



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**76-ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ,  
ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ,  
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

**ТОМ 1**

**14 травня – 23 травня 2024 р.**

3. Collins I. *Phase-Locked Loop (PLL) Fundamentals [Електронний ресурс]* / Ian Collins // *Analog Dialogue* – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.analog.com/media/en/analog-dialogue/volume-52/number-3/phase-locked-loop-pll-fundamentals.pdf>

4. Bakic D., Wu J. *Pll For Mmwave 5g* / Daniel Bakic, Jinzhuo Wu // *Lund University Lund University Publications*. – Department Of Electrical And Information Technology Lund University – 2020. – P. 5-10.

5. Zhibin Luo Jicheng Dingand Lin Zhao *Adaptive Gain Control Method of a Phase-Locked Loopfor GNSS Carrier Signal Tracking [Електронний ресурс]* / Zhibin Luo Jicheng Dingand Lin Zhao // *Hindawi*. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.hindawi.com/journals/ijap/2018/6841285/>

## УДК 661.9

О.Г. Дрючко, к. х. н., доцент,  
О.В. Шефер, д. т. н., професор,  
Р.В. Захарченко, к. т. н., доцент,  
В.В. Панич, студент гр. 501 ТТ,  
С.С. Удовик, студент гр. 501 ТТ,  
Є.О. Ошкодьоров, студент 201 ТТ  
Національний університет

«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## БАЗОВІ ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ В РЕМ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ВИСОКОЧИСТОГО ВОДНЮ

Водень є ключовим елементом на шляху до безвуглерожування енергетичних секторів–електроенергетики, промисловості, транспорту, будівель. З одного боку, водень служить вторинним енергоносієм і накопичувачем, з іншого боку, він використовується як сировина для заміни викопних вуглеводнів. Очікувані великі кількості водню вимагають великомасштабного його зберігання. Вони також служать для узгодження коливань вироблення вітрової та сонячної енергії з фактичним попитом і як буфер для безперебійного постачання безперервних промислових процесів.

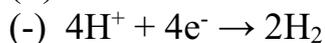
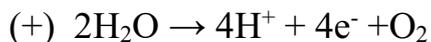
Відомо, що 8 липня 2020 р. ЄС ухвалив стратегію розвитку водневої енергетики до 2050 г. З метою зменшення викидів вуглекислого газу, у програмі пріоритет віддається виробленню водню методом електролізу води за допомогою електроенергії, отриманої з відновлюваних джерел енергії – сонячної та вітряної енергії. За перші 5 років, з 2020 по 2024 роки. заплановано ввести в дію електролізери для одержання водню загальною потужністю 6 ГВт для одержання 1 мільйона тонн водню щорічно. Технології одержання водню існують, але вони дуже затратні. ЄС сподівається інвестувати в інфраструктуру та за рахунок держпідтримки здешевити та зробити рентабельним випуск водневих паливних елементів та виробництво водню з відновлюваних джерел.

Порівняно з іншими методами одержання водню, електроліз води відрізняється цілою низкою переваг. По-перше, у хід йде доступна сировина – демінералізована вода та електроенергія. По-друге, під час виробництва відсутні забруднюючі викиди. По-третє, процес повністю автоматизований. Зрештою, на виході виходить досить чистий (99,99%) продукт.

Нині у водневій енергетиці запроваджуються інноваційні безлужні водневі установки - генератори водню з протонообмінною мембраною (РЕМ). Це практично безальтернативне рішення.

Протонообмінна мембрана виготовлена з особливого високотехнологічного полімеру. Вона має особливу властивість - пропускає тільки протони і не пропускає воду і газу. Вона також служить електролітом в осередку, усуваючи потребу в небезпечних рідких електролітах гідроксиду. Електроліз води РЕМ просто розділяє чисту деіонізовану воду (H<sub>2</sub>O) на її складові частини, водень (H<sub>2</sub>) і кисень (O<sub>2</sub>), по обидва боки цієї мембрани. Коли на електролізер подається постійна напруга, вода, що подається на анод (кисневий електрод), окислюється до кисню та протонів та вивільняються електрони.

Протони (іони H<sup>+</sup>) проходять через РЕМ до катода (водневого електрода), де зустрічаються з електронами з іншого боку ланцюга, і відновлюються до газоподібного водню. В осередку відбуваються дві реакції:



Унікальною особливістю водневих генераторів є підтримка різниці тиску водню та кисню. Кисень, що утворюється на аноді, перебуває під атмосферним тиском. На боці катода, де утворюється водень, створюється тиск до 30 бар. Важливо, що такий тиск досягається без використання насоса або компресора. Кисень при цьому аж ніяк не може потрапити у продукційний водень. Це гарантує найвищу чистоту водню та підвищує безпеку всього процесу. Крім того, не потрібний пристрій для додаткового очищення водню.

Ще одна перевага водневих установок із РЕМ-технологією - це тривалий термін служби (20 років). Це зумовлено практичною відсутністю корозії, адже жодних агресивних речовин у процесі роботи не виникає. Електролізні модулі РЕМ зберігають високу ефективність протягом усього терміну експлуатації. Іншими словами, енергоспоживання установки залишається стабільним, лише трохи зростає до кінця терміну експлуатації. Воднева установка РЕМ завжди готова до роботи. Сервісне обслуговування проводиться лише один раз на рік. Продування системи азотом не потрібно.

Студенти – члени між кафедрального наукового гуртка „Інновації в автоматизованих системах управління”, використовуючи знання про механізми і закономірності перебігу електрохімічних окисно-відновних

перетворень у водних розчинах та аналізуючи накопичений науково-практичний досвід, ініціювали також дослідження за цією непростю, але актуальною і перспективною водневою проблематикою. І їх зусилля були спрямовані на з'ясування домінанти факторів впливу на продуктивність й ефективність розділення газоподібних продуктів шляхом варіювання природи механізмів, оптимізації умов проведення, режимів протікання вторинних перетворень, конструювання зонуваних електродних систем.

УДК 621.391

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,  
Е.К. Сідан, аспірантка,  
Д.С. Піддубний, аспірант  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ФАКТОРИ ВПЛИВУ ПОТУЖНОЇ ПОЗАСМУГОВОЇ ІМПУЛЬСНОЇ ПЕРЕШКОДИ НА РАДІОПРИЙМАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ**

Вплив імпульсних позасмугових перешкод на радіоприймальний пристрій (РПП) має ряд особливостей, пов'язаних з імовірнісними параметрами імпульсних потоків сигналу та перешкоди, а також втратою чутливості радіоприймального пристрою після закінчення дії перешкоди.

Проведемо аналіз відношення сигнал/шум на виході першого каскаду посилення приймального пристрою для випадку, коли сигнал та перешкода являють собою потоки прямокутних імпульсів з гармонічним (немодульованим по частоті та фазі) заповненням.

У цьому випадку протягом дії імпульсу сигнал та перешкоду можна вважати синусоїдальними сигналами з постійною амплітудою та фазою.

На рис. 1 наведено схему аналітичної частини радіоприймального пристрою.



Рисунок 1 - Схема аналітичної частини радіоприймального пристрою

Преселекторний та вихідний фільтри налаштовані на частоту корисного сигналу. При цьому їх смуги можуть бути рівні, або смуга преселекторного фільтра може бути ширшою за смугу вихідного фільтра.