

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

III науково-практичної інтернет-конференції



**РОЗВИТОК
ПРИРОДНИЧИХ НАУК
ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ
ДОСЯГНЕНЬ У
МЕДИЦИНІ**

*м. Чернівці
21 червня 2023 року*

УДК 621.317.72:615.47

Пащенко В. В., Єгоренков А. І., Сазонов Е. А., Сорокопуд К. Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СЕЧОВОГО АКУМУЛЯТОРА У ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ МЕДИЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

ekaterinasorokopud996@gmail.com

Анотація

Темою цієї роботи є представлення сечі, як можливого джерела енергії для живлення медичних пристроїв, що забезпечують підтримку життєдіяльності людини, зокрема інсулінової помпи, імплантатів тощо.

Метою цієї роботи є створення моделі сечового акумулятора та демонстрація його потенціалу, як джерела живлення, виявлення актуальності його використання в умовах дефіциту електроенергії, доведення доцільності використання сечового акумулятора шляхом демонстрації його роботи та аплікацій для цього.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, сеча, електроліз, сечовий акумулятор.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Сучасні тенденції використання альтернативних джерел енергії, пов'язаних з життєдіяльністю людини

Із розвитком суспільства та через нестачу енергоносіїв стає зрозумілим, що майбутнє людства базується на впровадженні електрогенерації з допомогою відновлюваних або необмежених ресурсів, зокрема пов'язаних із життєдіяльністю людини [1]. Замість винайдення нових способів отримання енергії можна спробувати зменшити зайві витрати енергії людством її повторним перетворенням, наприклад, використавши енергію тепла людини [2,3], енергію внаслідок кремації, спалювання екскрементів [4], сміття тощо [3].

Одним із напрямів сучасних досліджень у галузі відновлюваної енергетики є використання сечі, як продукту життєдіяльності людини, у якості джерела енергії.

Можна виділити основні переваги людської сечі як джерела енергії:

- відновлюване джерело енергії;
- легкодоступне джерело енергії;
- нейтральне до навколишнього середовища (органічний продукт).

Разом з цим неможливо не зазначити досить суттєві проблеми:

- низька ефективність;
- проблема збору і транспортування.

Сеча як електроліт. Отримання електричної енергії з сечі за допомогою сечового акумулятора

Сечова кислота — це гетероциклічна сполука вуглецю, азоту, кисню та водню з формулою $C_5H_4N_4O_3$. Вона утворює іони та солі, відомі як урати та кислотні урати, такі як кислотний урат амонію [5].

Калій є переважаючим внутрішньоклітинним катіоном. У нормі його кількість у клітинах значно перевершує його кількість у плазмі крові, що зумовлено необхідністю проведення нервового імпульсу в нервових клітинах, скорочення скелетної мускулатури, міокарда і гладком'язових клітин. Крім того, калій бере участь у регуляції рН плазми. В основному, він виводиться з організму нирками, а його вміст у сечі безпосередньо залежить від концентрації в плазмі. На противагу калію, натрій — це основний катіон позаклітинного середовища. Він є осмотично активною речовиною, що забезпечує розподіл води в організмі. У нормі він, в основному, виводиться нирками.

Хлор є основним аніоном позаклітинного середовища. Хлор певним чином слідує за катіоном натрію, тому, як правило, підвищення концентрації натрію в сечі супроводжується підвищенням концентрації хлору в сечі, і навпаки. Крім того, хлор заповнює витрати іона бікарбонату, що виникають при метаболічному ацидозі. Таким чином, основна роль хлору полягає в забезпеченні електролітного і кислотно-лужного балансу.

Наведена кількість важливих для експерименту іонів та їх солей: Натрій: 40-220 ммоль/л; Калій: 25-125 ммоль/л; Хлор: 120-170 ммоль/л [6].

Підвищення ефективності сечового акумулятора

Процес електролізу викликає окислення сечовини, яка містить чотири атоми водню в кожній своїй молекулі. Через те, що водневі атоми в молекулі сечовини мають не такі міцні зв'язки, як, наприклад, в молекулі води, необхідна невелика кількість енергії для їх розриву, що забезпечує більш низьку вартість кінцевого продукту [7].

