

УДК 629.78.+620.22

## Особенности проектирования композитной формообразующей оснастки для изготовления высокоточных размеростабильных зеркальных композитных антенн интегральной конструкции

О. Г. ЖИДКОВА; П. П. КАШТАНОВ; А. Н. ТУМАНИН

Специальное конструкторско-технологическое бюро "Пластик", г. Сызрань, Самарская обл., Россия

*Рассмотрено одно из направлений повышения качества изготовления высокоточной размеростабильной композитной зеркальной антенны миллиметрового диапазона, входящей в состав оборудования летательных и космических аппаратов. Предложена конструкция формообразующей оснастки из волокнистых композиционных материалов (КМ) с учетом требований и особенностей изготовления зеркальных антенн. Рассмотрены различные технологические методы и приемы изготовления указанной конструкции оснастки. Для изготовления технологической оснастки предложены углепластики с учетом выбранного метода изготовления и сравнительного анализа физико-механических и экономических показателей аналогов. Экспериментально определены физико-механические характеристики предложенных углепластиков. Проведено сравнение предложенной композитной оснастки с ее металлическим прототипом.*

*Ключевые слова:* формообразующая оснастка, размеростабильные конструкции, композиционные материалы, углепластики, проектирование, технология изготовления.

Одной из тенденций развития современной техники является постепенная замена металлов и сплавов в различных конструкциях на КМ [1]. Область применения волокнистых композитов с каждым годом расширяется. Отдельно стоит выделить направление создания высокоточных интегральных конструкций, например зеркальных антенн, входящих в состав оборудования летательных и космических аппаратов.

Условия эксплуатации размеростабильных зеркальных антенн, изготовленных из КМ, предъявляют жесткие требования по обеспечению минимального отклонения профиля от теоретического контура при температурном и силовом воздействии.

Важную роль в производстве интегральных композитных конструкций играет формообразующая оснастка (ФОО). Для получения качественного технологического оснащения необходимо учесть ряд факторов:

- свойства материала формообразующей поверхности (ФОП);

- геометрические параметры и допустимые отклонения;

- продолжительность цикла жизнеспособности в зависимости от типа конструкции и заданной программы выпуска изделий и т. д.

Эксплуатационные и экономические параметры изделий часто противоречат друг другу. Так, улучшение качества технологической оснастки влечет за собой резкое увеличение себестоимости получаемых изделий, в связи с чем возникает проблема выбора оптимального конструктивно-технологического решения конкретной задачи [2, 3]. Основные требования, предъявляемые к ФОО, представлены на рис. 1.

В производстве композитных конструкций, в частности зеркальных антенн, наиболее широко применяется ФОО из металлов и металлических сплавов. Металлическая оснастка способна выдерживать более 100 циклов формования конструкций из КМ без существенных отклонений изделий от заданных геометрических параметров с сохранением качества ФОП в процессе ее эксплуатации. Вместе с тем одним из наиболее существенных недостатков металлических ФОО является большая разница в коэффициентах линейного термического расширения (КЛТР) материалов технологической оснастки и формуемых изделий из КМ, что приводит к появлению остаточных напряжений и деформаций, влияющих на окончательные эксплуатационные характеристики конструкции [4].

**Жидкова Ольга Геннадьевна**, заместитель генерального конструктора по научной работе.

E-mail: opriokr-prg@sktb-plastik.ru

**Каштанов Петр Павлович**, начальник конструкторского бюро по разработке технологической оснастки.

E-mail: domkash@rambler.ru

**Туманин Александр Николаевич**, ведущий инженер-химик.

E-mail: hellcat@mail.ru

Статья поступила в редакцию 30 августа 2018 г.

