

Исследуется влияние глубины зачистки на концентрацию напряжений в зоне забоин на рабочей лопатке бустера компрессора газотурбинного двигателя (ГТД) при выполнении ремонта с целью сохранения работоспособности двигателя. Выполнено численное моделирование субмоделей лопатки с забоиной и с зачисткой, проведен модальный анализ и статический расчет напряженного состояния. Сравнительный анализ напряженного состояния в зачищенных лопатках показал значительное снижение концентрации напряжений при зачистке забоин.

**Лопатка — это важная деталь в ГТД, поэтому необходимо обеспечивать её функционирование и надежность.**



Рис. 1. Пример забоины



Рис. 2. Сфера применения

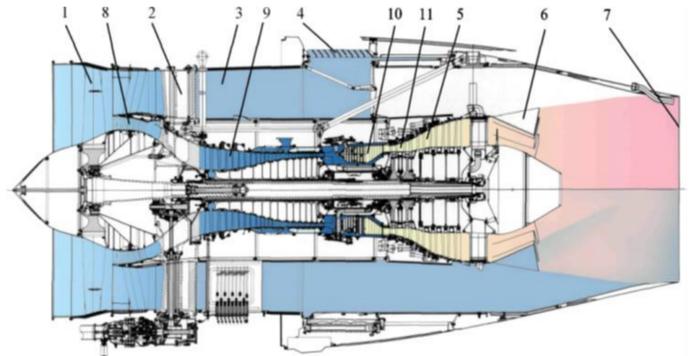


Рис. 3. Схема ГТД. 1-вентилятор; 2-разделительный корпус; 3-канал наружного контура; 4-реверс тяги; 5-турбина вентилятора (низкого давления); 6-смеситель; 7-общее сопло; 8-подпорные ступени на валу вентилятора; 9-компрессор высокого давления; 10-камера сгорания; 11-турбина высокого давления

В процессе эксплуатации ГТД наблюдается износ проточной части из-за попадания твердых частиц в газоздушный тракт. Следствием этого процесса является появление забоин на рабочих кромках лопаток. Для этого проводится ремонт, в ходе которого удаляются забоины. Чтобы проверить допустимость различных методов ремонта, выполняются экспериментальные исследования, в том числе, виброиспытания. Для уменьшения количества экспериментальных исследований используется численное моделирование.

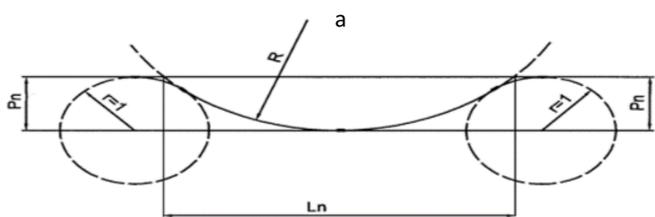


Рис. 4. Схема моделей фрагмента лопатки с забоиной- а и зачистки- б

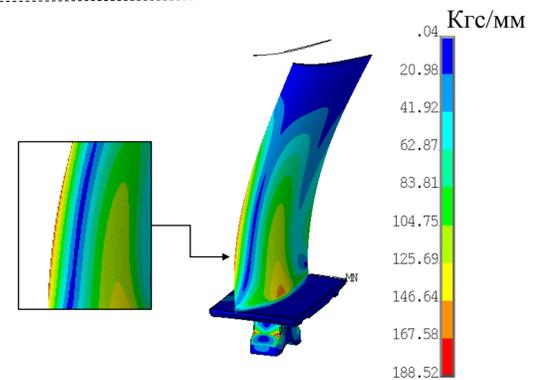
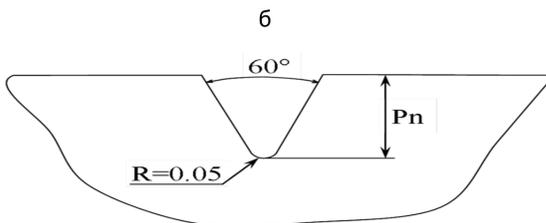