Відомо, що якщо розділити чисту воду і солону воду напівпроникною мембраною, то виникне слабкий струм за рахунок руху іонів з ємності з солоною водою в ємність з чистою водою. Відомо також, що деякі бактерії теж здатні генерувати слабкий струм, окислюючи органічні матеріали і позбавляючись від електронів. Американські біохіміки запропонували об'єднати обидва способи в одному — сконструювати ланцюжок з осмотичних мембран, а на останньому аноді задіяти бактерії. Виявилося, що якщо забезпечити бактерії достатньою

кількістю органічного матеріалу (вчені використовували ацетат), то цієї «електроустановки» цілком достатньо, щоб звільнити атоми водню з молекул води.

Вчені провели досліди і переконалися, що водень виробляється безперервним потоком до тих пір, поки не закінчується запас ацетату. Далі водень чекає та сама доля, як і в попередньому пристрої [8].

Вирішення питання транспортування сечі

Група співробітників Університету Західної Англії розробила так звану сечову шкарпетку. Їх розробка – оригінальна енергетична установка, яка виробляє електрику з речовин, що містяться в сечі.

Сечові шкарпетки містять ряд м'яких силіконових трубок, що вистилають п'яти, які ведуть до маленьких мікробних паливних елементів, розташованих біля щиколотки. При ходьбі сеча механічно прокачується з камери об'ємом 640 мл крізь силіконові труби в паливні елементи, де колонії бактерій перетворюють рідкі поживні речовини в електричний заряд.

Шкарпетки поки не готові до виробництва, оскільки розробникам не вдалося вирішити невелику, але важливу проблему — як, власне, збирати сечу. Але як тільки це питання буде розв'язано, шкарпетки зможуть знайти застосування в різних галузях — від військових операцій до медичних процедур [9], [10].

Експеримент

Будова запропонованої моделі сечового акумулятора

Для проведення експерименту нами створено модель сечового акумулятора (рис. 1), що складається з баночки для сечі, у кришці якої знаходяться дві перфорації. Через одну з них у баночку проходить мідний дріт (катод), а через іншу — цинкова пластина (анод). Ззовні до катода й анода кріпиться окремо по тонкій сталевій пластинці. Для вимірювання напруги на електродах використовується мультиметр.

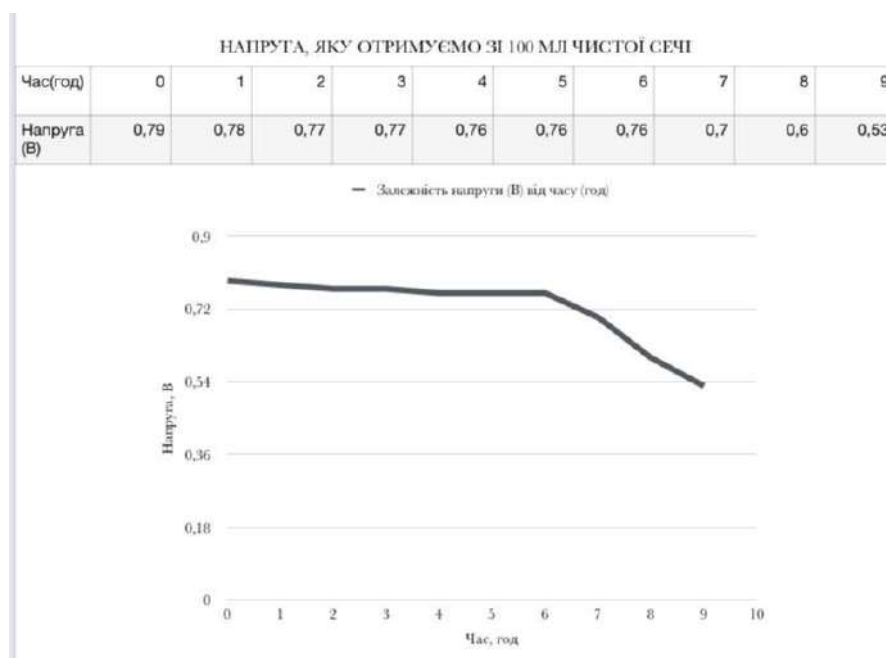


рис. 1

Напруга, отримана з сечі

Для отримання результатів дослідження було використано 100 мл свіжої сечі здорової людини. На початку експерименту мультиметр показав напругу 0,79 В. Свіжа сеча поводи́ла себе стабільно впродовж шести годин. За результатами декількох експериментів було виявлено, що покази напруги зменшувались від 0,79 В до 0,53 В впродовж 9 годин спостережень (табл.1)

