

УДК 681.786

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ СЕНСОРУ РАДІАЛЬНОГО
БИТТЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛА
ГІДРОАГРЕГАТУ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**

**А.С.Левицький, докт.техн.наук,
В.О.Березниченко, аспірант,
Інститут електродинаміки НАН України,
проспект Перемоги, 56, 03057, Київ, Україна**

В доповіді розглядається вирішення задачі створення моделі ємнісного сенсора радіального биття циліндричних поверхонь вала гідроагрегату. Модель призначена для вивчення картини електричного поля сенсора.

Ключові слова: *гідроагрегат, вал, радіальне биття, ємнісний сенсор, модель.*

**ANALYSIS OF CAPACITIVE SHAFT RUN-OUT SENSOR
MODELS FOR POWERFUL HYDROGENERATORS USING
COMPUTER MODELING**

**A.S. Levytskyi, V.O. Bereznychenko,
The Institute of Electrodynamics of the NAS of Ukraine
56 Peremohy Ave., 03680, Kyiv, Ukraine**

In the report the deals with the solution of the problem of creating a model of a capacitive sensor of radial beating of

cylindrical surfaces the shaft of the hydraulic unit. The model is designed to study the picture of the electric field of the sensor.

Keywords: *hydraulic unit, shaft, radial run-out, capacitive sensor, model.*

До складу вертикального гідроагрегату зазвичай входить гідрогенератор і водяна турбіна, які з'єднуються між собою валом [1]. Відхилення параметрів радіальної вібрації циліндричних поверхонь валу гідроагрегату від заданих норм є дефектом, який потрібно контролювати [2–4]. При цьому необхідно контролювати як відносну, так абсолютну радіальну вібрацію [5].

Зазвичай таке вимірювання здійснюється з використанням безконтактних сенсорів. В роботі [6] наведено порівняння основних характеристики сучасних сенсорів і показано, що ємнісні сенсори мають переваги завдяки тому, що на їхні метрологічні характеристики не впливають хімічний склад, намагніченість та температура поверхні валу.

Застосовують ємнісні сенсори з різною системою електродів і для оптимального вибору їхніх розмірів для уникнення або зменшення впливу крайових ефектів на точність вимірювання необхідно мати картину електричного поля, створюваного потенціалами на електродах.

Тому ціллю даної роботи є створення моделі ємнісного сенсора биття з двома концентричними електродами та встановлення картини електричного поля між електродами сенсора та заземленою поверхнею вала.

Ціль роботи досягається шляхом використання засобів комп'ютерного моделювання числових методів, які засновані на методі скінченних елементів в програмі COMSOL Multiphysics.

Моделювання ємнісного сенсору згідно програми виконувалось в декілька етапів:

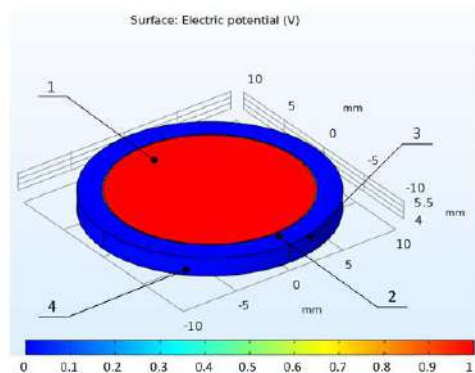
1) підготовка моделі (рис.1) включає завдання та вибір параметрів матеріалів для електродів, діелектричної підкладки та екрана;

2) визначення граничних умов включає завдання та вибір значення початкових потенціалів на електродах;

3) розрахунок загальної ємності сенсора за допомогою створеної скінченно-елементної моделі конструкції ємнісного сенсора повітряного зазору;

4) аналіз отриманих результатів.

Розроблену модель ємнісного сенсора показано на рис. 1, на якому: 1 – високопотенційний електрод; 2 – низькопотенційний охоронний електрод; 3 – діелектрична підкладка; 4 – екрануюча підкладка.



**Рис. 1 Модель ємнісного сенсора радіального биття
циліндричних поверхонь вала**

Використовуючи розроблену модель (рис.1), була отримана картина електричного поля ємнісного сенсора, яка наведена на рисунках 2-4.