© Жидкова О. Г., Каштанов П. П., Туманин А. Н., 2019

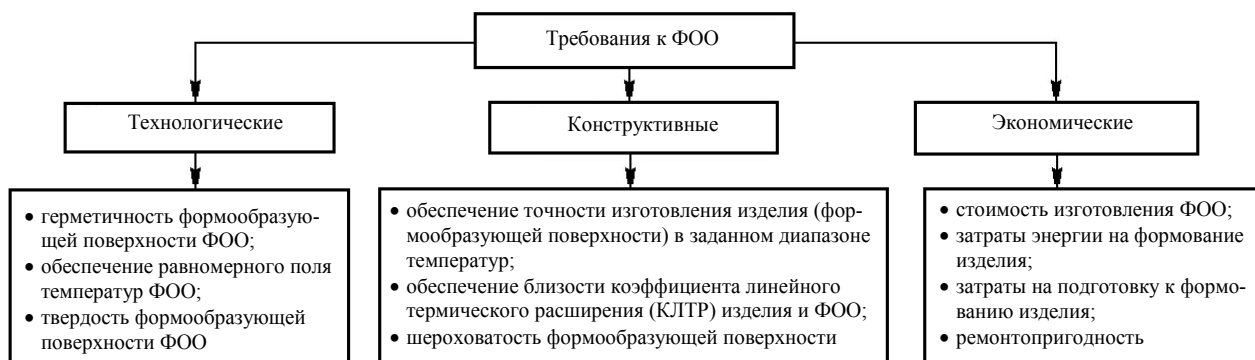


Рис. 1. Основные группы требований, предъявляемых к ФОО

Перспективным направлением является создание технологической оснастки из волокнистых КМ, имеющих термомеханические характеристики одного порядка с материалами формируемых изделий, что позволит повысить точность изготовления и стабильность параметров формируемых конструкций.

Рассмотрена конструкция ФОО из волокнистых композитов для изготовления зеркальной антенны миллиметрового диапазона, входящей в состав бортовой радиолокационной станции вертолета Ми-28НЭ (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Общий вид (а) и тыльная сторона (б) зеркальной антенны, входящей в состав бортовой радиолокационной станции [5]

### Конструкция композитной формообразующей оснастки

Функциональное назначение ФОО заключается в обеспечении заданной геометрии изделия с технологическими припусками. В конструкции оснастки необходимо также предусмотреть возможность установки технологических вспомогательных элементов (вакуумного мешка и т. п.) [6] и обеспечить доступ воздушных потоков в ее внутреннее пространство. Исходя из этого, а также с учетом особенностей изготовления зеркальных антенн интегрального типа [7] спроектирована конструкция технологической оснастки (рис. 3).

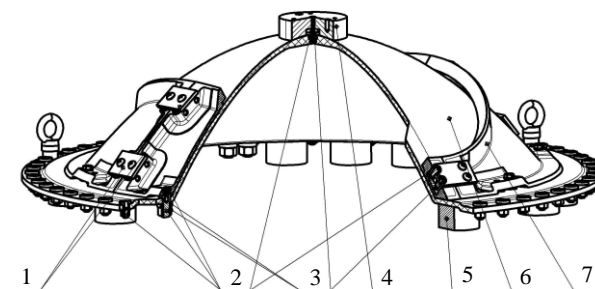


Рис. 3. Общий вид формообразующей оснастки из волокнистых КМ (оправки условно не показаны):

- 1 — накладки для соединения секторов ограничительного кольца; 2 — закладные элементы; 3 — крепежные и ориентирующие детали; 4 — знак для выкладки центральной области зеркальной антенны; 5 — цилиндрические опоры; 6 — оболочка; 7 — ограничительное кольцо

Технологическая оснастка имеет следующие элементы:

- оболочку, на которую устанавливаются все элементы конструкции. Оболочка оснастки содержит параболическую ФОО с припуском, переходящую в плоскую поверхность;
- ограничительное кольцо (подкрепляющий пояс) для формирования внешнего контура зеркальной антенны с припуском и удержания оправок. Кольцо состоит из четырех секторов, соединенных накладками;
- комплект оправок, формирующих вертикальные стенки силового набора изделия за счет термического расширения [8];
- знак для выкладки центральной области зеркальной антенны;
- цилиндрические опоры в количестве 16 штук;
- крепежные и ориентирующие детали и другие элементы.