Таблиця 1



Запалення світлодіоду сечовим акумулятором

Для запалення світлодіоду було внесено корективи в конструкцію акумулятора. Було використано 6 однакових попередньо описаних пристроїв. Три акумулятори з'єднали послідовно, далі дві такі конструкції з'єднали паралельно в єдину батарею. Світлодіод потребував напругу у 1,5 В (рис.2)



рис.2

Потенціал сечового акумулятора у живленні медичних пристроїв

Інсулінова помпа - це спеціальний медичний девайс, що слугує для введення в організм хворого інсуліну на постійний періодичній автономній основі. Пацієнт має лише час від часу перезаряджувати пристрій інсуліном та ще рідше замінювати батарейки. Однією з проблем інсулінової помпи є випадки кетоацидозу. Це стається внаслідок несподіваної проблеми з акумулятором, через що пацієнт не отримує інсулін короткої дії впродовж годин. Щоб не ставити хворого у небезпечне становище, ми пропонуємо використовувати сечовий акумулятор, як джерело енергії для помп. В інструкції до інсулінової помпи «Акку-Чек Спіріт Комбо» зазначається: «Для роботи насоса потрібна одна лужна (LR6) або літєва (FR6) батарея AA 1,5 В ємністю не менше 2500 мАг» [11]. На наше переконання сечовий акумулятор може видавати такий вольтаж, а питання ємності відпадає - людина є продуцентом більше ніж 1,5 л сечі за добу, чого достатньо для роботи акумулятора на напрузі 1,5 В.

Висновок

Використання сечового акумулятора у якості джерела енергії не є теоретичною ідеєю, адже має реальні прототипи. У майбутньому характеристики подібного пристрою можуть дозволити не лише використовувати його для інсулінових помп, а й для інших імплантів та навіть позамедичних аплікацій. У проведеному експерименті визначено, що у чистій сечі напруга незначно зменшується. Використання сечі в якості альтернативного джерела енергії привертає увагу науковців різних країн світу і, на нашу думку, є особливо актуальним в умовах війни в Україні, а отже може стати предметом стартапів у галузі вивчення медико-біологічних систем студентами-науковцями медичних, біофізичних спеціальностей тощо.

Список використаних джерел

1. Альтернативна енергетика: <https://itc.ua/articles/alternativnaya-energetika-solntse-vozduh-i-voda/> [1]
2. Використання тепла людини для обігрівання приміщень: <https://bigthink.com/the-future/human-energy-to-heat-buildings/> [2] <https://www.bbc.com/news/business-12137680> [3]
3. Джерела енергії, пов'язані з життєдіяльністю людини: <https://www.bbc.com/russian/features-41723806> [4]
4. https://www.researchgate.net/publication/282317605_Generation_of_Electricity_Using_Cow_Urine [5]
5. Сеча як електроліт (хімічний склад): <https://online.zakon.kz/m/amp/document/30603511> [6]
6. Сеча як джерело водню: <http://energycraft.org/realizaciya/moa-kak-istonik-vodorodnogo-topliva.html>
<https://habr.com/ru/post/157801/> [7]
7. Мікробний сечовий генератор: <https://habr.com/ru/amp/post/129255/> [8]
8. Шкарпетки для збору сечі: <https://22century.ru/allsorts/20311> [9]
9. Переносне джерело енергії з сечі: <https://habr.com/ru/post/387877/> [10]
10. <https://roche.copiny.com/m/?session=167052932259731945#!/question/721933> [11]
- 11.