

к.т.н., доц. Лавренко Я.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РОТОРУ ЛАБОРАТОРНОЇ ЦЕНТРИФУГИ

Однією із актуальних проблем сучасного машинобудування є проблема підвищення довговічності елементів конструкцій. Вимоги підвищення продуктивності машин при одночасного зменшенні їх ваги супроводжуються збільшенням динамічних навантажень та впливу вібрацій, які виникають.

Внаслідок напружень, що виникають в результаті коливань можливе руйнування деталей сучасних машин та механізмів, особливо при виникненні резонансних та нестійких станів.

Одним із таких об'єктів є високошвидкісні прецизійні центрифуги (рис.1). Вони в свою чергу повинні забезпечувати високу ступінь сепарації суміші і безаварійність протягом терміну експлуатації.

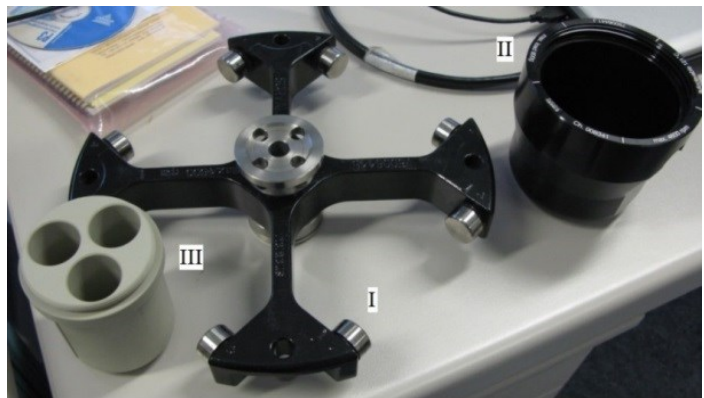
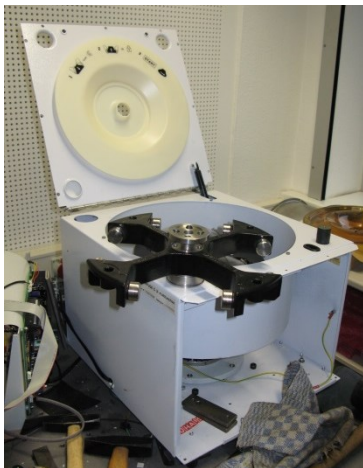


Рис.1. Лабораторна центрифуга та ротор

Від параметрів центрифуги залежить якість необхідної роботи. Перехідні процеси і вібрація можуть ушкодити оригінальну продукцію. Часто в сучасних центрифугах використовуються рухомі частини, які впливають на рух центрифуги. Цими рухомими елементами є чашки ротору, які кріпляться до цапф (рис.1). Натурні випробування із запуском та зупинкою роботи

центрифуги при робочих режимах показали, що руйнування чашок ротору центрифуги відбувається у місці кріплення самої чашки до ротора (рис.2), а також на великих обертах шляхом відривання дна чашки.

У попередніх роботах [1,2] встановлено, що однією з причин, яка сприяє руйнуванню у вигляді відриву дна стакану від обичайки є невдалий вибір технології виготовлення заготовки, в наслідок якої має місце структура волокон, яка не співпадає з напрямом дії максимальних розтягувальних напружень.

Працездатність конструкції може бути визначена як експериментальним так і розрахунковим шляхом. Натурні випробування мають високу вартість, тому для того щоб спрогнозувати ресурс конструкції було проведене моделювання напружено-деформованого стану центрифуги при різних видах навантажень [2,3] (Рис.3).

