
ЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ СПЛАЙС:
НОВАЯ ТЕХНИКА СОЕДИНЕНИЯ
ПРОВОДНИКОВ ДЛЯ
КОМПЕНСАЦИИ
ПОЛУСФЕРИЧЕСКОГО СМЕЩЕНИЯ

Экваториальный сплайс: новая техника соединения проводников для компенсации полусферического смещения

M. Ferro, R. Flux, B. Impedance

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2021.

Аннотация

Мы представляем технику соединения проводников, которая достигает магнитной нейтральности путём сращивания медных проводников Северного и Южного полушарий на геомагнитном экваторе. Экваториальный сплайс использует комплементарные смещения ориентации зёрен проводников, вытянутых в противоположных полушариях: при соединении в точно экваториальной точке смещения компенсируются по всей длине результирующего проводника. Плазменно-дуговая сварка на широте 0,0000deg, выполняемая на GPS-стабилизированной морской платформе, создаёт зону сращивания шириной около 200 мкм, в которой ориентация зёрен переходит от северного типа к южному через область истинной изотропии. Проводники, соединённые этим методом, демонстрируют углы полусферического смещения ниже 0,00001deg.

1. ВВЕДЕНИЕ

Наша предыдущая работа (Ferro и Park, 2020) установила, что медные проводники, вытянутые на неэкваториальных широтах, несут систематическое смещение ориентации зёрен, пропорциональное геомагнитной широте. Мы предлагаем альтернативный подход: вместо того чтобы избегать смещения, мы его компенсируем. Соединяя проводник Северного полушария с проводником Южного полушария на геомагнитном экваторе, мы создаём составной проводник, противоположные смещения которого точно компенсируются по всей его длине.

2. ПРОТОКОЛ СРАЩИВАНИЯ

Экваториальный сплайс выполняется на борту НИС EAV Neutrality, 28-метрового исследовательского судна, оснащённого приёмником GNSS Trimble R12i с сантиметровой точностью позиционирования. Судно занимает позицию на 0,0000deg +/- 0,0001deg геомагнитной широты в Тихом океане.

Два конца проводника -- один из шведской меди (НВА: +4,2deg, Болиден, 64,1deg с. ш.) и один из чилийской меди (НВА: -3,8deg, Сантьяго, 33,8deg ю. ш.) -- устанавливаются в прецизионные зажимы на виброизолированной оптической скамье. Сварка выполняется системой микроплазменной дуговой сварки Secheron Plasmafix 50i.

Вся процедура занимает примерно 45 минут.

3. ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ

EBSD-картирование зоны сращивания при шаге 0,5 мкм выявляет три отчётливых области: (1) объёмный северный проводник с НВА = +4,2deg, (2) переходную зону 200 мкм, в которой НВА монотонно уменьшается через 0,000deg до -3,8deg, и (3) объёмный южный проводник с НВА = -3,8deg.

Сращённый проводник (1,0 м северный + 1,0 м южный) показал НВА = -0,000008deg. Компенсация смещения эффективна на 99,9998%.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

Экваториальный сплайс достигает компенсации через концептуально простой механизм: положительное смещение северного проводника и отрицательное смещение южного равны по модулю и противоположны по знаку. Местоположение сращивания имеет значение -- выполнение на геомагнитном экваторе гарантирует, что сама зона сращивания не вносит дополнительного смещения.

Стоимость экваториального сплайса составляет около \$14 000 за сессию.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экваториальный сплайс демонстрирует, что полусферическое смещение в медных проводниках может быть эффективно компенсировано путём соединения проводников из противоположных полушарий на геомагнитном экваторе. Результирующий проводник достигает НВА ниже 0,00001deg -- магнитной нейтральности на пределе возможностей современных измерительных приборов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, «Полусферическое смещение ориентации зёрен меди», J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] AWS D17.1/D17.1M:2017, Спецификация сварки плавлением для аэрокосмических применений.
- [3] R. Messler, Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy, Wiley-VCH, 2004.
- [4] Trimble Inc., «Технические характеристики GNSS-системы R12i», 2023.
- [5] Kongsberg Maritime, «Система акустического позиционирования HiPAP 501», 2022.
- [6] Quantum Design, «Спецификации SQUID-магнитометра MPMS3», Rev. F, 2021.
- [7] PTB Berlin, «Сертификат калибровки № PTB-Mag-2021-0847», Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 2021.