

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВЪГЛЕРОДЕН НАНО-КОМПОЗИТ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕЛЕКТРОХИМИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА LiMnO_2

Крум Банов^{1,*}, И. Попов¹, Д. Иванова², Б. Банов¹

¹ Институт по Електрохимия и Енергийни Системи, ИЕЕС-БАН, 1113 София, ул. „Акад. Г. Бончев“ бл.10

² Химикотехнологичен и Металургичен Университет, ХТМУ, 1756 София бул. „Кл. Охридски“ N:8

Въведение.

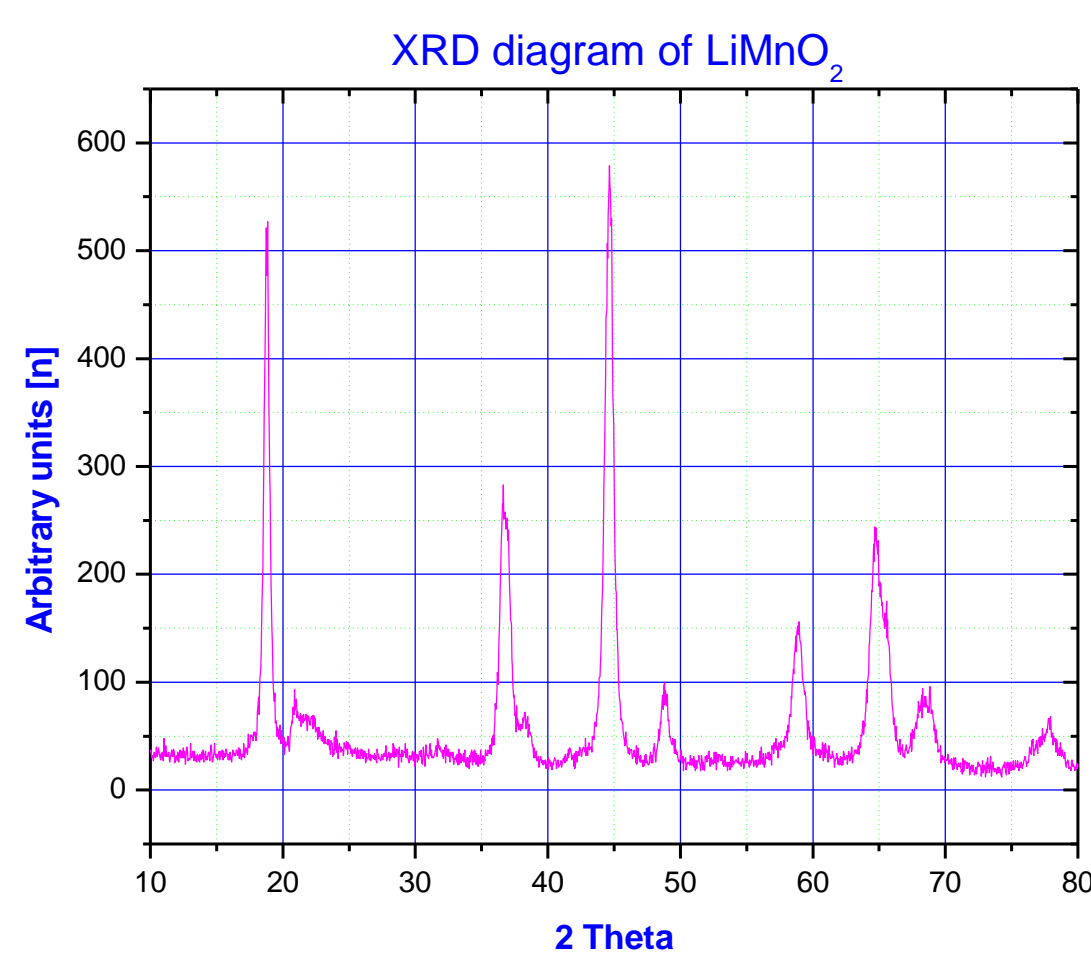
Литиево йонните батерии (ЛИБ) са на пазара повече от 20 години, но те все още са обект на интензивни изследвания. Много групи по света водят интензивни изследвания с цел намаляване цената на активните електродни материали (АЕМ). Все повече изследователи обръщат внимание на АЕМ от типа на литиево железен фосфат LiFePO_4 , както и на катодните материали на база манган, като LiMn_2O_4 , LiMnO_2 или Li_2MnO_3 . Новите регламенти на ЕС за кръгова икономика налага нови правила, които принуждават изследователите да обрънат внимание към „зелени и екологични материали“, които да бъдат използвани в новите високо ефективни но и лесни за рециклиране системи за енергия.

