

О.В. Дорош, В.П. Семененко, С.В. Тарасов

## **ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ РЕШЕТОК ТОКООТВОДОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

*Аннотация. В работе рассчитаны и исследованы собственные частоты и формы колебаний перспективных конструкций решеток токоотводов. С помощью программных комплексов проведена визуализация собственных форм колебаний решеток токоотводов аккумуляторных батарей.*

*Ключевые слова: решетки токоотводов, VRLA-аккумуляторные батареи, собственные частоты, формы колебаний.*

Одной из альтернативных направлений получения энергии может служить так называемая «зеленая энергетика». В ее основе лежат ветроэнергетические и солнечные энергогенерирующие установки. Для непрерывного использования энергии необходимы мощные энергонакопительные комплексы. Такие комплексы могут быть созданы, в частности, на базе свинцово - кислотных аккумуляторов. Они нашли самое широкое применение в различных отраслях машиностроения и в народном хозяйстве.

В последнее время в качестве аккумуляторов энергоносителей наиболее перспективными являются использование клапан – регулируемых аккумуляторов с рекомбинацией образующихся в ходе их эксплуатации газов – VRLA батарей. Основой таких батарей является вновь разрабатываемые конструкции решеток токоотвода. Здесь предполагается использование высококачественных свинцово – кальцево – оловянных сплавов. При создании новых конструкций решеток токоотводов, на основе перспективных сплавов, необходим цикл исследований, начиная с экспериментального определения механических свойств сплавов, напряженно – деформированного состояния, динамических характеристик, надежности и долговечности.

Целью настоящего этапа исследований было определение значений собственных частот и форм колебаний, экспериментальных образцов решеток токоотводов.

В качестве объекта исследований были выбраны три перспективных конструкций решеток токоотводов D1, Wt и P1 [1]. На рисунке 1 представлены их конструкции.

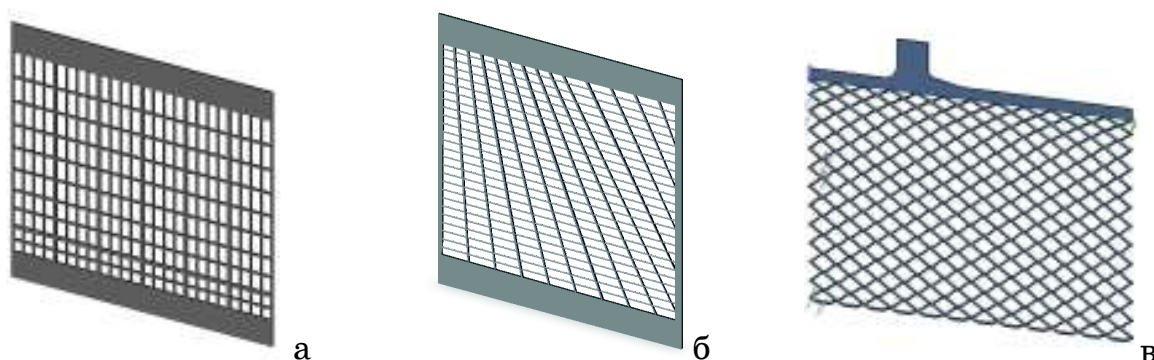


Рисунок 1 – Трехмерные твердотельные конструкции токоотводов D1 (а), Wt (б), P1 (в)

Конструкция токоотвода D1 отличалась от двух других токоотводов своей простотой. В ее конструкции имелось только вертикальное и горизонтальные жилки. По краям решетки имелись вертикальные и горизонтальные ребра. Вес решетки составлял 87г.

В конструкции токоотвода Wt имелись горизонтальные, а вместо вертикальных жилок использовались наклонные жилки. Она обладала наибольшим весом – 125г.

Наименьший вес имела конструкция токоотвода P1 – 44г. Она также отличалась от двух первых конструкций токоотводов формой ячеек. В предыдущих конструкциях формы ячеек имели или вид прямоугольника (D1) или вид параллелограмма (Wt). Ячейки в P1 имели форму ромба.

При определении значений собственных частот и форм колебаний верхнее ребро решетки токоотвода было жестко заземлено. Решетка располагалась вертикально, и имела возможность колебаться в горизонтальном направлении.

