

первым, то расчет останавливается. В ином случае осуществляется возврат к оптимизации управления на предыдущем участке траектории, начиная с пункта 4.

Каждая из вложенных задач оптимизации управления ГТД на отдельном участке траектории может быть решена с помощью одного из широко используемых численных методов параметрической оптимизации.

При исследовании различных вариантов управления ГТД необходимо учитывать совокупность ограничений на режимы полета ЛА и работы его силовой установки, к которым относятся ограничения по скорости полета, углу атаки планера, частотам вращения роторов, температуре рабочего тела перед турбиной двигателя.

Кроме того, следует учитывать тот факт, что не при любом варианте управления возможно выполнение заданного процесса полета ЛА (например, горизонтальный полет ЛА с постоянной скоростью и максимальной коммерческой

нагрузкой при работе двигателей на режиме «малого газа»). А поскольку не всегда возможно рассчитать такой процесс до конца и определить значение целевой функции, то при оптимизации функций управления с учетом ограничений невозможно воспользоваться стандартными методами штрафных и барьерных функций. При нарушении ограничений необходимо корректировать значение целевой функции таким образом, чтобы движение в сторону нарушения ограничений было невыгодным.

Таким образом, разработан метод оптимизации управления ГТД по критериям эффективности ЛА основанный на методе динамического программирования и выполняется путем разбиения непрерывного процесса на совокупность дискретных шагов и решения вложенных задач параметрической оптимизации значений функции управления на каждом шаге с учетом ограничений.

УДК 669.295; 621.415

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ СВОЙСТВ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

© 2012 С.Ф. Тлустенко

Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет), Самара

Представлены результаты формирования структуры сортамента из титана технической чистоты в зависимости от крупнозернистого или наноструктурного остояния для обеспечения механических свойств получаемых различными способами деталей сборок. Изучена структура титана в зависимости от условий и характера наводораживания при механической обработке. Установлено влияние отдельных режимов нагрева и технологической деформации заготовок на формирование текстуры и на колебания механических свойств металла по его площади и толщине.

Ключевые слова: деформация, структура, прочность, пластичность, вязкость, обрабатываемость, формообразование. Results of formation of structure of an assortment from the titan of those-nicheskoj of cleanliness depending on coarse-grained or наноструктурного остояния for maintenance of mechanical properties получаемых are presented by various ways of details of assemblages. The structure of the titan depending on услоий and character navodorazhiva-nija is studied at machining. It is established that modes on character of technological deformation of preparations render proskating rinks of strips and sheets hereditary vlija-nie on fluctuations of mechanical properties of metal on its area and a thickness.

Keywords: deformation, structure, durability, plasticity, viscosity, about-rabatyvaemost

Проведены исследования механических свойств заготовок из сплава ВТ20 после окончательной объемной штамповки в интервале температур фазового $\alpha \rightarrow \beta$ - превращения. При изготовлении отдельных деталей необходимые показатели прочности и пластичности в листовых штамповках из титанового сплава ВТ20 обеспечиваются после электроконтактного нагрева в области фазового $\alpha \rightarrow \beta$ - превращения и последующего формообразования при естественном охлаждении в соответствующей технологическим процессам оснастке. Исследования проводились на монолитных и штампованных конструкциях из псевдо- α -титанового сплава ВТ20 после различных видов листовой и объемной штамповки и сварки плавлением. Проведенные механические испытания и химический анализ поставляемого сортамента показали, что механические свойства и содержание примесей газов в исследованных в состоянии поставки полуфабрикатах не зависят от их вида и размера и соответствует требуемым техническим условиям на поставку. Из общего числа проверенных плавок содержание примесей составляет: водорода – 0,0045%, кислорода – 0,07% и азота – 0,03%. Содержание газовых примесей в сварных соединениях соответствует требованиям ОСТ 1.90013-81 и для большинства их составляет: водорода – 0,0025%, кислорода – 0,054%, азота – 0,032%. Исследования микроструктуры проведены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к металлографическому анализу титановых сплавов. Установлено, что введение при определенных условиях в титановый сплав водорода приводит к существенным структурным изменениям, в том числе в ряде случаев к измельчению зерна. Исходная структура титановых сплавов, исследованных в настоящей работе, была грубой пластинчатой. Легирование водородом вызвало преобразование внутризеренного строения без измельчения исходного β -зерна. В зависимости от содержания водорода и

температуры наводороживания может происходить формирование тонкопластинчатой, глобулярной или смешанной структуры. При этом размеры структурных составляющих могут изменяться в широких пределах, например, толщина α -пластин – от $\sim 0,5$ до ~ 8 мкм. Было отмечено, что при этом появляется температурная зависимость показателей ударной вязкости сплава и пластичности, имеющих различный характер в крупнозернистом и наноструктурном состоянии.

На основе обобщения экспериментальных данных были установлены оптимальные фазовый состав и структура, а также количество β -фазы, при которых наблюдаются наиболее высокие характеристики обрабатываемости резанием различных титановых сплавов, легированных водородом. Получены основные температурные зависимости ударной вязкости, позволяющие определять температуру оптимальных условий вязко-хрупкого перехода и интервал температур обработки материала. Зависимости могут быть представлены в виде коэффициента парной линейной корреляции m и коэффициента нелинейной корреляции η , на основе которых можно определить, в частности, силу связи между характеристиками обрабатываемости резанием, количеством β -фазы и толщиной α -пластин.

Оптимальное содержание водорода обеспечивается при температуре наводороживающего отжига 820°C . При этом может наблюдаться мелкозернистая структура, тонкопластинчатая структура, мелкоглобулярная структура, мелкая смешанная структура - пластинчатая + глобулярная. Наилучшая обрабатываемость резанием наблюдается при мелкой структуре (тонкопластинчатой, мелкоглобулярной или смешанной). С уменьшением размера структурных составляющих происходит преобразование пластинчатой структуры в глобулярную с повышенными механическими свойствами.