Основные элементы ФОО (оболочка и ограничительное кольцо) изготавливают из КМ, металлические вспомогательные и крепежные элементы оснастки – из дюралюминия марки Д16 (знак), титанового сплава ВТ 1-0 (закладные элементы, цилиндрические опоры, накладки), стали 35 или 45 (крепежные и ориентирующие детали). С учетом всех входящих деталей и узлов расчетная масса

конструкции технологической оснастки составляет 30 кг.

### Технология изготовления композитной формообразующей оснастки

При изготовлении композитной технологической оснастки на рабочую поверхность мастер-модели выкладывают слои армирующего материала с учетом схемы армирования и расчетной толщины оболочки оснастки [6]. Последующее изготовление оболочки осуществляют любым из методов, используемых для изготовления композитной ФОО:

- автоклавное (препреговое) формование (наиболее распространено в отечественном производстве);
- контактный (мокрый) метод формования, т. е. нанесение связующего кистью или валиком на предварительно уложенные слои армирующего материала и затем отверждение без давления;
- безавтоклавные методы формования, такие, как вакуумное формование (VAP — Vacuum Assisted Process), вакуумная инфузия (VaRTM — Vacuum Resin Transfer Molding), вакуумная инъекция (LRTM — Light Resin Transfer Molding), формование с использованием пленочного связующего (RFI — Resin Film Infusion);
- метод фрезерования оснастки из предварительно отформованного угле-, стеклопластика большой толщины (более 50 мм) [2].

По завершении режима формования без демонстрации оболочки с мастер-модели на оболочку устанавливают цилиндрические опоры и закрепляют с помощью клея К-300-61. После снятия оболочки технологической оснастки с мастер-модели проводят ее окончательное отверждение и механическую обработку. Механическая обработка включает этапы выполнения отверстий под установку закладных элементов и доводку ФОО до требуемых значений по точности и шероховатости. Теоретические и практические способы выполнения механической обработки сложных поверхностей на оборудовании с ЧПУ, а также рекомендации по подбору режимов резания и инструмента, выбору и способам корректировки управляющих программ для оборудования с ЧПУ рассмотрены в работах [9–13]. Перед сборкой технологической оснастки в оболочку устанавливают закладные элементы и закрепляют с помощью клея К-300-61 с использованием крепежных деталей.

### Выбор материала

Выбор материала для изготовления ФОО является непростой задачей в связи с необходимостью подбора наилучшего соотношения показателей

для конкретной производственной ситуации [14]. На выбор материала конструкции влияют следующие факторы: требования, предъявляемые к ФОО; метод изготовления ФОО; особенности технологии изготовления изделия [7]. В связи со сложностью принятия решения выбраны три метода изготовления элементов ФОО из КМ и соответствующие им материалы с учетом сравнительного анализа физико-механических и экономических показателей аналогов:

- для контактного и вакуумного формования (Vacuum Assisted Process) выбран эпоксидный углепластик на основе эпоксидной системы HTG 210 компании Apotech (Франция) и отечественной углеродной ткани УТ-900-240, имеющей одинаковое количество нитей по основе и утку, а также одинаковую прочность в направлениях 0° и 90°;
- для автоклавного (препрегового) формования выбран бисмалеимидный углепластик на основе отечественной бисмалеимидной смолы и отечественной равнопрочной углеродной ткани 22502 (препрег ПБС 250).

### Экспериментальные физико-механические характеристики выбранных материалов

Экспериментальное исследование проводится для получения достоверных значений физико-механических характеристик выбранных материалов, а также для отработки технологических приемов, которые будут учитываться при разработке оснастки. Оно включает изготовление плоских образцов с выбранными укладками, проведение испытаний и обработку полученных результатов, вычисление коэффициентов вариации физико-механических характеристик.