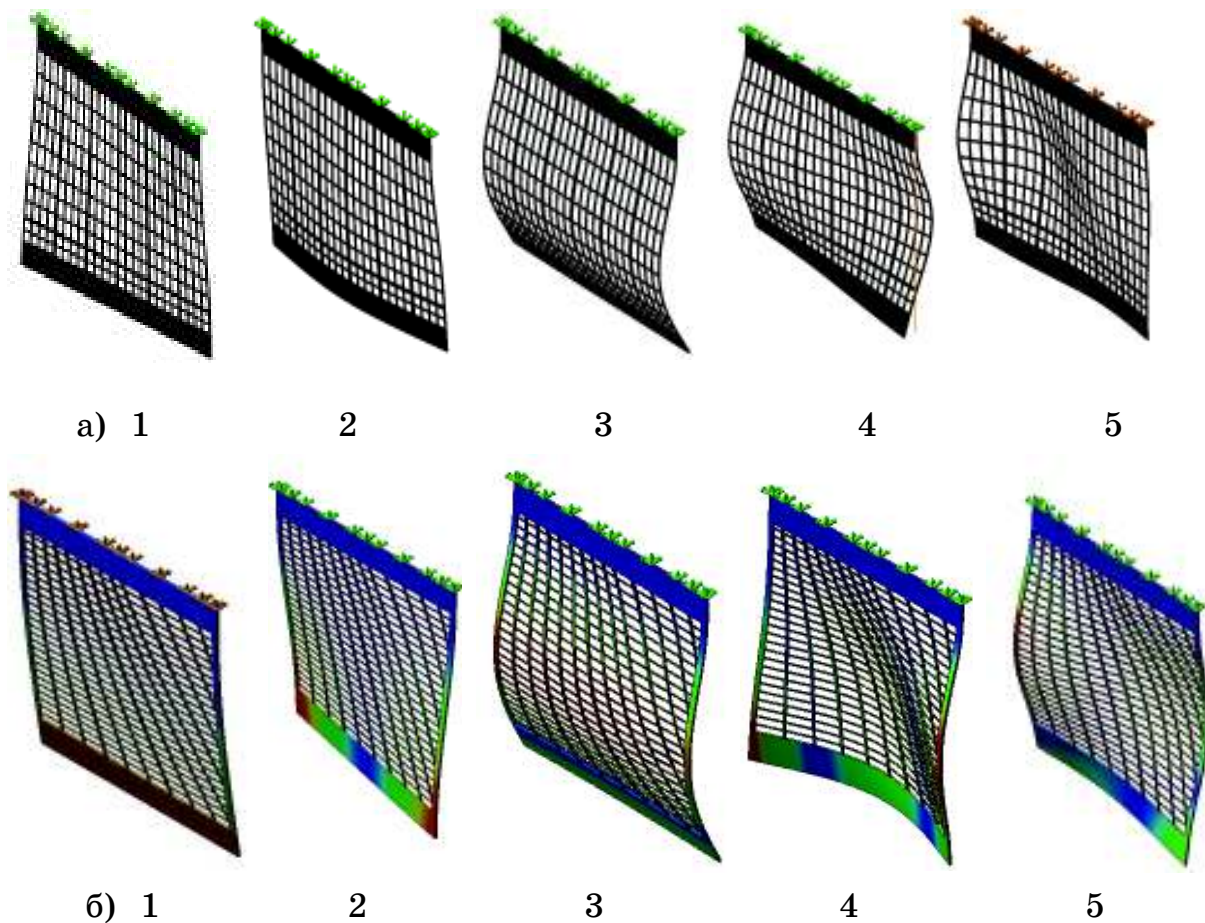
Расчеты были проведены с помощью программного комплекса типа Solid Works.

Основные результаты проведенных исследований первых пяти значений собственных частот и форм колебаний заключались в следующем.

Значение первых пяти собственных частот колебаний лежат в пределах: D1  $13,43 \text{ Гц} \leq f \leq 108,63 \text{ Гц}$ , : Wt  $0,6 \text{ Гц} \leq f \leq 8 \text{ Гц}$ , P1  $0,72 \text{ Гц} \leq f \leq 7,1 \text{ Гц}$ .

Анализ приведенных данных показал, что диапазон первых пяти значений собственных частот колебаний для токоотводов Wt и P1 практически совпадают, несмотря на существенное отличие в их конструкциях и массах. Значение собственных частот колебаний токоотвода D1 на порядок выше значений собственных частот токоотводов Wt и P1. Собственные формы колебаний соответствующие собственным значениям, представлены на рисунке 2.

Кроме совпадения значений собственных частот колебаний токоотводов Wt и P1 можно отметить и совпадение форм колебаний. Наименьшему значению собственной частоты колебаний  $f = 0,6-0,7$ Гц соответствовала форма колебаний, когда оба крайние концы нижнего ребра перемещались в одном направлении. Такой вид колебаний был охарактеризован как первая форма изгибных колебаний. Колебания происходили за счет изгиба вертикальных ребер. Направление перемещений – из плоскости решетки. Нижнее ребро не испытывало деформации изгиба, а перемещались как жесткое целое.