Цел на настоящото изследване е да се намери приемлив компромис, който да подобрява електрохимичното поведение на използвания АЕМ и да позволява работа при високи скорости на заряд и разряд. Използването на евтин смесен въглероден композит ВК, неразделен и непречистен, нанокмозит, като допълнителна опроводяваща добавка, може да е разковничето. Като такъв е избрана смес от въглеродни нанотръбички, графен и фулерен (ВНТГФ) (CNT/graphene/fullerene - CNT/G/F), а за стандартен тестови катоден материал е използван LiMnO_2 , синтезиран преди това от колектива и предлаган на световни пазар, като стандартен електроден материал, чрез Японския филиал на **IBA (International Battery Association)**.

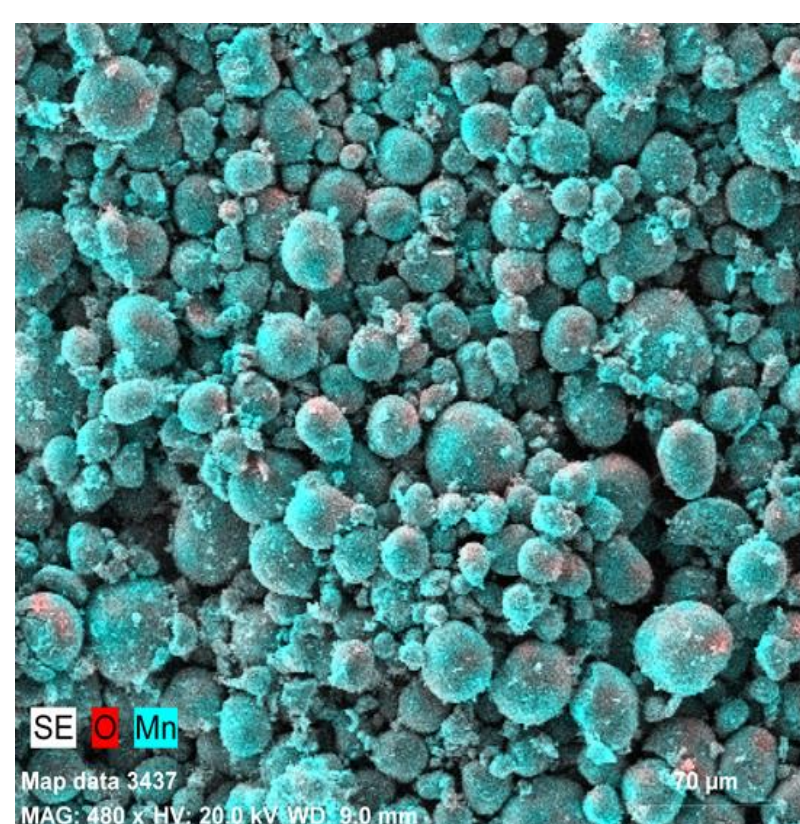
Използването на иновативен подход при разработването на тестовите електроди и включването на допълнителен компонент (ВНТГФ) в количество от 10% от това на електрода е позволило на колектива да реализира в голяма степен електрохимични характеристики на синтезираните АЕМ при високи скорости на заряд разряд. Във всички експерименти отношението на токовете на заряд / разряд е 1:2. За определяне на специфичните електрохимични характеристики на композитния електрод КЕ, са използвани различни комплексни електрохимични техники, като EIS, CV, CC/CV тестване. Използването на LiMnO_2 в ниско волтовата област от 4.0V до 2.2V, е позволило на колектива да постигнал използваемост от 48% на АЕМ спрямо теоретичния капацитет от 285 mAh g⁻¹, което съответства на 135 mAh g⁻¹ при токово наговарване от 0.5C. При по-ниска токова плътност от 0.25C отдавания капацитет надхвърля 168 mAh g⁻¹, което е определено постижение, тъй като в литературата, капацитет от 155 mAh g⁻¹, се цитира, като постижение при токово наговарване от 0.1C. Материалът е изпитан и при токово наговарване от 5C, като тогава капацитетът спада почти два пъти до 68 mAh g⁻¹, но продължава да се циклира успешно и устойчиво, без допълнителна загуба на капацитет в продължение на повече от 25 цикъла.