Формование и термообработку углепластика со схемой армирования (0°)<sub>n</sub> проводили в соответствии с рекомендациями производителя. Достоверность определения экспериментальных значений обеспечивали испытаниями не менее пяти образцов. Коэффициенты вариации определяли в процентах соотношением [15]

$$k = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{\text{сред}} - x_i)^2}}{x_{\text{сред}}} 100,$$

где  $x_i$  — экспериментальное значение исследуемой величины для  $i$ -го образца;

$x_{\text{сред}}$  — среднее значение этой же величины.

Физико-механические характеристики при растяжении образцов материалов с выбранными схемами армирования определяли в нормальных климатических условиях по ГОСТ 25.601 [16]. Образцы испытывали на универсальной испытательной машине 1958У-10-1.

Размеры образцов, их подготовка к испытанию, процесс испытания, используемое оборудование для измерения деформаций и испытательная оснастка описаны в работе [15].

Получены экспериментальные значения модуля упругости, предела прочности и коэффициента Пуассона при растяжении углепластиков. Дополнительно экспериментально исследован КЛТР углепластиков как показатель, влияющий на размерную стабильность конструкции. Образцы для

определения КЛТР изготавливали в форме прямоугольного параллелепипеда с размерами 5×5×50 мм. Испытания проводили на кварцевом dilatометре ДКВ-7А для автоматической регистрации теплового расширения полимерных материалов. Температурную деформацию образца измеряли вдоль его длинной стороны в диапазоне температур от +30 °С до +180 °С. Термообработку образцов перед испытанием проводили в соответствии с рекомендациями производителя (табл. 1—3).

Таблица 1

**Физико-механические характеристики бисмалеимидного углепластика с укладкой (0°)<sub>n</sub> на основе бисмалеимидной смолы и углеродной ткани 22502 (препрег ПБС 250) (автоклавное формование)**

Определяемый показатель	Направление вырезки	№ образца	Результат испытаний по каждому образцу	Среднее значение показателя	Коэффициент вариации, %
Предел прочности при растяжении, МПа	0°	1	912	906	2,97
		2	942		
		3	864		
		4	891		
		5	923		
	90°	1	533	506	4,33
		2	529		
		3	494		
		4	500		
		5	475		
Модуль упругости при растяжении, МПа	0°	1	70798	70818	1,08
		2	70734		
		3	72089		
		4	69670		
		5	70799		
	90°	1	54865	53692	2,62
		2	54953		
		3	51517		
		4	54599		
		5	52526		
Коэффициент Пуассона	0°	1	0,071	0,066	9,36
		2	0,059		
		3	0,068		
		4	0,074		
		5	0,059		
	90°	1	0,088	0,08	6,12
		2	0,081		
		3	0,071		
		4	0,075		
		5	0,083		
КЛТР, 10 <sup>-6</sup> К <sup>-1</sup>	0°	1	0,88	0,97	6,86
		2	1,03		
		3	1,01		
	90°	1	1,16	1,15	4,35
		2	1,08		
		3	1,20		

Таблица 2

**Физико-механические характеристики эпоксидного углепластика с укладкой (0°)<sub>n</sub> на основе углеродной ткани УТ-900-240 и эпоксидной системы НТГ210 (вакуумное формование)**

Определяемый показатель	Направление вырезки	№ образца	Результат испытаний по каждому образцу	Среднее значение показателя	Коэффициент вариации, %
Предел прочности при растяжении, МПа	0°	1	512	520	2,98
		2	513		
		3	551		
		4	515		
		5	510		
	90°	1	327	351	4,29
		2	363		
		3	370		
		4	353		
		5	344		
Модуль упругости при растяжении, МПа	0°	1	47900	49200	1,7
		2	48900		
		3	49400		
		4	50500		
		5	49200		
	90°	1	38200	39500	6,75
		2	37600		
		3	42100		
		4	36300		
		5	43500		
Коэффициент Пуассона	0°	1	0,059	0,0563	5,7
		2	0,0588		
		3	0,0571		
		4	0,0502		
		5	0,0565		
	90°	1	0,0549	0,0573	5,72
		2	0,0614		
		3	0,0588		
		4	0,059		
		5	0,0522		
КЛТР, 10 <sup>-6</sup> К <sup>-1</sup>	0°	1	1,79	1,668	6,8
		2	1,78		
		3	1,52		
		4	1,70		
		5	1,55		
	90°	1	3,18	3,104	7,71
		2	2,69		
		3	3,43		
		4	3,07		
		5	3,15		