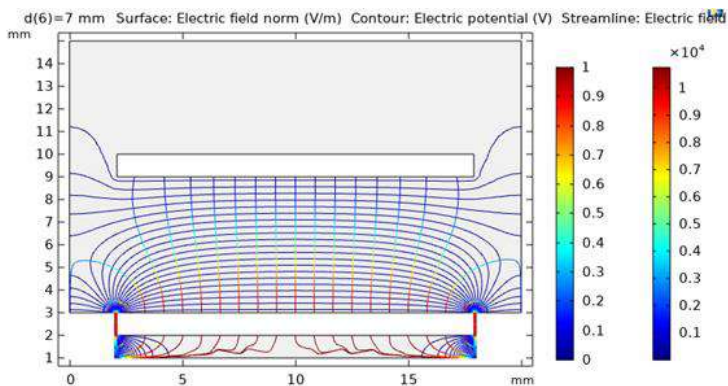


Рис. 2. Картина електричного поля моделі в середній області поперечного перерізу моделі при відстані 7 мм між поверхнею електродів сенсора і поверхнею вала.

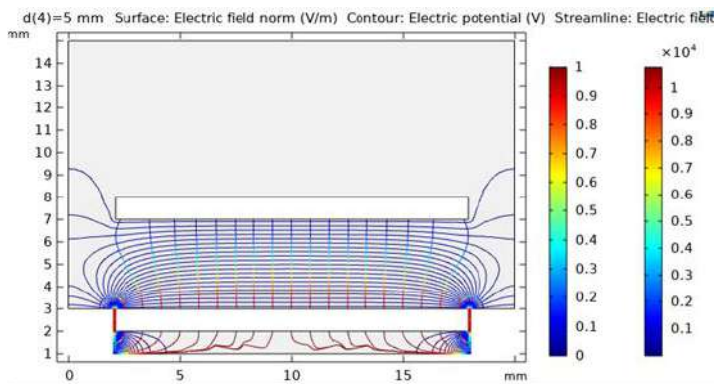


Рис. 3. Картина електричного поля моделі в середній області поперечного перерізу моделі при відстані 5 мм між поверхнею електродів сенсора і поверхнею вала

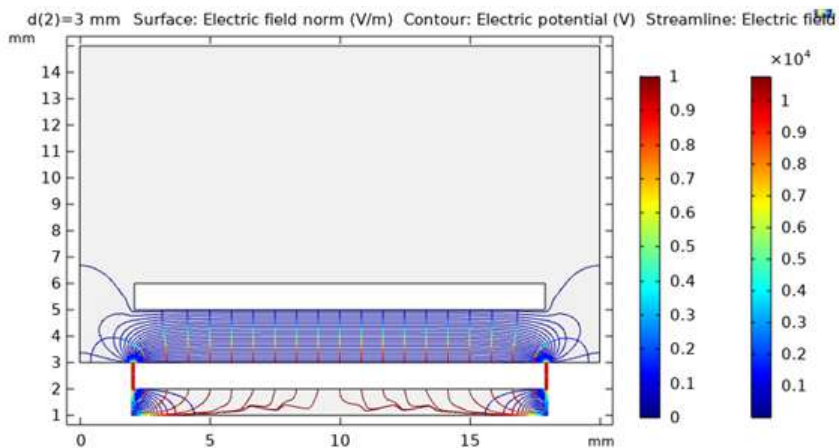


Рис. 4. Картина електричного поля моделі в середній області поперечного перерізу моделі при відстані 3 мм між поверхнею електродів сенсора і поверхнею вала.

Висновок: Розроблена скінченно-елементна модель ємнісного сенсора (з двома концентричними електродами) радіального биття циліндричних поверхонь вала, використання якої дозволило створити картину електричного поля між електродами сенсора та заземленою поверхнею вала.

Отримані результати свідчать, що при зменшенні відстані між поверхнею електродів і поверхнею валу вплив «крайових ефектів» на точність вимірювання зменшується.

Література:

1. Алексеев Б.А. Определение состояния (диагностика) крупных гидрогенераторов: монография. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, №2, 2002. 144 с.

2. ISO 20816-5:2018. *Mechanical vibration. Measurement and evaluation of machine vibration. Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pump-storage plants* ISO20_1, 2018. 60 p.

3. ISO 20816-1:2016. *Mechanical vibration. Measurement and evaluation of machine vibration . Part 1: General guidelines*, 2016. 46 p.

4. ISO 7919-5:2005. *Mechanical vibration. Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts . Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants*, 2005. 16 p.

5. Левицький А.С., Зайцев Є. О. Березниченко В. О. Відносна та абсолютна радіальна вібрація вала вертикального гідроагрегата. *Гідроенергетика України*. 2019. № 3-4. С. 68–72.

6. Левицький А.С., Зайцев Є. О., Березниченко В.О. Особливості вимірювання радіального биття циліндричних поверхонь вала гідроагрегату. *Гідроенергетика України*. 2019. № 1-2. С. 39–44.