

Рис. 1. Температурное поле (а) и распределения температуры вдоль оси  $x$  в квазистационарном режиме наплавки при мощности пучка 450 Вт, эффективном радиусе пучка  $r_{eff} = 1$  мм и скорости перемещения 10 мм/с;  $x_{pos}$  -  $x$ -координата оси пучка; 1 - распределение температуры вдоль оси  $x$  при  $y = y_{pos}$  (на оси пучка); 2 - то же на расстоянии 0,75 мм от оси ( $y = y_{pos} + 0,75$  мм);  $T_S$  - температура солидуса;  $T_L$  - температура ликвидуса

Результаты, полученные с помощью модели, подтверждают ее адекватность, а также возможность ее использования для прогнозирования технологических режимов аддитивного формообразования методом послойной электронно-лучевой наплавки. На этапе разработки стала очевидной целесообразность применения данной модели для исследования влияния остаточного нагрева при наплавке многослойных конструкций на характеристики жидкой ванны. Модель отражает процессы, протекающие при наплавке присадочного материала на "мягком режиме" и невысоких скоростях движения луча (по предварительным оценкам не более 10-15 мм/с). Для изучения возможности совершенствования созданной модели применительно к изучению процессов наплавки со значительным вкладом конвективного теплообмена (с высокими числами Пекле), требуется создание лабораторного стенда на базе существующих в НИУ "МЭИ" электронно-лучевых технологических комплексов.

#### Литература.

1. A. Raghavan, H.L. Wei, T.A. Palmer, and T. DebRoy. Heat transfer and fluid flow in additive manufacturing // *Journal of Laser Applications* 25, 052006 (2013); doi: 10.2351/1.4817788
2. Joseph N. Zalameda; Eric R. Burke; Robert A. Hafley; Karen M. Taminger; Christopher S. Domack; Amy Brewer; Richard E. Martin. Thermal imaging for assessment of electron-beam freeform fabrication (EBF3) additive manufacturing deposits // *Proc. SPIE 8705, Thermosense: Thermal Infrared Applications XXXV*, 87050M (May 22, 2013); doi:10.1117/12.2018233
3. Sarah K. Everton, Matthias Hirscha, Petros Stravroulakis, Richard K. Leach, Adam T. Clare. Review of in-situ process monitoring and in-situ metrology for metal additive manufacturing// *Materials and Design* 95 (2016) 431–445
4. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.:Наука, 1987

### РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ АВТОБАЛАНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Г.А. Петров, В.Е. Торгашев, студенты группы 2БМ5Е,

Научный руководитель: Зиякаев Г.Р.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г.Томск, пр. Ленина 30

Одним из направлений современного развития машин и механизмов является увеличение линейных и угловых скоростей движения. Но с ростом угловых скоростей приходится сталкиваться с увеличением уровней вибрации, вызываемых вращением неуравновешенных роторов. В установках, с вращающимися механизмами, нарушение баланса является следствием износа в процессе работы.

При этом режимное изменение дисбаланса во времени происходит с различными скоростями и имеет, как правило, случайный характер.

При значительных динамических нагрузках снижается надежность, растут энергопотребления, нарушается технология.

На кафедре ТПМ ТПУ было разработано и рассчитано оригинальное конструктивное решение автобалансирующего устройства, позволяющего эффективно снижать колебания вызванные вращением неуравновешенных роторов при работе машин.

Из множества автобалансирующих устройств и различных факторов остановлен выбор на устройстве дискового типа. Данное устройство не требует больших финансовых затрат, а также имеет простое конструктивное исполнение.

В балансировке ротора участвует два, закрепленных на подшипниках качения, корректирующих диска, находящихся в одной плоскости. В процессе вращения диски выстраиваются относительно ротора для компенсации дисбаланса.

На рисунке 1 представлено автобалансирующее устройство, установленное на роторе в разрезе.

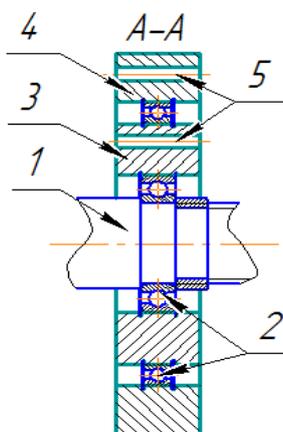


Рис. 1. Автобалансирующее устройство:

1 – ротор; 2 – подшипники качения; 3 – первый диск; 4 – второй диск; 5 – отверстия

На рисунке 2а представлено устройство работающее в условиях  $\omega \ll \omega_{кр}$ , где из центра тяжести для каждого диска  $C_{m1}$  и  $C_{m2}$  векторы дисбаланса  $D_{m1}$  и  $D_{m2}$  направлены противоположно вектору дисбалансу ротора  $D_p$ , исходящего из центра  $C_p$ .