Таблица 3

**Физико-механические характеристики эпоксидного углепластика с укладкой (0°)<sub>n</sub> на основе углеродной ткани УТ-900-240 и эпоксидной системы НТГ210 (контактное формование)**

Определяемый показатель	Направление вырезки	№ образца	Результат испытаний по каждому образцу	Среднее значение показателя	Коэффициент вариации, %
Предел прочности при растяжении, МПа	0°	1	517	504	3,88
		2	487		
		3	529		
		4	511		
		5	476		
	90°	1	316	346	4,46
		2	353		
		3	361		
		4	349		
		5	349		
Модуль упругости при растяжении, МПа	0°	1	45200	41600	5,06
		2	39200		
		3	42500		
		4	41300		
		5	40000		
	90°	1	34100	35200	3,1
		2	36700		
		3	36200		
		4	35000		
		5	34000		
Коэффициент Пуассона	0°	1	0,0789	0,0781	8,18
		2	0,0723		
		3	0,0864		
		4	0,0833		
		5	0,0695		
	90°	1	0,1163	0,126	6,21
		2	0,1189		
		3	0,1264		
		4	0,1305		
		5	0,1379		
КЛТР, 10 <sup>-6</sup> К <sup>-1</sup>	0°	1	2,83	2,602	6,77
		2	2,57		
		3	2,78		
		4	2,40		
		5	2,43		
	90°	1	3,94	3,732	6,23
		2	4,04		
		3	3,49		
		4	3,46		
		5	3,73		

В табл. 4 представлены экспериментально полученные усредненные значения физико-механических характеристик углепластиков, полученных различными методами.

Анализируя данные, приведенные в табл. 4, можно сделать вывод о том, что переход от контактного ("мокрого") метода формования углепластика к вакуумному позволяет получить более плотный материал, что приводит к снижению со-

держания отвержденного связующего в углепластике. Вследствие этого снижается вклад отвержденного связующего в интегральные характеристики композита, что приводит к уменьшению КЛТР. Наименьшее содержание связующего наблюдается у КМ, полученных методом автоклавного формования. Следовательно, данный метод является перспективным для изготовления ФОО из КМ.

Таблица 4

#### Экспериментальные усредненные значения физико-механических характеристик углепластиков

Характеристика	Углепластик на основе углеродной ткани УТ-900-240 и эпоксидной системы НТГ 210		Углепластик на основе углеродной ткани 22502 и бисмалеимидного связующего (препрег ПБС 250)
	Контактное формование	Вакуумное формование	Автоклавное (препреговое) формование
Предел прочности при растяжении, Мпа			
• направление 0°	504	520	906
• направление 90°	346	351	506
Модуль упругости при растяжении, Мпа			
• направление 0°	41600	49200	70818
• направление 90°	35200	39500	53692
Коэффициент Пуассона			
• направление 0°	0,0781	0,0563	0,066
• направление 90°	0,126	0,0573	0,08
КЛТР, 10 <sup>-6</sup> К <sup>-1</sup>			
• направление 0°	2,602	1,668	0,97
• направление 90°	3,732	3,104	1,15
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,312	1,346	1,53
Пористость, %	4,1	2,1	—

#### Сравнение композитной конструкции технологической оснастки с металлическим вариантом

Для проведения сравнительного анализа рассчитаны технико-экономические показатели для композитного и металлического вариантов исполнения оснастки. Полученные показатели, в том числе и эксплуатационные, представлены в табл. 5.