Заклучение.

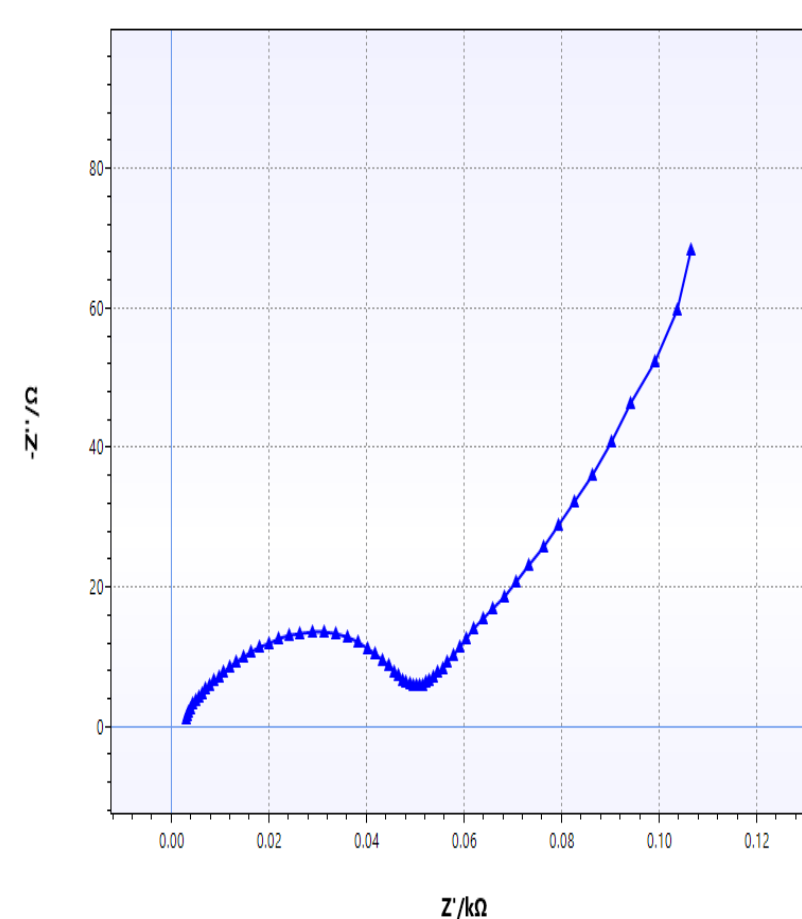
Разработеният иновативен подход за използване на **въглероден композит ВК** (смес от въглеродни нанотръбички, графен и фулерен (ВНТГФ) (CNT/graphene/fullerene - CNT/G/F), показва, че предлаганата технология е успешна и индустриално приложима и съответства на **TRL5-6**. За постигане на индустриална приложимост на проведените изследвания, технологията трябва да се оптимизира и настоя към съществуващото индустриално оборудване производство и параметри.