Рис. 5. Эквивалентные напряжения и фактическая первая форма колебаний лопатки

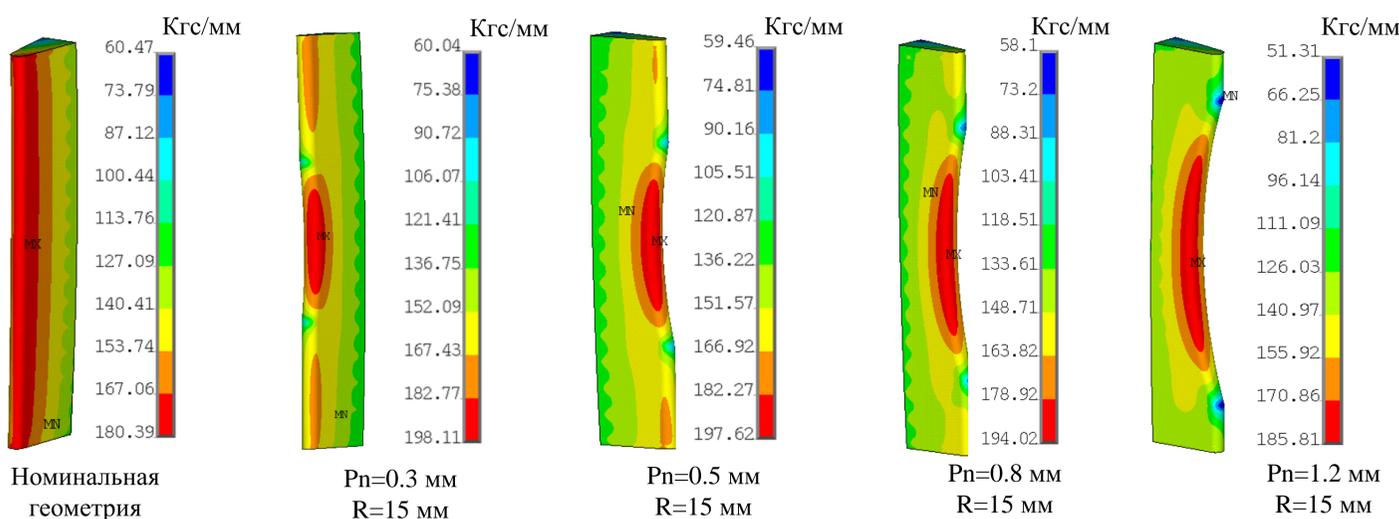


Рис. 7. Распределение эквивалентных напряжений ( по Мизесу) при номинальной геометрии и для различных глубин зачистки

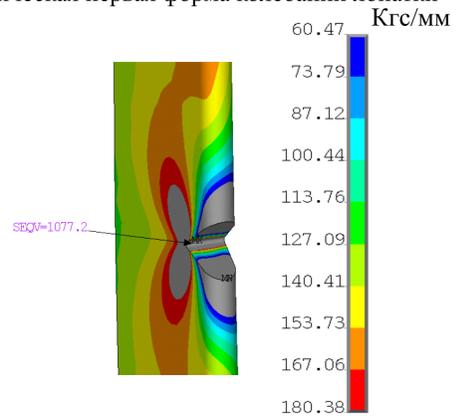


Рис. 6. Распределение эквивалентных напряжений (по Мизесу) в лопатке бустера с забоиной

Расчет  $K_t$  выполнен по эквивалентным напряжениям следующим образом:

$$K_t = \frac{\sigma_{зач\ max}}{\sigma_{кр\ max}}, \text{ где } \sigma_{зач\ max} - \text{максимальное напряжение в зачистке,}$$

$\sigma_{кр\ max}$  —максимальное напряжение на кромке исходной лопатки.

Таблица 1. Значение концентраций напряжений в зависимости от Pn.

Pn, мм	R, мм	Kt
1,2	15	1,029
0,8		1,075
0,5		1,095
0,3		1,098

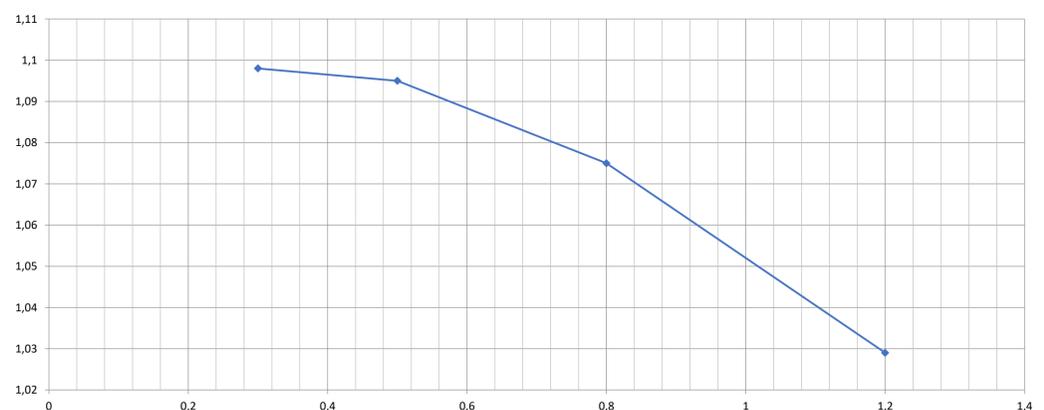


Рис. 8. Зависимость коэффициента концентрации Kt от глубины зачистки Pn.

Результаты расчета показали значительное снижение концентрации напряжений в зоне забоины после зачистки, фактически в 5 раз. Однако, необходимо отметить, что выбор глубины зачистки требует дальнейшего исследования и оптимизации с учетом обеспечения аэродинамической характеристик, ремонтируемых лопаток, а также обеспечения надежности и долговечности ГТД.