конструкций из ПКМ.

3. Средства технологического оснащения производственно-технологических систем для создания полуфабрикатов и конструкций из ПКМ, в том числе производственное оборудование и технологическая оснастка, средства механизации и автоматизации для изготовления полуфабрикатов ПКМ (препреги, преформы и пр.), для изготовления конструкций из ПКМ (прежде всего, типовых самолетных конструкций из ПКМ), оборудование и инструмент для выполнения соединений конструкций из ПКМ, а также оборудование и приборы для контроля качества соединений конструкций из ПКМ.

Система информационной поддержки принятия решений на ранних стадиях проектирования агрегатов планера из ПКМ

Для эффективной поддержки процессов анализа, выбора и обоснования технических и организационных решений, связанных с производством агрегатов планера из полимерных композиционных материалов, базирующейся на систематизированных и структурированных информационных материалах (полученных по вышеописанному алгоритму), необходимо формирование СИП, предназначенной для предметных специалистов. Перед этим следует выполнить дополнительную трансформацию информационного базиса, направленную на ранжирование информации (главная информация должна быть предметно ориентирована), а также на локализацию (укрупненную предметную: лицо, принимающее решение, постановщик задач, конструктор, конструктор-прочностник, технолог, технолог-материаловед, логистик и т.п.) и специализацию информации. Кроме того, необходимо предусмотреть возможность систематической актуализации информационного массива с учетом его непрерывного расширения. Таким образом, СИП базируется на следующих трех принципах: *тематическом* (информация должна быть "извлекаемой" по тематическим направлениям), *предметном* (информация должна быть "ориентированной" на предметных специалистов) и *актуализации* (информация должна быть эффективно "дополняемой" новой информацией).

Создание СИП, основанной на специализированном информационном массиве и базирующейся на вышеназванных принципах структурной организации (рис. 2), позволит обеспечить результативную информационную поддержку принятия решений на ранних стадиях проектирования агрегатов планера из ПКМ, в том числе формирование соответствующих методических материалов, технологических рекомендаций и нормативно-технических документов (РТМ, ОСТ, ДТМ, ТИ, ПИ и т.д.).



В условиях реструктуризации авиастроительных предприятий, в том числе и для выпуска новых изделий авиационной техники, а также для вновь создаваемых специализированных производственных мощностей по выпуску агрегатов планера из ПКМ (все это в условиях ограниченных ресурсов), особую ценность приобретают безошибочные конструкторские и технологические разработки, следствием которых является формирование соответствующей производственной среды (средства технологического оснащения, организационные структуры, логистическая поддержка и т.п.). Для выработки таких проектных решений, прежде всего на самых ответственных — ранних стадиях проектирования, необходима эффективная информационная поддержка. Про-

должая традиционные тематические разработки в области полимерных композиционных материалов, Украинский научно-исследовательский институт авиационных технологий активно развивает работу по созданию "Системы информационной поддержки принятия решений на ранних стадиях проектирования агрегатов планера из ПКМ".

Литература

1. *Кривов Г.А.* Эффективно организованная электронная технологическая среда — основа компьютерного проекта самолета // В кн. Информационные технологии в наукоёмком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / Под общ. ред. А.Г. Братухина. — К.: Техніка, 2001. — С. 327–398.