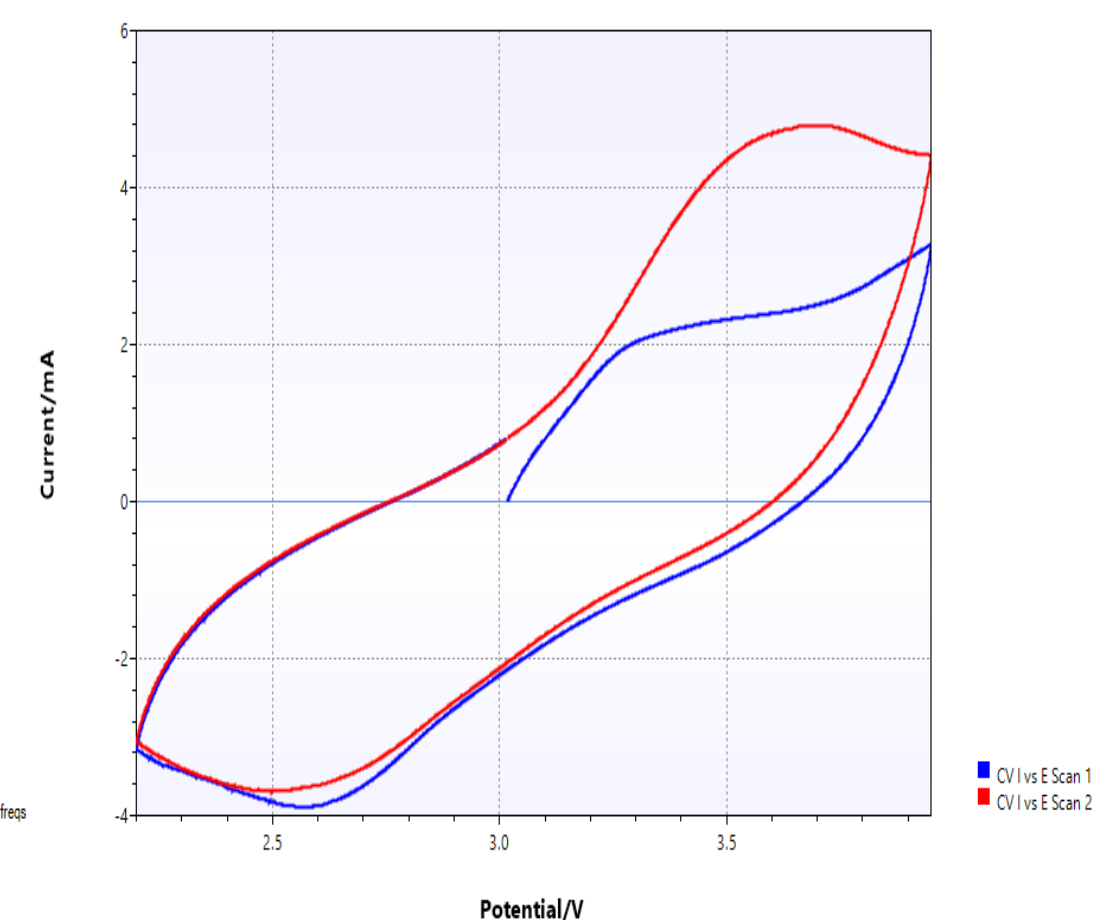
XRD на синтезирания и тестван LiMnO_2



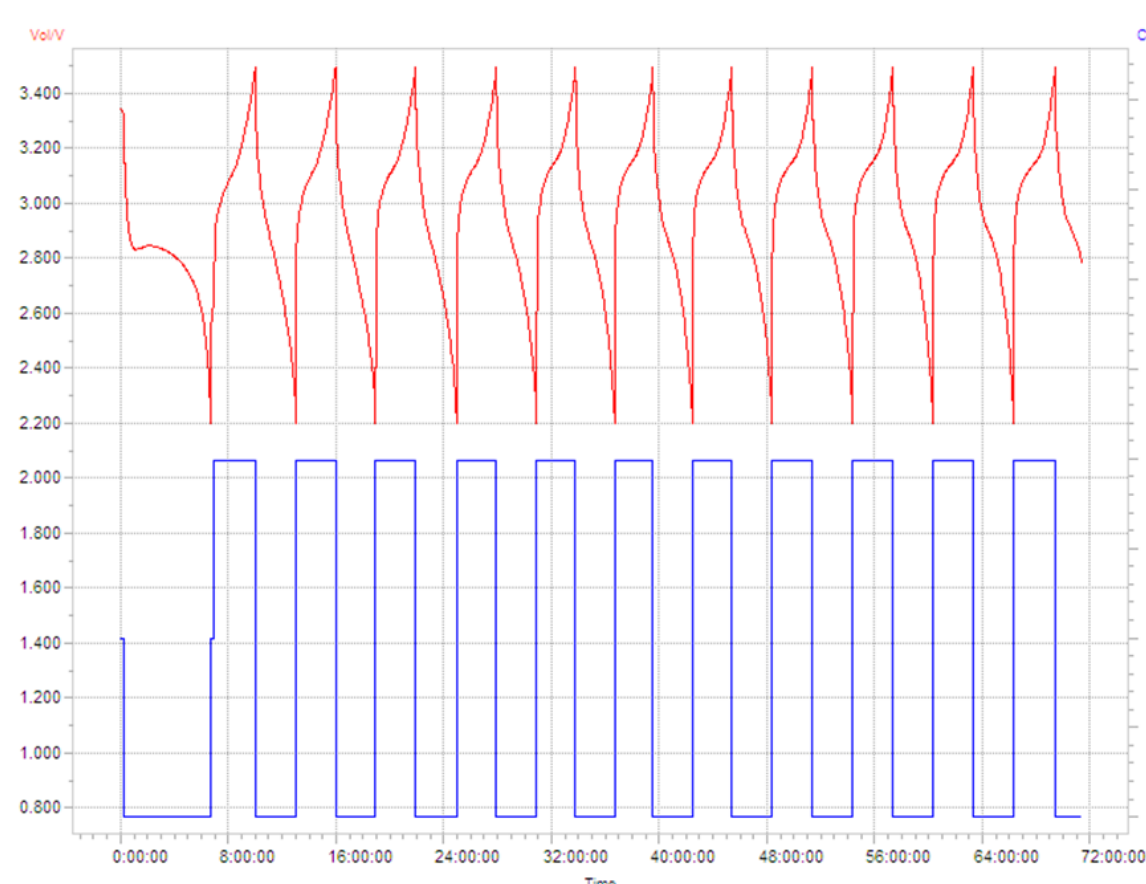