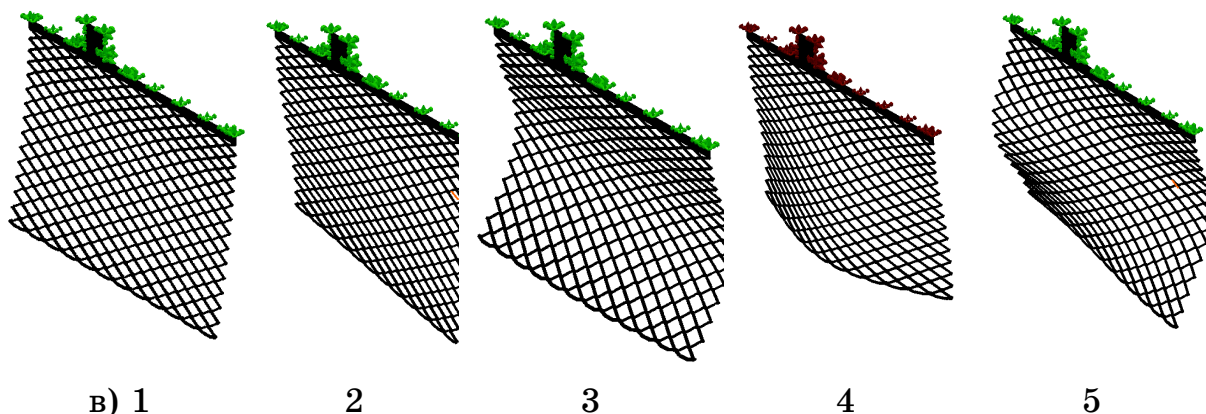


Рисунок 2 - Первые пять форм колебаний пластины D1 (а), Wt (б), P1 (в)

Значения собственной частоты для Wt  $f_2 = 1,73$  Гц, а для P1  $f_2 = 1,99$  Гц соответствовали форме колебаний, когда крайние концы нижнего ребра перемещались в противоположных направлениях. Эту форму колебаний была охарактеризована как первая форма крутильных колебаний. Нижнее ребро как жесткое целое поворачивалось относительно вертикальной оси, проходящей через середину решетки.

Значения собственных частот для Wt  $f_3 = 4,65$  Гц и для P1  $f_3 = 4,3$  Гц соответствуют второй форме изгибных колебаний. Нижнее ребро как жесткое целое перемещается в одном направлении, а средняя часть решетки перемещалась в противоположном направлении.

Четвертое значение собственных частот колебаний для Wt  $f_4 = 7,2$  Гц, для P1  $f_4 = 6,1$  Гц отличалось от выше рассмотренных форм колебаний тем, что колебания происходили за счет деформации изгиба нижнего ребра. В предыдущих формах колебания происходили за счет изгиба вертикальных ребер.

Пятое значение собственной частоты для Wt  $f_5 = 8$  Гц, P1  $f_5 = 7$  Гц характеризовалось одновременным изгибом вертикальных и горизонтального нижнего ребер.

Для решетки токоотвода D1 наблюдались первая и вторая форма изгибных и крутильных колебаний аналогичным токоотводам Wt и P1.

Отличие в формах колебаний между D1 и Wt, P1 заключалось в следующем. Для всех пяти значений частот нижнее ребро в D1 не испытывает изгибных деформаций, а перемещалось как жесткое целое. Колебания осуществлялись за счет изгиба вертикальных ребер. Отличительная форма колебаний D1 от форм колебаний Wt, P1 на-

блюдались при пятом значении собственной частоты  $f_5 = 108,6\text{Гц}$ . Колебания нижнего ребра происходили в тангенциальной плоскости решетки в горизонтальном направлении. Такие колебания вызывали изгиб вертикальных ребер.

Найденные значения собственных частот колебаний будут сравниваться с вынужденными частотами колебаний. Приведенные формы колебаний могут помочь выбрать ту или иную конструкции токоотвода, которая наиболее приемлемая для определенных условий эксплуатации токоотвода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1.Дорош И.А., Китова О.В. Геометрическое моделирование токоотводов стартерных аккумуляторных батарей / И.А. Дорош, О.В. Китова /Труды Таврийского государственного агротехнологического университета. Прикладная геометрия и инженерная графика. – 2010. - №47. – с.118-121.