На рисунке 2б работа протекает в условии, когда  $\omega \gg \omega_{кр}$ , корректирующие диски принимают положение устойчивой работы ротора.

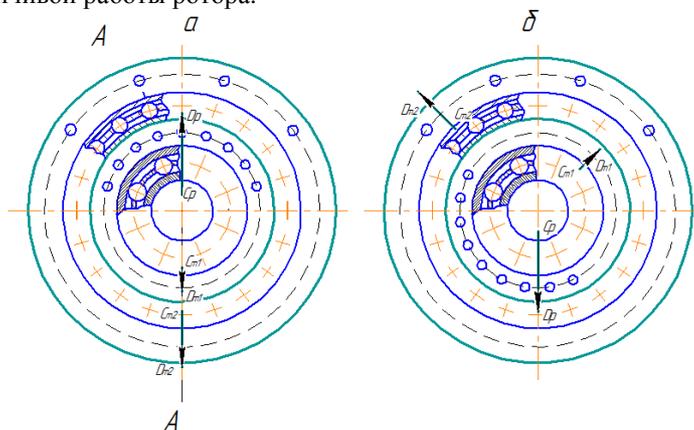


Рис. 2. Схема АБУ при работе  $\omega \ll \omega_{кр}$ , и при работе на закритических угловых скоростях

При проектировании автобалансирующего устройства необходимо учитывать правильность выбора параметров: его емкости, размеров и количества отверстий.

Емкость автобалансирующего устройства определяется наибольшим суммарным статическим моментом:

$$S = \sum_{i=1}^N m_i y_i, \quad (1)$$

где  $m_i$  – масса единичного отверстия;  $y_i$  – координата центра тяжести;  $N$  – число отверстий. Масса отверстия находится:

$$m = \pi \delta \rho \frac{d^2}{4}, \quad (1)$$

где  $\delta$  – толщина диска,  $\rho$  – плотность диска,  $d$  – диаметр отверстий. Расстояние от центра отверстий к оси вращения определяется:

$$y = R_0 \sin(\varphi), \quad (3)$$

где  $R_0$  – наружный радиус диска,  $\varphi$  – угол между центром отверстия и центром диска.

Для того чтобы не происходил режим разбалансировки, емкости корректирующих дисков должны быть одинаковыми, исходя из этого условия можно рассчитать емкость одного диска и определить необходимые параметры второго.

В соответствии с полученной емкостью первого диска, находим радиус расположения отверстий для второго.

$$R_{отв} = \frac{S_1}{m_2 (2 \sin(\varphi) + 2 \sin(\varphi))}, \quad (4)$$

где  $S_1$  – емкость первого диска,  $m_2$  – масса отверстий второго диска.

**Заключение**

В статье представлено автобалансирующее устройство нового типа и представлена методика расчетов его параметров. Данное устройство позволяет уменьшить габаритные размеры в осевом направлении и не вызывает дополнительный момент неуравновешенности.

**Литература.**

1. Агафонов Ю.В. Динамика шарикового автобалансира в поле направленных сил // *Машиноведение*. – 1987. – №1. – с. 115 – 117.
2. Горбунов Б.И., Гусев В.Г. Уравновешивающие устройства шлифовальных станков – М., // *Машиностроение*. – 1976 г.
3. Колосов Ю.А., Народицкая Ю.А. Гидравлическое устройство для уравновешивания роторов. – «Бюллетень изобретений и товарных знаков». Авт. свид. 189200, кл. 42 к, 33, G01m, 1966, № 23.
4. Петруха П.Г., Колосов Ю.А., Смирнов Ю.И. Стенд для уравновешивания шлифовального круга. «Станки и инструменты», 1972, №1, с. 26-27.
5. Hayes S.V., Kaliszer H.A. A new method for centrifugal balancing of rotors revolving in their own bearings. *Advances in machine tool design and research. Proceedings of the 5 the international M.T.D.R. conference university of Birmingham*, 1964, p. 89-116.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНДЕНСАТОРНОЙ СВАРКИ КРЕСТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

*В.Г. Москалёва, студентка группы ОМ41*

*Научный руководитель: Нескоромный С.В.*

*Донской государственный технический университет  
344000, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону, пл Гагарина 1*

*E-mail: vikila@inbox.ru.*

Одним из направлений производства нового поколения электровозов на предприятии ООО «ПК НЭВЗ» является разработка тяговых агрегатов.