EDX & SEM анализ на LiMnO_2



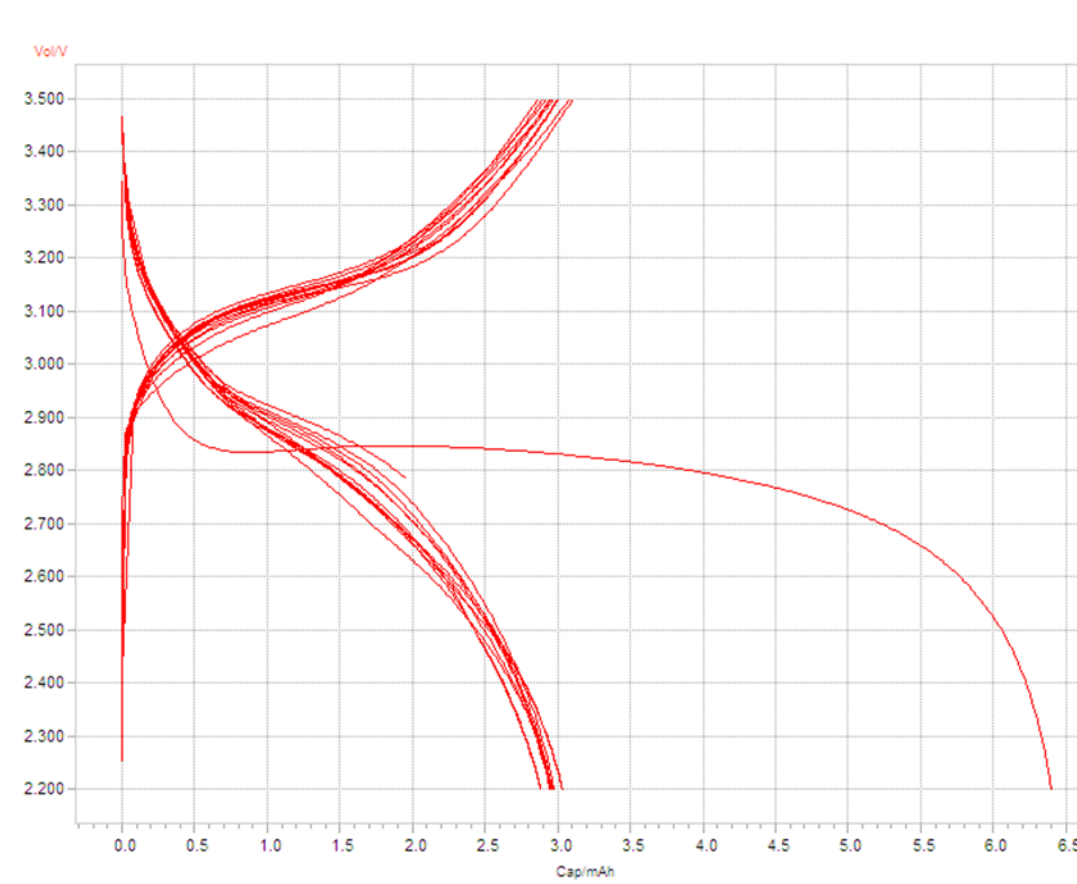
EIS графика на композитен електрод КЕ на LiMnO_2 с добавка на 10% ВК. Клетката показва мин. вътрешно съпротивление



