

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» - ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ,  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЧЕПЕЦКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»,  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НОРМАЛЬ»

НОМИНАЦИЯ

**«За создание новой технологии»**

**Название работы: «Разработка технологии промышленного производства прутковых заготовок и импортозамещающей технологии изготовления крепёжных изделий типа Ni-loc из высокотехнологичного титанового сплава с повышенными характеристиками прочности и сопротивления срезу»**

Работа была выполнена в рамках Государственного контракта ГК № 17411.1770290019.18.003 от 17.09.2019 г. шифр «Планер-2020».

По результатам выполненных работ получены следующие результаты:

Вследствие повышения требований к характеристикам современных летательных аппаратов существенно увеличиваются и требования по уровню свойств материалов, используемых в качестве соединительных элементов конструкций. Сплав  $\alpha+\beta$ -класса ВТ16, традиционно используемый для изготовления таких деталей крепления как болты, винты и др., обладает уровнем свойств  $\tau_{ср} \geq 700$  МПа,  $\sigma_{в} \geq 1040$  МПа. Крепёжные изделия типа Ni-Lok в отечественном авиастроении применяются только импортного производства. Повысить прочностные характеристики крепёжных изделий позволит применение псевдо- $\beta$ -титановых сплавов, таких как ВТ47, с уровнем прочности  $\tau_{ср} \geq 800$  МПа,  $\sigma_{в} \geq 1200$  МПа. Это позволит рассматривать их как замену стальному крепежу, что в свою очередь может обеспечить снижение массы конструкции, а также обеспечить решение задачи импортозамещения крепежа Ni-Lok.

С целью решения данной задачи проведены работы по разработке технологии промышленного производства в условиях АО «ЧМЗ» прутковых заготовок из псевдо- $\beta$ -титанового сплава ВТ47 и технологии изготовления из полученных прутковых заготовок крепёжных изделий, в том числе типа Ni-loc, на АО «Нормаль», а именно:

- Совместно с АО «ЧМЗ» проведено опробование технологических режимов изготовления прутковых заготовок из псевдо- $\beta$ -титанового сплава ВТ47 для крепёжных изделий в условиях промышленного предприятия.

- Разработаны ТУ 430-2021 «Прутковые заготовки из псевдо- $\beta$ -титанового сплава марки ВТ47 с механически обработанной поверхностью». Изготовлена опытно-промышленная партия катаных прутковых заготовок из

псевдо- $\beta$ -титанового сплава ВТ47.

- На основе проведенных исследований разработана технология изготовления прутковых заготовок из псевдо- $\beta$ -титанового сплава и выпущена ТР 1.2.2920-2021 «Изготовление прутковых заготовок из псевдо- $\beta$ -титанового сплава марки ВТ47. Данная технология обеспечивает следующий уровень свойств: прочность при растяжении при 20°C  $\sigma_B = 1300-1320$  МПа, сопротивление срезу при 20°C  $\tau_{ср} = 780-800$  МПа.

- Проведена общая квалификация (паспортизация) прутковых заготовок из псевдо- $\beta$ -титанового сплава ВТ47. Определены: механические свойства при растяжении ( $\sigma_B, \sigma_{0,2}, \delta_5, \psi, E$ ); ударная вязкость КСУ; сопротивление срезу ( $\tau_{ср}$ ); статическая чувствительность к надрезу ( $\sigma_{вп}$ ); предел ограниченной выносливости (МЦУ); предел длительной прочности; осадка; предел ползучести; твердость HRC; удельное электросопротивление; плотность; температурный коэффициент линейного расширения; теплопроводность. Разработано Дополнение № 1 к паспорту № 1947 на высокопрочный псевдо- $\beta$  титановый сплав марки ВТ47.

- Проведено проектирование крепежных изделий из псевдо- $\beta$ -титанового сплава ВТ47 (болты, в том числе типа Hi-Lok), разработаны 3D модели и комплект КД. Совместно с АО «Нормаль» проведена отработка технологии и изготовление крепежных изделий, в том числе типа Hi-Lok из псевдо- $\beta$ -титанового сплава ВТ47 в условиях промышленного предприятия.

- На основе проведенных исследований разработана импортозамещающая технология изготовления крепежных изделий из прутковых заготовок псевдо- $\beta$ -титанового сплава ВТ47, в том числе типа Hi-Lok, выпущена ТР 1.2.2963-2021 «Изготовление крепежных изделий (болтов) из псевдо- $\beta$ -титанового сплава марки ВТ47». Данная технология обеспечивает следующий уровень свойств: прочность при растяжении при 20°C  $\sigma_B = 1280-1340$  МПа, сопротивление срезу при 20°C  $\tau_{ср} = 780-880$  МПа.

- Разработаны технические условия ТУ 1-595-8-1972-2021 «Крепежные изделия (болты) из псевдо- $\beta$ -титанового сплава марки ВТ47».

Крепёжные изделия, изготовленные из титанового сплава ВТ47 выдерживают на  $\approx 40$  % выше нагрузки при разрыве и на  $\approx 50\%$  выше нагрузки на срез по сравнению с аналогичными испытаниями деформационно-упрочненных изделий из титанового сплава ВТ16. По сравнению с аналогичными испытаниями термоупрочненных изделий из титанового сплава ВТ16 изделия из сплава ВТ47 выдерживают нагрузки выше на  $\approx 20$  % при разрыве и срезе.

Оформлено Заключение АО «Нормаль» о соответствии крепежных изделий требованиям КД и возможности их применения в авиационной технике. Крепёжные изделия из титанового сплава ВТ47, в том числе типа Hi-Lok, соответствуют требованиям конструкторской документации и

