

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОЙ И ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Сафин Э.В.<sup>1</sup>, Беляева Д.В.<sup>1</sup>, Малышева С.П.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Уфимский государственный авиационный технический университет;*

<sup>2</sup>*Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа*

**Ключевые слова:** машиностроение, конструкционные материалы, стандартизация, комплексная и опережающая стандартизация, объекты и аспекты стандартизации, ультрамелкозернистые материалы, двухфазный титановый сплав ВТ6.

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы стандартизации перспективных конструкционных материалов, применяемых для изготовления высоконагруженных деталей машин. Анализируются перспективы применения методов комплексной и опережающей стандартизации на примере титанового сплава ВТ6 с ультрамелкозернистой структурой и повышенными механическими свойствами. Оцениваются возможные объекты и аспекты стандартизации инновационных конструкционных материалов.

## APPLICATION OF METHODS FOR INTEGRATED AND ADVANCED STANDARDIZATION OF PERSPECTIVE STRUCTURAL MATERIALS

*Safin E.V.<sup>1</sup>, Belyaeva D.V.<sup>1</sup>, Malysheva S.P.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Ufa State Aviation Technical University;*

<sup>2</sup>*Institute for Metals Superplasticity Problems of the Russian Academy of Sciences, Ufa*

**Keywords:** mechanical engineering, construction materials, standardization, integrated and advanced standardization, objects and aspects of standardization, ultrafine-grained materials, two-phase titanium alloy VT6.

**Abstract.** The article discusses the standardization of promising structural materials used for the manufacture of high-load machine parts. The prospects of applying the methods of integrated and advanced standardization are analyzed on the example of a VT6 titanium alloy with an ultrafine-grained structure and enhanced mechanical properties. Possible objects and aspects of standardization of innovative structural materials are evaluated.

Создание и освоение серийного производства принципиально новых образцов техники невозможно без применения инновационных конструкционных материалов с уникальными механическими и эксплуатационными свойствами. В свою очередь, широкое промышленное применение таких материалов невозможно без их стандартизации, то есть установления требований к различным свойствам и характеристикам в соответствующих документах по стандартизации. Стандартизация – это один из важнейших инструментов внедрения инновационных конструкционных материалов и связанных с ними процессов, поскольку без разработки документов по стандартизации невозможно в принципе говорить о практическом применении новых материалов.

В последние десятилетия в мире и в нашей стране активно развиваются направления, связанные с получением композиционных, неметаллических, керамических, интерметаллидных, наноструктурных, естественно-

композиционных материалов, а также материалов для порошковой металлургии, в том числе применяемых с использованием аддитивных технологий. Такие материалы обладают уникальными свойствами и позволяют создавать изделия с повышенными эксплуатационными свойствами, надежностью и ресурсом. При этом специалисты машиностроительных предприятий, рассматривающие возможность применения таких материалов как конструкционных, испытывают затруднения в оценке их качества. Это приводит к большой вероятности ошибок, значительным экономическим и временным потерям в опытно-производстве. Для того чтобы обеспечить возможность внедрения и применения этих инновационных материалов, следует использовать методы комплексной и опережающей стандартизации и использовать такой инструмент стандартизации, как разработка предварительных национальных стандартов [1].

В частности, к перспективным материалам относятся сплавы с ультрамелкозернистыми, субмикроструктурными и нанокристаллическими структурами, получаемые методом интенсивной пластической деформации [2]. Данное научное направление развивается в последние десятилетия, и накопленный теоретический и практический опыт сегодня позволяет ставить вопрос о необходимости стандартизации промышленных сплавов с такими структурами.

В данной работе на примере широко применяемого в аэрокосмической промышленности двухфазного титанового сплава ВТ6 предпринята попытка оценить возможные объекты и аспекты стандартизации при формировании состояний сплава с ультрамелкозернистыми структурами и повышенными механическими свойствами [3]. Исследовался сплав в субмикроструктурном (СМК), бимодальном и микроструктурном (МК) состояниях с разным размером зерен и других структурных составляющих. В таблице 1 представлены механические свойства сплава ВТ6 в исследуемых состояниях.

Табл. 1. Механические свойства сплава ВТ6 в исследуемых состояниях

Состояние	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	Микро- твердость по Виккерсу, HV 0,2	КСУ, МДж/м <sup>2</sup>	КСТ, МДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_{0,2}$ , МПа
СМК (0,5 мкм)	1302	1178	7,4	60,1	377,0	0,37	0,08	688
Бимодальное (0,8-5 мкм)	1112	1089	19,4	55,3	362,0	0,38	0,15	720
МК (5-15 мкм)	1064	950	18,9	42,9	345,3	0,45	0,24	527

Выполненный анализ показывает, что работы по стандартизации целесообразно начать с систематизации и классификации получаемых ультрамелкозернистых структур. Могут быть стандартизованы типы микроструктур, размеры зерен или других структурных составляющих, а также соответствующие этим микроструктурам механические и другие свойства материала в определенных интервалах их значений. Классификация может быть

полезна представителям промышленности при рассмотрении вопроса о возможном применении сплава с такой микроструктурой в зависимости от предполагаемых температурно-ресурсных условий эксплуатации изделий.

Кроме того, стандартизация может касаться процессов связанных с материалом, например, способов получения заготовок. Также аспектами стандартизации могут являться общие технические требования, виды заготовок, методы исследования, испытаний и контроля и др.

С учетом применения метода опережающей стандартизации, следует ориентироваться не только на уже полученные опытным путем практические результаты, но и принимать во внимание теоретически обоснованные научные разработки, с целью реализации возможности их скорейшего внедрения, в том числе при импортозамещении.

Проведенное исследование позволяет выработать и конкретизировать общие подходы по стандартизации, как для разработчиков новых материалов, так и специалистов машиностроительных предприятий, внедряющих данные материалы на производстве.

#### **Список литературы**

1. ГОСТ Р 1.16-2011 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные предварительные. Правила разработки, утверждения, применения и отмены.
2. Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000. – 272с.
3. Сафин Э.В., Малышева С.П., Галеев Р.М. Оценка механических свойств титанового сплава ВТ6 с субмикроструктурной и бимодальной субмикро-микроструктурами при статическом, динамическом и циклическом нагружениях // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. – 2017. – Т.14, № 4. – С. 519-522.

#### Сведения об авторах:

*Сафин Эдуард Вилардович* – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой стандартизации и метрологии УГАТУ, г. Уфа;

*Беляева Дарья Вячеславовна* – магистрант, УГАТУ, г. Уфа;

*Малышева Светлана Петровна* – к.т.н., с.н.с., ИПСМ РАН, г. Уфа.