Сравнительный анализ композитной и металлической ФОО показывает ряд преимуществ композитного варианта с точки зрения его применимости для изготовления размеростабильных изделий из КМ, таких, как:

- значение КЛТР оснастки, близкое к аналогичной характеристике изделия;

- низкая масса оснастки, позволяющая в условиях производства обойтись без погрузочно-разгрузочной техники.

Необходимо отметить, что рассмотренные варианты исполнения ФОО из КМ не позволяют снизить стоимость средств технологического оснащения и, как следствие, самого изделия. Вопрос экономической целесообразности применения ФОО из КМ для изготовления композитных изделий необходимо решать, исходя из требований, предъявляемых к конструкции, условий ее изготовления и эксплуатации, а также возможностей предприятия-изготовителя. Снижение стоимости композитной оснастки возможно при применении в конструкции альтернативных материалов, производство которых планируется отечественными предприятиями-производителями композиционных материалов и конструкций из них.

Таблица 5

**Технико-экономические и эксплуатационные показатели формообразующей оснастки из различных материалов**

Показатель	ФОО из КМ (углепластик на основе углеродной ткани 22502 и бисмалеимидной смолы (препрег ПБС 250))	ФОО из стали (сталь 20, 40Х, 30ХГСА и т. д.)
Масса, кг	30	210
КЛТР, $10^{-6} \text{ К}^{-1}$	0,97—1,15	10—13,0 [17]
Длительность изготовления, сут	60—120	60—120
Ориентировочная стоимость изготовления с учетом подготовки производства, тыс. руб.	3500	2500
Количество съёмов с технологической оснастки	до 50	до 100
Ремонтопригодность	Да	Да

### Заключение

Предложен вариант формообразующей оснастки из КМ для изготовления размеростабильных зеркальных антенн интегральной конструкции. Рассмотрены различные методы ее изготовления. Проведено сравнение свойств углепластиков на основании полученных экспериментальных данных. Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- предложенная конструкция оснастки позволяет изготовить ее всеми методами, используемыми для изготовления композитных ФОО, однако с точки зрения применимости для изготовления размеростабильных изделий из КМ рекомендуется выбирать автоклавный метод;
- экспериментально полученные усредненные значения физико-механических характеристик выбранных углепластиков позволяют в дальнейшем выполнить практические расчеты предложенной технологической оснастки из КМ в целях уточнения ее конструкции и выбора оптимального варианта;
- из рассмотренных материалов углепластик на основе препрега ПБС 250 является наиболее предпочтительным для изготовления ФОО;
- композитная ФОО позволяет создавать конструкции, к которым предъявляются самые жесткие требования как по размерной стабильности в условиях эксплуатации, так и по точности при изготовлении.

### ЛИТЕРАТУРА

- Каблов Е. Н.** Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // *Авиационные материалы и технологии*. 2012. № S. С. 7—17.
- Андреев А. В., Петропольский В. С.** Оптимизация выбора материала мастер-моделей для изделий из полимерных композиционных материалов в условиях единичного и опытного производства в изделиях авиационной техники // *Сб. науч. трудов "Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов"*. 2015. Вып. 2 (82). С. 20—28.
- Петропольский В. С.** Разработка рациональных конструктивно-технологических решений формообразующей оснастки для изготовления деталей из композиционных материалов: дис. ... канд. техн. наук. — X., 1998. — 160 с.
- Козлов М. В., Шешенин С. В., Макаренко И. В., Белов Д. А.** Моделирование влияния оснастки на конечную форму изделий из полимерного композита // *Вычислительная механика сплошных сред*. 2016. Т. 9. № 2. С. 145—161.
- Сайт ООО "Специальное конструкторско-технологическое бюро "Пластик". Код доступа: <http://www.sktb-plastik.ru/161/> (дата обращения: 14.07.2018).
- Бердникова Н. А., Белов О. А., Бабкин А. В., Белов Д. А.** Тепломеханическое поведение формообразующей оснастки из композиционных материалов для рефлектора антенны космического аппарата // *Вестник СибГАУ*. 2016. Т. 17. № 4. С. 923—929.
- Симонов В. Ф., Урмансов Ф. Ф., Молодцов Г. А., Биткин В. Е., Денисов А. В., Владимирова М. А.** Размеростабильное интегральное изделие из композиционных материалов, способ его изготовления и форма для осуществления способа. Патент RU 2230406 РФ, МПК<sup>7</sup> H01Q15/16 C2. 2001123779/092001123779/09. Заявл. 27.08.2001.
- Биткин В. Е., Денисов А. В., Денисова М. А., Жидкова О. Г., Назаров Е. В., Рогальская О. И., Мелентьева**



