

Необходимость повышения прочностных характеристик деталей ГТД

В. Ф. Макаров,
д. т. н., проф., makarovv@pstu.ru,
В. С. Белобородов,
асп., beloborodovvova@mail.ru,
ПНИПУ, г. Пермь

Статья посвящена проблеме повышения надежности и долговечности дисков ротора двигателя. В работе представлены причины, приводящие к разрушению дисков авиационных двигателей. Указаны основные способы упрочнения поверхностного слоя диска турбины. По ряду причин основное внимание уделено дробеструйной обработке поверхности.

The article is devoted to the problem of improving the reliability and durability of the motor rotor disks. The paper presents the reasons leading to the destruction of aircraft engine disks. The main methods of strengthening the surface layer of the turbine disk are indicated. For a number of reasons, the main attention is paid to the surface shot blasting.

Объектом предлагаемых исследований является диск ротора турбины газотурбинного двигателя (рис. 1). Диск служит для установки рабочих лопаток, создающих крутящий момент, и передачи этого момента с лопаток на вал. Разрушение диска всегда приводит к катастрофическим последствиям и не может быть локализовано в пределах корпуса турбины.

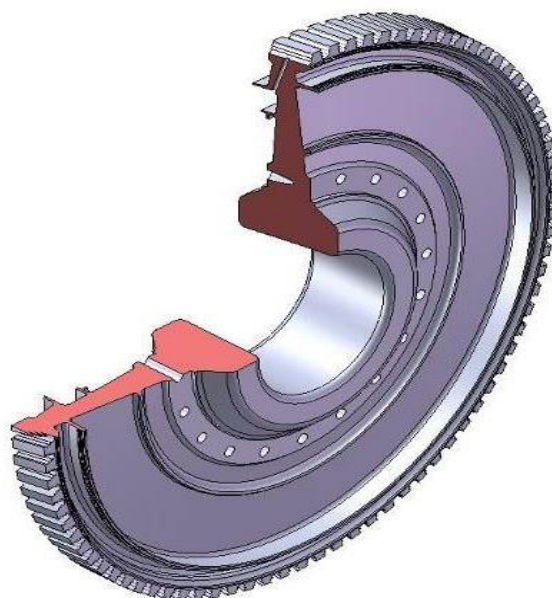


рис. 1 Диск турбины

Следует выделить ряд наиболее часто встречающихся дефектов диска ротора турбовинтового двигателя (рис. 2).



рис. 2 Основные дефекты диска авиационного двигателя

Данные дефекты возникают потому, что детали авиационных двигателей испытывают в процессе эксплуатации значительные циклические и термические нагрузки. Ряд причин, приводящих к уменьшению прочностных характеристик, а, следовательно, неспособности деталей выдерживать рабочие нагрузки представлен на рисунке 3.

Таким образом, проблема повышения надежности и долговечности дисков ротора двигателя является актуальной. Цель проводимых исследований состоит в разработке методики повышения прочностных характеристик дисков турбины с использованием результатов разгонных испытаний.

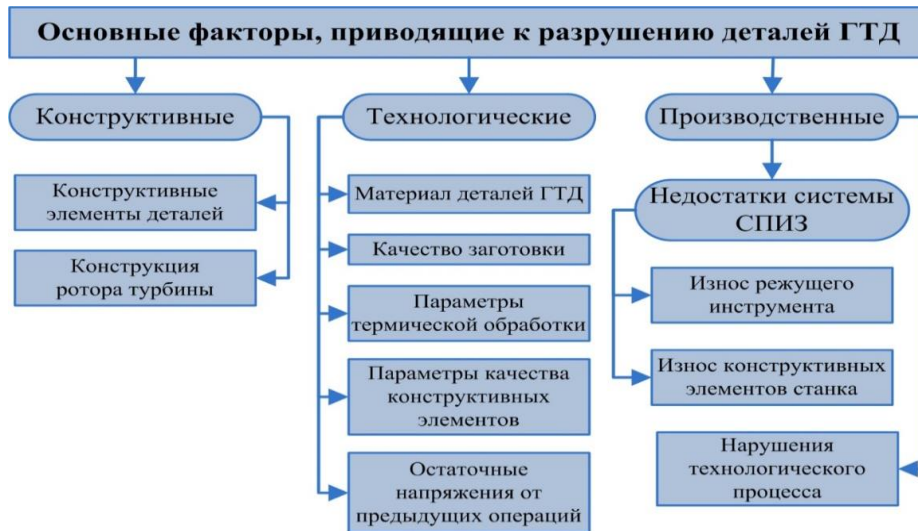


рис. 3 Основные факторы, способствующие образованию усталостных трещин

Одним из методов проверки прочностных характеристик элементов двигателей являются разгонные испытания на специальных стендах. Разгонные испытания – это испытания узлов авиационных двигателей или полностью собранных двигателей на режимах работы, завышенных относительно стандартных. Они проводятся с целью подтверждения достаточной прочности элементов авиационного двигателя для противодействия максимальным механическим и тепловым нагрузкам, возможным в ожидаемых условиях эксплуатации.

По окончании разгонных испытаний с помощью специальных устройств и методов проверяют прочностные характеристики диска. В случае негативных показателей осуществляется прочностная обработка, при которой необходимо выдерживать ряд требований:

- сохранение геометрических размеров обрабатываемой детали и устойчивости формы;
- сохранение параметров качества поверхностного слоя, а именно шероховатости.