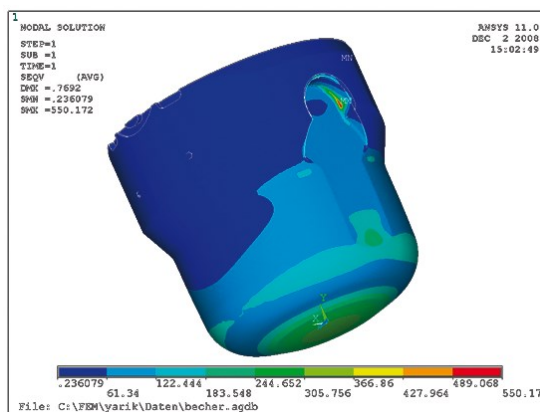
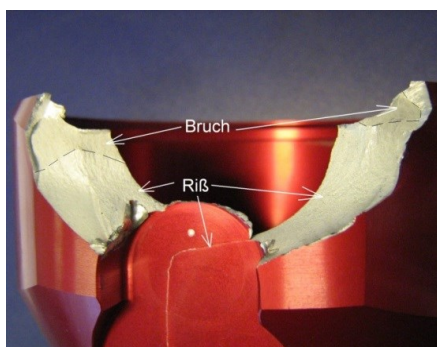


Рис.2. Зображення місця руйнування чашки

Рис.3. Розподіл напружень по конструкції чашки

Для ротору з ступінчато-змінною площею перетину (рис.4) приймається наступний закон [4]

$$S(r) = \begin{cases} S_2 \text{ при } r \in [0, r_2] \\ S_1 \text{ при } r \in [r_2, R] \end{cases} \quad (1)$$

Значення відстані r_2 може вибиратись довільно, але при вибраному r_2 значення площ S_1 та S_2 перетинів відповідно на першій та на другій ділянках вибираються так, щоб в кінці кожної з них досягалось граничне значення напружень, тобто:

$$\sigma(r_2) = \sigma(R) = \sigma_{don}. \quad (2)$$

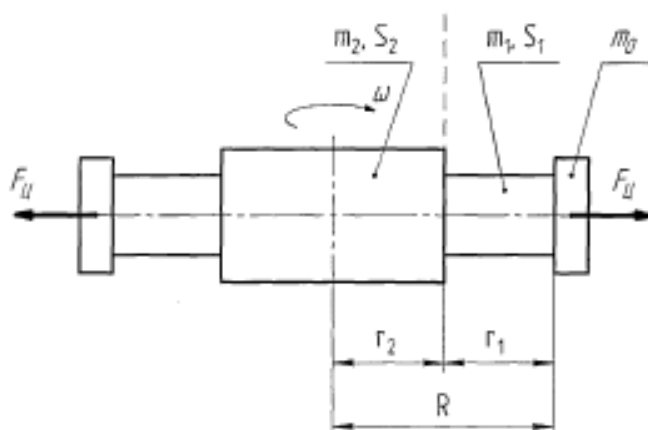


Рис. 4. Розрахункова схема ротору зі ступінчато змінною площею перетину

На основі методики, викладеної раніше, запишемо формулу для визначення напружень по довжині ротору для першої ділянки ($r \in [r_2, R]$):

$$\sigma(r) = a \cdot \left(\frac{m_0}{S_1} + \frac{\rho(R^2 - r^2)}{2R} \right), \quad (3)$$

і для другої ділянки ($r \in [0, r_2]$):

$$\sigma(r) = a \cdot \left(\frac{m_0 + m_1}{S_2} + \frac{\rho(r_2^2 - r^2)}{2r_2} \right). \quad (4)$$

Список літератури:

1. Babenko A., Lavrenko I., Strackeljan J. Estimation of a centrifuge rotor strength and analysis of the influence of constructive and technological parameters. 10. Magdeburger Maschinenbau-Tage 27 bis 29 September 2011.
2. Бабенко А., Лавренко Я. Оцінка міцності чашки лабораторної центрифуги та впливу конструктивно технологічних факторів/ Вісник НТУУ “КПІ”, Машинобудування. — К.: НТУУ “КПІ”. - 2012 . — Вып. 64 - С. 255-263.
3. Бабенко А., Лавренко Я. Визначення напружено-деформованого стану чашки лабораторної центрифуги під дією динамічного навантаження/ Всеукраїнський щомісячний науково-технічний і виробничий журнал. Машинознавство. — Л.: - 2011. - №7-8 - С. 7-10.
4. Пуленец Н.Е. Роторы испытательных центрифуг, предназначенных для воспроизведения больших ускорений. Диссертация. Санкт - Петербург. 2007г.