

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
КРАСНОЯРСК
10-11 декабря 2021

MIST: Aerospace
Передовые технологии в аэрокосмической отрасли,
машиностроении и автоматизации



MIST: Aerospace
Advanced Technologies in Aerospace,
Mechanical and Automation Engineering



Красноярский
ДОМ НАУКИ И ТЕХНИКИ

.....
**«MIST: Aerospace - 2021: Передовые технологии в
аэрокосмической отрасли, машиностроении и
автоматизации»**
.....

**«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ БРОНЗОВОГО СПЛАВА БРНХК»**

Михаил Силаев, Евгений Ремшев, Владимир Маликов, Ирина Тетерина, Радик Галиев

Актуальность

Материал для пружин должен удовлетворять требованиям статической, динамической, ударной и усталостной прочности, стабильности в процессе эксплуатации. Бронзовые изделия в эксплуатации применяют для гашения трения, продления срока эксплуатации оборудования, облегчения работы механизмов и элементов токоъемных устройств. Их характеристик: устойчивость к температуре и трению, и антикоррозийные свойства. Космическая и авиационная отрасли на данном этапе развития требуют от изделий таких сочетаний, как экономичность и надежность в эксплуатации. При выборе материала изделия, именно эти качества имеют решающее значение, и бронза в этом плане незаменима. В современном мире немаловажную роль играет не только экономический, но и экологический фактор. В связи с этим, актуальным для авиационной и космической отрасли является использование, более экологических материалов. В отличие от бериллиевой бронзы БрБ2 из которой изготавливаются упругие элементы, используемые в авиации и космосе, бронзовый сплав БрНХК является не таким вредным при производстве. При изготовлении изделия важным является обеспечение его механических свойств. Соответственно необходима оценка влияния режимов термообработки, которая и позволит достичь необходимых механических свойств.

- Постановка задачи
- Выбор оптимального режима термической обработки сплава БрНХК
- Экспериментальное исследование режимов термической обработки проволоки БрНХК по результатам испытаний на растяжение
- Анализ результатов и выбор режима термической обработки



Методы решения

В результате работы определено, что необходимые механические свойства обеспечены при проведении старения при температуре 440 °С, а с повышением температуры старения они снижаются, что видно уже при температуре 480 °С. Время выдержки наиболее эффективное: 2 – 2,5 часа, что было определено в результате анализа исследований. Термическая обработка обеспечивает увеличение предела упругости – важнейшей эксплуатационной характеристики пружинных материалов, поэтому одной из основных технологических операций считается термическая обработка пружин. Вид и режимы термической обработки выбираются в зависимости от используемого материала для изготовления пружин. Залог длительной и стабильной эксплуатации пружин зависит от качества проведенного режима термической обработки пружин. В качестве режима термообработки выбрано старение в течение 2,5 часов при температуре 465 °С.



Выводы

Результаты, внедрение

Сравнивая механические свойства используемых бронзовых сплавов в производстве со сплавом БрНХК 2,5-0,7-0,6 был сделан вывод, что прочностные и упругие свойства данного сплава не уступают широко используемому бронзовому сплаву, а то и превосходят. За исключением бронзового сплава БрБ2 прочностные и упругие показатели которого превосходят все представленные данные, стоит отметить, что это не предел и они могут быть улучшены за счет упрочняющей термической обработки с предшествующей закалкой и последующим деформационным упрочнением. Однако при столь значительных прочностных и упругих свойствах, бронзовый сплав БрНХК 2,5-0,7-0,6 обладает преимуществом, а именно высоким показателем пластичности, что является немаловажной характеристикой при изготовлении. Представленные данные о бронзовых сплавах и сравнение их с бронзовым сплавом БрНХК 2,5-0,7-0,6 позволяют сделать выводы, что данный сплав может быть пригоден для изготовления винтовых цилиндрических пружин сжатия. Физические свойства сплава БрНХК 2,5-0,6-0,7 выделяют его из используемых в пружинном производстве бронзовых сплавов, прочностные свойства не уступают, широко используемому сплаву. Таким образом, бронзовый сплав БрНХК 2,5-0,6-0,7 является перспективной заменой таким сплавам как БрКМц3-1 и БрОЦ4-3, БрБ2 и позволит использовать его в системах, где пружина является токопроводящим или нагревательным элементом. Анализ экспериментального исследования показал, что при температуре 380 °С и 480 °С и времени выдержки 1,5 часа минимальная прочность, предел текучести и относительное удлинение. Увеличение времени выдержки до 2,5 часов повышает уровень предела текучести до максимально зафиксированного результата 848 МПа при температуре 380 °С, а для температуры 480 °С наблюдается снижение механических свойств, так же, как и для температуры 465 °С. По результатам проведенного исследования пришли к выводу, что оптимальным режимом термообработки является старение при температуре 440 °С и выдержки 2,5 часа, так как при этой выдержке наблюдается максимальное значение предела текучести 835 МПа и значения предела упругости $\sigma_{0,05} = 823$ МПа, при этом предел прочности равен 856 МПа. Так как при выбранном режиме сохраняется пластичность материала, данный режим можно рекомендовать изготовителям в качестве заключительной обработки.

Контакты

Михаил Юрьевич Силаев

ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

E-mail: silaev_miu@voenmeh.ru

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
КРАСНОЯРСК
10-11 декабря 2021

**«MIST: Aerospace - 2021: Передовые
технологии в аэрокосмической отрасли,
машиностроении и автоматизации»**