

Для изготовления лонжеронов лопастей винтов вертолетов, подвергающихся значительным знакопеременным нагрузкам, предлагается высокопрочный стеклотекстолит на основе высокомодульного стекловолокна и модифицированного эпоксидного связующего. Этот материал имеет предел прочности при растяжении 1200 МПа и усталостную прочность 240 МПа (на базе  $10^7$  циклов). Для увеличения жесткости лонжерона перспективным является применение гибридных стеклоуглепластиков, состоящих из стеклопластика и углепластика на основе соответствующего связующего.

В настоящее время осваивается новый класс материалов на основе расплавленного связующего, проводятся совместные работы с ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля» по внедрению на ОАО «Роствертол» нового расплавленного связующего ВСП-3М для изготовления лопастей вертолетов, что обеспечит более высокие технологические и эксплуатационные характеристики, повышенный ресурс работы лопастей. Жизнеспособность препрега на основе этого связующего позволяет использовать препреги в течение 90 суток с момента их изготовления с последующим автоклавным формованием. Пластики на основе связующего ВСП-3М обладают высоким уровнем прочностных свойств в диапазоне температур от  $-60$  до  $+120^{\circ}\text{C}$ , низким водопоглощением, изготавливаются по экологически чистой расплавленной технологии.

Стеклопластик ВПС-31 паспортизован, однако необходимо отработать технологии изготовления связующего, препрегов и резки препрегов на ленты требуемой ширины в серийном производстве. Осуществляются поставки указанного материала для опытных работ (ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля», ОАО «Роствертол»). Отработаны и освоены современные методы контроля готовой продукции: ДСК, ДМА, НРЛС, ИР, ТМА. Проведены исследования серийных лонжеронов: выявлены причины повышенной деформации в вертикальной плоскости (свеса) лопастей после эксплуатации в условиях влажного тропического климата. Исследованы свойства лонжерона из стеклопластика ВПС-31 после термоциклических испытаний.

Есть все основания утверждать, что творческий союз ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля», ОАО «Роствертол», ОАО «Вертолеты России» и ФГУП «ВИАМ» приведет к высоким достижениям в создании новых образцов вертолетной техники.

УДК 669.018.44

*Б.С. Ломберг, Е.Д. Яковлев\**

## **НОВЫЙ ЖАРОПРОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

*В этом году Всероссийский институт авиационных материалов («ВИАМ») празднует свой 80-летний юбилей.*

*За долгие годы своего развития ФГУП «ВИАМ» стал признанным лидером в Российской Федерации и за рубежом в области создания материалов, в том числе высокожаропрочных никелевых сплавов, для многих отраслей промышленности.*

*С особым удовлетворением отмечаем сложившееся в последнее десятилетие успешное сотрудничество ФГУП «ВИАМ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» при создании материалов для новых конструкций ядерной энергетики.*

**Ключевые слова:** жаропрочные свариваемые сплавы, конструкции ядерной энергетики.

---

\*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ».

Примером тесного плодотворного сотрудничества наших предприятий в последние годы может служить участие специалистов ВИАМ в выполнении правительственной задачи по созданию во ВНИИЭФ нового типа изделия, к материалу которого были предъявлены высокие требования по сопротивлению высокотемпературной ползучести, возможности сварки в состаренном состоянии при хорошей технологичности сплава.

Всем этим требованиям отвечает разработанный в ВИАМ оригинальный свариваемый жаропрочный сплав ВЖ159, отличающийся структурной стабильностью, высокой жаростойкостью и термостойкостью, а также механическими свойствами, превышающими свойства серийных аналогов (см. таблицу).

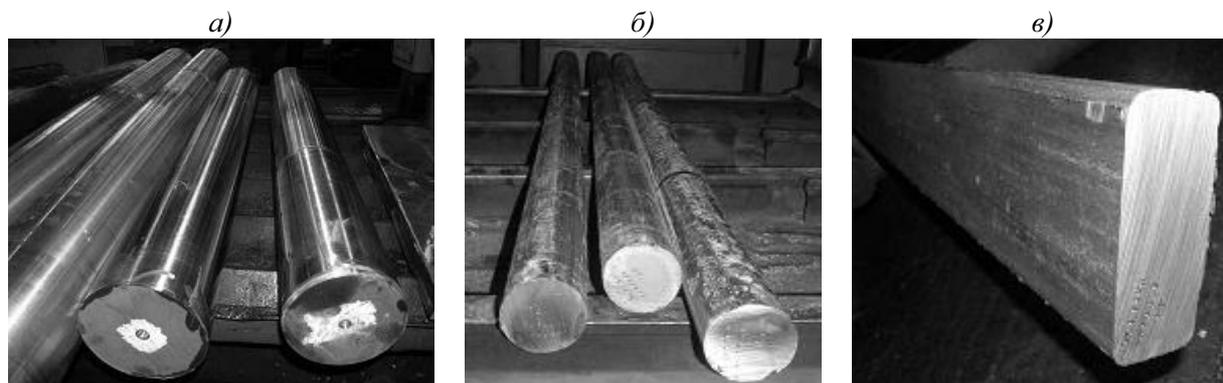
**Механические свойства свариваемых жаропрочных сплавов**

Сплав	$\sigma_{\text{в}}^{20^\circ}$	$\sigma_{100}^{1000^\circ}$	$\sigma_{\text{в}}^{20^\circ} / d$	$\sigma_{100}^{650^\circ} / d$	Количество циклов $N$ : 200↔1000°C	$V_{\text{кр}}$ , мм/мин	Жаростойкость при 1000°C, г/(м <sup>2</sup> ·ч)
	МПа		км (усл. ед.)				
ВЖ159*	1100	25	13,3	6,4	500	4,2	0,047
ЭП648	930	20	11,3	5,2	80	3,2	–

\*Специально разработанный режим старения позволил обеспечить требования по пределу ползучести  $\sigma_{0,2/50}^{850^\circ} \geq 45$  МПа.

В ходе организации производства по поставке полуфабрикатов из сплава ВЖ159 был выполнен большой объем работы по созданию промышленной технологии получения широкого ассортимента полуфабрикатов (прутки горячекатаные и кованные, прутки для пресс-изделий, поковки-штанги, лента холоднокатаная, лист горячекатаный и холоднокатаный) в условиях ОАО «Металлургический завод «Электросталь», ОАО «Ашинский металлургический завод», ОАО «ВИЛС» (см. рисунок). Кроме того, были проведены работы, обеспечившие изготовление конструкций для новых изделий:

- разработаны техническая документация на промышленное производство полуфабрикатов и режимы термической обработки;
- оптимизированы технологии аргоно-дуговой и электронно-лучевой сварки;
- определены механические характеристики сварных соединений.



Полуфабрикаты из сплава ВЖ159: поковки-штанги Ø220 мм (а); прессованные прутки Ø100–160 мм (б); заготовка кованая плоская (сутунка) (в)

ФГУП «ВИАМ» готов и в дальнейшем участвовать в новых разработках и в решении задач, возникающих при создании передовой техники