Для увеличения показателей долговечности применяют способы упрочнения поверхностного слоя диска турбины в соответствии с рисунком 4 [1, 2, 3, 4, 5].

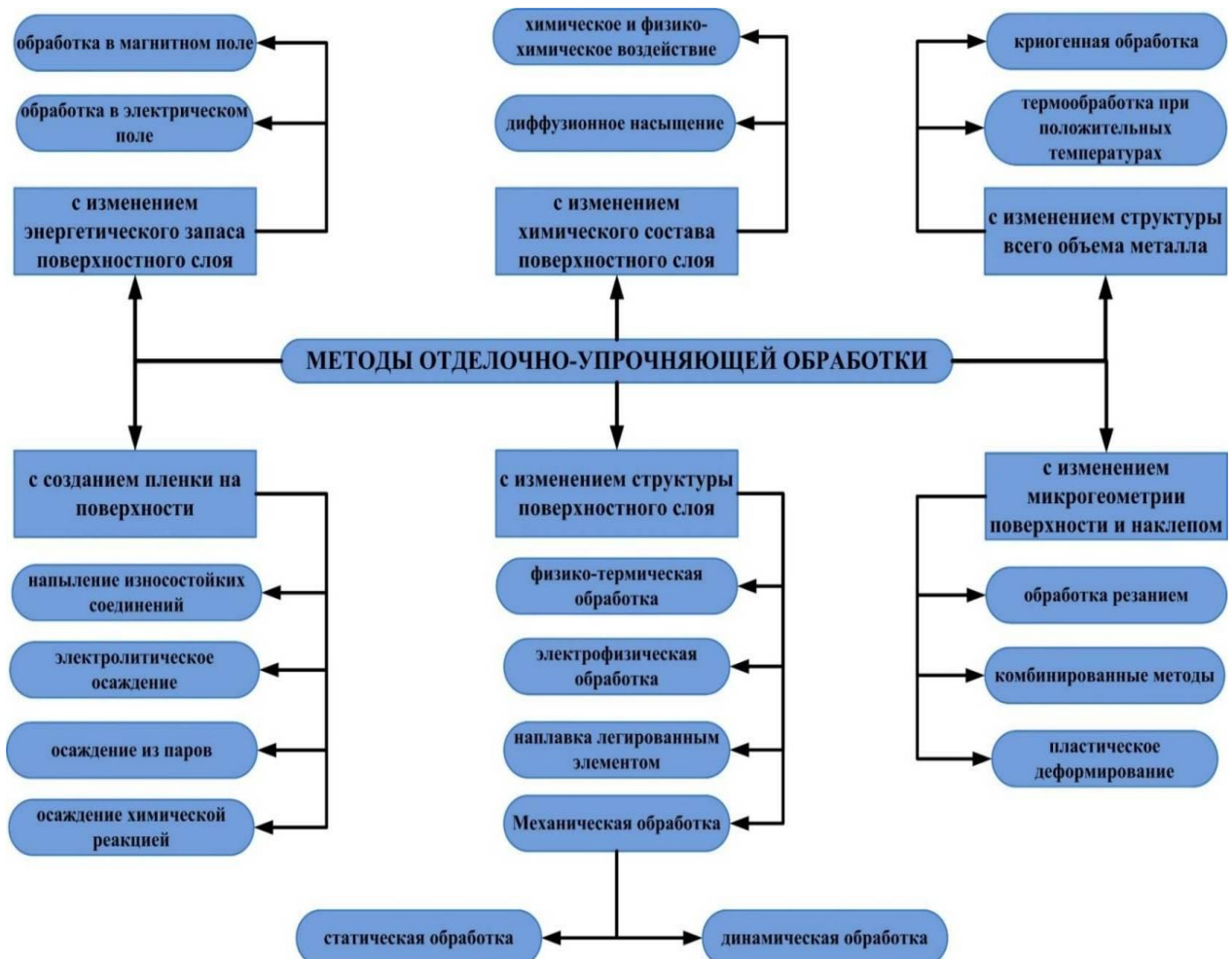


рис. 4 Некоторые способы упрочнения поверхности

На данный момент среди указанных способов предлагается использовать дробеструйную обработку, поскольку она обладает рядом преимуществ:

- не изменяет геометрические размеры;
- сохраняет требуемую шероховатость поверхностей;
- обеспечивает обработку в труднодоступных местах;
- обеспечивает высокую производительность процесса обработки.

Реализация рассмотренного способа упрочнения требует создания математической модели процесса дробеструйной обработки, разработки специальной методики упрочнения и проведения прочностных испытаний, что является следующими этапами проводимых исследований.

Литература

1. Ползучесть и релаксация остаточных напряжений в упрочненных конструкциях – М.: Машиностроение – 1, 2005. – 226 с. с ил.
2. Рыбаков Г. М. Дробеструйная обработка панелей переменной жесткости // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2006. - №4. – С. 35-43.
3. Прохорова А. И., Борисова А. О. Упрочнение поверхности титанового сплава детонационным напылением твердого сплава // Потенциал современной науки. – 2014. - №8. – С. 6-9.
4. Шандров Б. В., Филиппов В. В., Хомякова Н. В. Физико-химический метод упрочнения деталей из титановых сплавов // Известия московского государственного технического университета МАМИ. – 2014. – т.2. - №2 (20). – С. 103-106.
5. Александров М. К., Папшева Н. Д., Акушская О. М. Ультразвуковое упрочнение деталей ГТД // Вестник самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С. П. Королева (национального исследовательского университета). – 2011. - №3-1 (27). – С. 271-276.