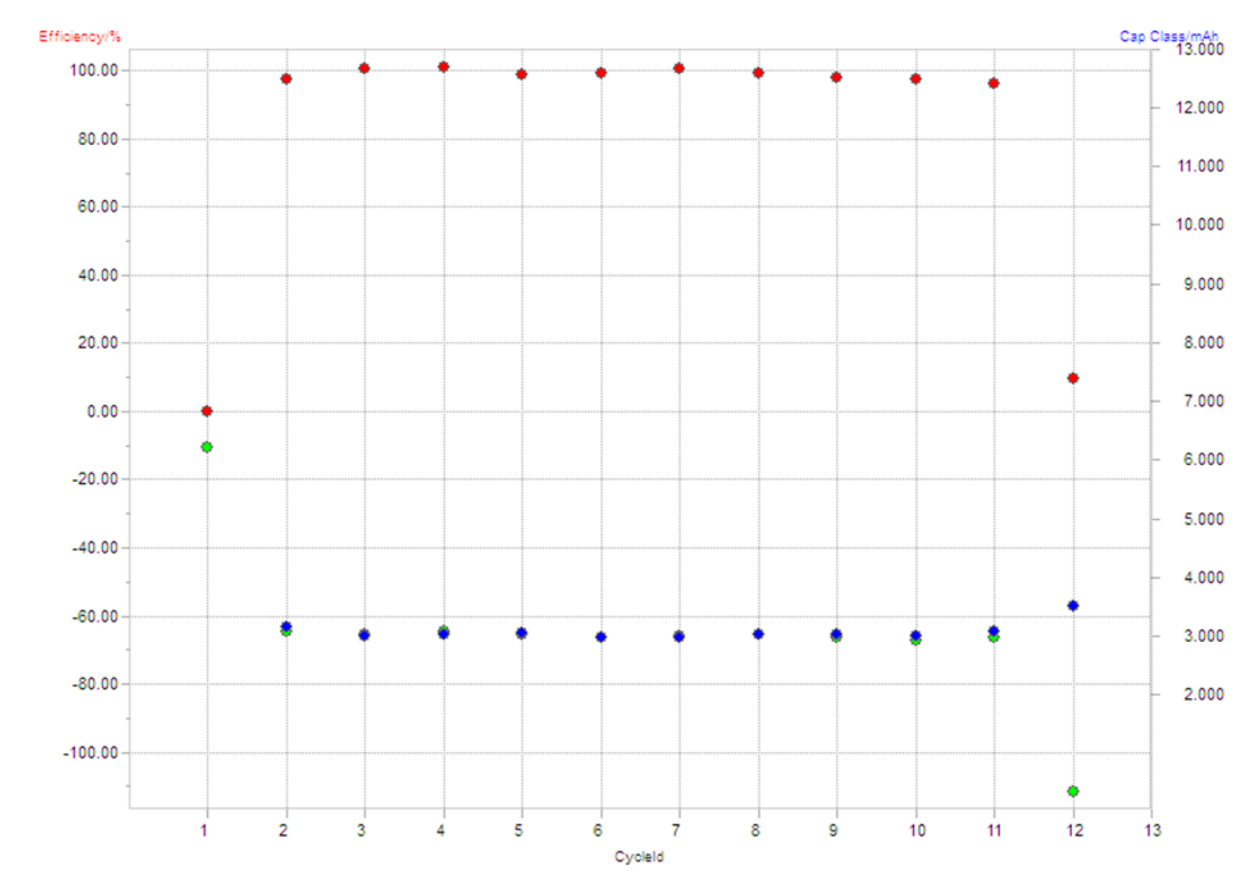
CV разгъвка на композитен електрод КЕ на LiMnO_2 с добавка на 10% ВК. Вижда се как електродът се разработва на следващия цикъл



Графика на заряди разрядните криви на циклиране на КЕ З/Рс LiMnO_2 . Ясно се виждат условията на циклиране



Графика на зарядно разрядните криви. Вижда се, че КЕ се разработва (последната разрядна крива е най-висока)



На графиката е показана ефективността и отдавания обратим капацитет на LiMnO_2

БЛАГОДАРНОСТИ: Проведените изследвания са частично подкрепени финансово от Българското министерство на Образованието и Науката по национална програма „Е Плюс“ – „Ниско въглеродна енергетика за транспорта и дома“, проект D01-214/2018, „Националната пътна карта“, (2017-2023), за изграждане на споделена изследователска инфраструктура, изследователска програма „Съхранение на Енергия и Водород“, НИСЕВЕ, D01-160/28.08.18 и изследванията проведени по НОИР „Център по Компетентност- ХИТМОБИЛ“, „Технологии и системи за генериране, съхранение и потребление на чиста енергия“, BG05M20P001-1.002-0014-C01. [За кореспонд. E-mail: k.banov@iees.bas.bg](mailto:k.banov@iees.bas.bg)

ИЗВОДИ

1. АЕМ на базата на манганови оксиди са перспективни ЕМ за ново поколение ЛИБ, отговарящи на новите Европейски изисквания за ефективност и екология.
2. Използването на **композитни електроди КЕ** позволява реализирането на перспективни ЕМ за ЛИБ от ново поколение отговарящи на новите Европейски стандарти.
3. Използването на **композитни електроди КЕ** позволява решаването на много технологични предизвикателства пред съвременните ЛИБ и подобрява използваемостта и ефективността на АЕМ