

УДК 621. 7/ 9. 048. 6

Н.В.Елеонская (5 курс, каф. МиДМ), Е.В.Заборский, к.т.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ПНЕВМОАМОРТИЗАТОРА РЕАКТОРА РВР

Объектом исследования является виброрезонансный реактор (РВР) – многоцелевое оборудование, предназначенное, в частности, для эффективной поверхностной обработки деталей различного назначения с использованием кавитационного эффекта. Колебания задаются двигателем, под действием которого рабочий орган (поршень) совершает возвратно-поступательные движения, генерируя в резервуаре с рабочей средой процесс кавитации. В конструкции применена поисковая система автоматической подстройки частоты в резонансном режиме, в зависимости от собственной частоты колебаний системы. В колебательной системе, находящейся в режиме резонанса, упругие и инерционные силы взаимно уравниваются, а энергия возбудителя колебаний расходуется только на преодоление диссипативных сил.

Реактор снабжен пневмоамортизатором, конструктивно выполненным в виде камеры, в верхнюю и нижнюю емкости которой подается сжатый воздух под давлением 90 атм. Герметизация камеры обеспечивается резиновыми уплотнителями, выход из строя которых может привести к отказу всей системы.

Задачей расчета явилось определение средней установившейся температуры в пневмокамере с целью оценки ее влияния на работоспособность резиновых уплотнительных элементов.

Положенное основу расчетов допущение об адиабатическом характере процесса (без учета тепловых потерь в пневмокамере) позволяет определить температуру и давление в крайних положениях поршня (табл. 1)

Таблица 1.

Положение поршня	V, [м ³]	P, [атм.]	T, [°C]
Среднее	4,56·10 ⁻⁵	90	25
Верхнее	1,32·10 ⁻⁵	147,531	215,492
Нижнее	7,79·10 ⁻⁵	72,629	-32,516

Решением уравнения теплопроводности [1] с использованием критерия Фурье была определена глубина слоя металла X*, на которой относительное изменение температуры составляет: $\delta_t = 0,05$.

При рассмотрении нестационарного температурного поля предполагалось гармоническое изменение температуры поверхности полуограниченного тела. При этом было условие отсутствия теплового сопротивления на границе твердой стенки и газа (граничное условие первого рода): $V_n = T_n - \overline{T_n} = T_{mn} \cdot \cos \omega t$, где T_n – среднее значение температуры поверхности; T_{mn} – амплитуда изменения температуры на поверхности (общий интервал изменения температуры); ω – циклическая частота колебания температуры ($\omega = 2\pi\nu$), ν – количество колебаний в единицу времени).

Установлено, что характер температурного поля зависит от начального распределения температуры, при этом, через определенное время, в любой его точке наступает стационарно-периодическое состояние, характеризующееся гармоническим колебанием

температуры с постепенно уменьшающейся амплитудой по мере удаления от поверхности тела (периодический тепловой поток стационарного типа). Поток тепла, генерируемый за первую половину цикла, отводится от поверхности за вторую половину цикла.

Зависимость относительного температурного перепада (разности между температурой поверхности и температурой на глубине X_i , отнесенной к амплитуде колебаний температуры на поверхности) от времени τ и глубины X_i , приведена на рис. 1 – для металла, и рис. 2 – для резины.

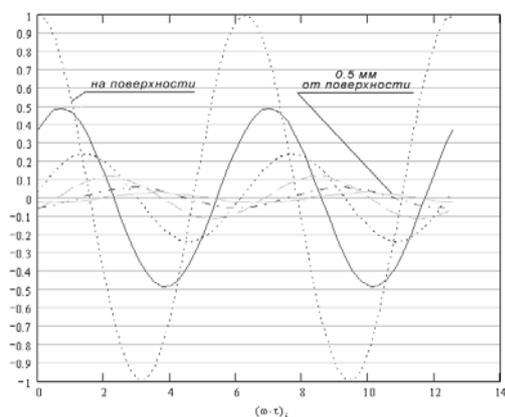


Рис. 1

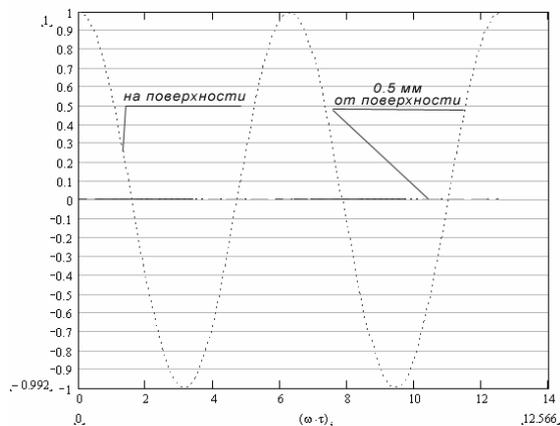


Рис. 2

Как следует из графиков, на глубине 0,5 мм металла, колебания температуры практически отсутствуют, составляя меньше 5% амплитуды температурных колебаний на поверхности. Подобное утверждение является справедливым и в отношении резинового элемента.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Температурные колебания, являясь значимыми на поверхностях металла и резиновых уплотнений, по мере удаления от поверхностей усредняются и не оказывают практического влияния на среднюю температуру конструкции, а, следовательно, и на работоспособность уплотнительных элементов;
2. Основным фактором, влияющим на температурное поле конструкции, следует считать потери на механическое и вязкое трение в уплотнителях и емкостях пневмокамеры.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лыков А.В. Тепломассообмен, «Энергия», М., 1972.