

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2018.05 . 022>

УДК 621.3.01:537.212

ВПЛИВ ПІДВИЩЕННЯ ГУСТИНИ БЛИЗЬКО РОЗТАШОВАНИХ ВОДНИХ МІКРОВКЛЮЧЕНЬ НА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В НЕЛІНІЙНОМУ ТВЕРДОМУ ДІЕЛЕКТРИКУ

Журнал	Технічна електродинаміка
Видавець	Інститут електродинаміки Національної академії наук України
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Випуск	№ 5, 2018 (вересень/жовтень)
Сторінки	22 – 25

Автор

М.А. Щерба*, канд.техн.наук

Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,

e-mail: m.shcherba@gmail.com

* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0001-6616-4567>

Визначено деякі особливості електрофізичних процесів, що виникають у твердих діелектричних середовищах у сильних електричних полях в присутності води. На прикладі зшитого поліетиленової ізоляції надвисоковольтних кабелів розраховані підсилення елек-тричного поля, підвищення густини струмів і зростання поверхневих сил в її локальних областях при підвищенні густини близько розташованих водних мікрровключень. Використовуючи розроблену математичну модель на основі методу скінченних елементів, розраховано залежності зазначених величин від кількості і взаємних відстаней між включеннями. Продемонстровано, що дроблення мікрровключень

(тобто збільшення їхньої кількості при незмінному сумарному об'ємі води) збільшує напружений об'єм діелектрика, а також кількість областей підвищеної напруженості і пульсуючих сил. До збільшення збурень поля може призводити також зміна конфігурації сукупності близько розташованих включень, зокрема при зменшенні відстаней між ними. Дроблення мікрровключень є небезпечним для діелектрика, оскільки може призводити до їхнього подальшого об'єднання в єдину провідну структуру вздовж поля і призводити до незворотної деградації діелектрика. Бібл. 12, рис. 3.

Ключові слова: електричне поле, ЗПЕ ізоляція, надвисоковольтний кабель, водні мікрровключення, електричний струм, поверхневі сили, напружений об'єм.

Надійшла	02.03.2018
Остаточний варіант	15.03.2018
Підписано до друку	16.08.2018

УДК 621.3.01:537.212

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОТНОСТИ БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫХ ВОДНЫХ МИКРОВОКЛЮЧЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В НЕЛИНЕЙНОМ ТВЕРДОМ ДИЭЛЕКТРИКЕ

Журнал	Технічна електродинаміка
Издатель	Институт электродинамики Национальной академии наук Украины
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Выпуск	№ 5, 2018 (сентябрь/октябрь)
Страницы	22 – 25

Автор

М.А. Щерба*, канд.техн.наук
Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев, 03057, Украина,
e-mail: m.shcherba@gmail.com

Определены некоторые особенности электрофизических процессов, возникающих в твердых диэлектрических средах в сильных электрических полях в присутствии воды. На примере сшитой полиэтиленовой изоляции сверхвысоковольтных кабелей рассчитаны усиления электрического поля, повышения плотностей токов и рост поверхностных сил в ее локальных областях при повышении плотности близко расположенных водных микровключений. Используя разработанную математическую модель на основе метода конечных элементов, рассчитаны зависимости указанных величин от количества и взаимных расстояний между включениями. Продемонстрировано, что дробление микровключений (т.е. увеличение их количества при неизменном суммарном объеме воды) увеличивает напряженный объем диэлектрика, а также количество областей повышенной напряженности и пульсирующих сил. К увеличению возмущений поля может приводить также изменение конфигурации совокупности близко расположенных включений, в частности при уменьшении расстояний между ними. Дробление микровключений является опасным для диэлектрика, поскольку может приводить к их дальнейшему объединению в единую проводящую структуру вдоль поля и приводить к дальнейшей необратимой деградации диэлектрика. Библ. 12, рис. 3.

Ключевые слова: электрическое поле, СПЭ изоляция, сверхвысоковольтный кабель, водные микровключения, электрический ток, поверхностные силы, напряженный объем.

Поступила	02.03.2018
Окончательный вариант	15.03.2018
Подписано в печать	16.08.2018

Література

1. Shcherba A.A., Podoltsev A.D., Kucheriava I.M. Electromagnetic processes in 330 kV cable line with polyethylene insulation. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2013. No 1. Pp. 9–15. (Rus)
2. Wang W., Tao W., Ma Z., Liu J. The mechanism of water tree growth in XLPE cables based on the finite element method. *Proc. IEEE Intern. Conf. on High Voltage Engineering and Application* (ICHVE), Chengdu, China, 19-22 September 2016. Pp. 1–4.
3. Shcherba M.A. Multi-physical processes during electric field disturbance in solid dielectric near water micro-inclusions connected by conductive channels. *IEEE Intern. Conf. on Intelligent Energy and Power Systems* (IEPS), Kyiv, Ukraine. 2016. Pp. 1-5.
4. Kurihara T., Okamoto T., Hozumi N., Miyajima K., Uchida K. Evaluation of relationship between residual charge signal and AC breakdown strength of water-tree degraded XLPE cables removed from service using. *IEEE Trans. on Dielectrics and Electrical Insulation*. 2017. Vol. 24(1). Pp. 656–665.
5. Podoltsev A.D., Kucheriava I.N. Multiphysical modeling of electrical devices. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2015. No 2. Pp. 3–15. (Rus)
6. Burkes K.W., Makram E.B., Hadidi R. Water Tree Detection in Underground Cables Using Time Domain Reflectometry. *IEEE Power and Energy Technology Systems Journal*. 2015. Vol. 2(2). Pp. 53–62.
7. Shcherba M.A., Zolotarev V.M., Belyanin R.V. The comparison of electric field perturbations by water inclusions in linear and nonlinear XLPE insulation. *IEEE Intern. Conf. on Computational Problems of Electrical Engineering* (CPEE), Lviv, Ukraine. 2015. Pp. 188-191.
8. Tokoro T., Nagao M. and Kosaki M. High Field Dielectric Properties and ac Dissipation Current Waveforms of Polyethylene Film. *IEEE Trans. on Electrical Insulation*. 1992. Vol. 27. No 3. Pp. 482–487.
9. Boggs S.A. Semi-empirical high-field conduction model for polyethylene and implications thereof. *IEEE Trans. on Dielectrics and Electrical Insulation*. 1995. Vol 2.1. Pp. 97–106.
10. Landau L.D., Livshitz E.M. Electrodynamics of continuous media. Moskva: Fizmatlit, 2003. 560 p. (Rus)
11. Shcherba M.A. Force interaction between close placed conducting micro-inclusions in dielectric medium in external electric field. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2012. No 3. Pp. 11–12. (Rus)
12. Comsol Inc. Burlington, MA. URL: <https://www.comsol.com> (Accessed at 15.12. 2017).

[PDF](#)