ев А. В., Мизинова И. А. Апробирование технологического комплекса изготовления силовых и высокоточных размеростабильных элементов конструкций интегрального типа из волокнистых композиционных материалов // Изв. Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16. № 1(5). С. 1320—1327.

9. Архангельская М. А., Вермель В. Д., Евдокимов Ю. Ю., Николаев П. М. Корректировка управляющей программы обработки формообразующей оснастки для обеспечения точности изготовления деталей из полимерных композиционных материалов по результатам их измерений на координатно-измерительной машине // Изв. Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. № 1(2). С. 145—147.

10. Братухин А. Г., Боголюбов В. С., Сироткин О. С. Технология производства изделий и интегральных конструкций из композиционных материалов в машиностроении. — М.: Готика, 2003. — 516 с.

11. Радзевич С. П. Формообразование поверхностей деталей. Основы теории. — К.: Растан, 2001. — 592 с.

12. Сулимов А. Н., Наговицин В. Н., Белоусов П. В. Изготовление и полировка поверхности композиционной формообразующей оснастки для изготовления трехслойных рефлекторов // Сб. Межд. конф. "Решетневские чтения" 2017. Т. 1. С. 179—180.

13. Чесноков А. В. Прогрессивные технологии производства пространственной формообразующей оснастки для конструкций из композитов // Авіаційно-космічна техніка і технологія. 2013. № 1 (98). С. 5—8.

14. Андреев Ю. С., Тимофеева О. С., Яблочников Е. И. Проектирование и изготовление формообразующей оснастки в условиях мелкосерийного производства // Изв. вузов. Приборостроение. 2016. Т. 59. № 7. С. 592—599.

15. Биткин В. Е., Жидкова О. Г., Комаров В. А. Выбор материалов для изготовления размеростабильных несущих конструкций // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2018. Т. 17. № 1. С. 100—117.

16. ГОСТ 25.601-80 "Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания плоских образцов на растяжение при нормальной, повышенной и пониженной температурах". — М.: Издательство стандартов, 1980. — 14 с.

17. Лариков Л. Н., Юрченко Ю. Ф. Тепловые свойства металлов и сплавов. Справочник. — Киев: Наукова думка, 1985. — 440 с.

## Features of designing of composite forming tool for manufacturing of high-precision size-stabilized mirror composite antennas of integrated construction

O. G. ZHIDKOVA, P. P. KASHTANOV, A. N. TUMANIN  
LLC Special Development and Technology Bureau "Plastik", Syzran, Samara Region, Russia

*One of the directions for improving of manufacturing quality of high-precision, size-stabilized composite mirror composite antenna of millimeter range is considered. Antenna is part of electronic equipment of aircrafts and spacecrafts. The construction of forming tool from fibrous composite materials is proposed taking into account the requirements and features of manufacturing of mirror antennas. Various technological processes and methods of manufacturing of forming tool construction equipment are considered. Carbon-reinforced plastics are proposed for manufacturing of construction, depending on the chosen manufacturing method, taking into account comparative analysis of the physical and mechanical characteristics and economic parameters of the analogs. The physical and mechanical characteristics of the proposed carbon-reinforced plastics have been determined experimentally. Comparison of the proposed construction of forming tool from composite materials with its metallic prototype is made.*

**Keywords:** forming tool, size-stabilized constructions, composite materials, carbon-reinforced plastics, design, technology.