

конструкция такой большой протяженности не будет идеально гладкой, имея различные неоднородности поверхности – выступы, впадины, например, в местах стыков элементов фрагментов. Такие выступы будут источниками значительного сопротивления до 10^7 – 10^8 Па. Механизм разогрева таких выступов несколько иной, поэтому их температура может существенно превышать температуру на поверхности ротора.

2. Стартовые установки и оборудование должны предусматривать защиту от теплового излучения и ударных волн, формируемых технологическими выступами на поверхности ротора. Необходимость тепловой защиты стартового оборудования следует из того, что температура воздуха вблизи поверхности ротора может достигать 10^4 °К, а плотность потока излучения в начальный момент – 5×10^3 – 10^4 кВт/м². Скорость воздуха в окрестности ротора близка к скорости его поверхности.

3. Разогрев ротора вызовет его температурные деформации. Погодные условия в различных частях Земли – атмосферные осадки, облачность, температура воздуха, сила и направление ветра и т. д. – будут по-разному влиять на деформирование отдельных участков ротора.

4. Температура воздуха вблизи ротора может достигать 10^4 °К. Температура воздуха у самой поверхности ротора при отсутствии защитного покрытия (например, сублимирующего) принимает максимальное значение в начальный момент времени, а затем быстро падает так, что через 0,05 с она составляет около 2000 °К. Определение максимальной температуры поверхности ротора в начальный момент времени в рамках рассматриваемой модели затруднительно, однако можно полагать, что эта температура ниже температуры при полном торможении.

5. Применение защитных сублимирующих покрытий позволит снизить тепловые нагрузки на ротор на стартовом участке. Расчеты показали, что использование такого покрытия толщиной 2,3–4,2 мм из материала с параметрами, близкими к тефлону, обеспечивает надежную тепловую защиту ротора в течение первой минуты движения после старта, когда температура воздуха у поверхности ротора снизится до 1000–1500 °К. Дальнейшую тепловую защиту ротора после испарения сублимирующего покрытия можно осуществлять с использованием жаростойкой оболочки.

6. Разогрев воздуха в окрестности поверхности ротора до 10^4 °К вызовет ионизацию воздуха и активизирует протекание химических реакций типа диссоциации молекул с образованием активного атомарного кислорода. Последствия этих процессов должны быть исследованы специально.

7. Рассматриваемая модель предполагает, что в момент старта поверхность ротора мгновенно контактирует с неподвижным воздухом, что приводит к резкому возрастанию тепловых характеристик процесса. Можно

ожидать, что при удалении защитной оболочки ротор будет контактировать со средой, параметры которой быстро, но не мгновенно изменяются от значений, соответствующих вакууму, до значений атмосферного воздуха. При учете этого обстоятельства начальная температура поверхности, плотность теплового потока излучения и мощность излучения снижаются.

8. Вычисленные температура поверхности и плотность тепловых потоков достаточно хорошо согласуются с результатами, относящимися к ТЛА [16, 17] и КЛАМИ [13].

9. Используемая модель не позволяет исследовать начальный период движения продолжительностью около 0,05 с. Этот период требует построения более точной математической модели.