Цифровий 4-канальний гальваностат для амперостатичного циклування

# MTech G410-4

З програмним керуванням через USB інтерфейс



# ПАСПОРТ ТА КОРОТКА ІНСТРУКЦІЯ

Львів - 2017



#### 1. Загальний опис

Гальваностат **MTech G410-4** (далі "пристрій") призначений для вимірювання зарядно-розрядних кривих (т.з. "циклування") хімічних джерел струму (ХДС) шляхом пропускання через цих сталого струму та вимірювання залежності напруги на ХДС від часу. Окрім цього пристрій можна використовувати для різновидів кулонометрії – прямої чи кулонометричного титрування.

Контроль процесу вимірювання, візуалізацію залежностей напруги від часу та їх запис на жорсткий диск комп'ютера реалізовано у програмному забезпеченні "**MTech G410-4**" ("програма-1"). Первинну обробку записаних файлів "циклічок", їх розбивку на окремі етапи заряду/розряду для порівняння та вибіркового копіювання реалізовано у програмному забезпеченні "**MTech G410-4 calculator**" ("програма-2") Зв'язок пристрою з персональним комп'ютером реалізовано через USB порт.

Характеристика	Значення			
Кількість незалежних каналів	4			
Діапазон напруг заряджання/розряджання	-5,3 +5,3 B			
Допустима приведена похибка вимірювання напруги	≤0,2%			
Діапазон струмів заряджання/розряджання	-100 +100 мА (канал 1) -10 +10 мА (канали 2-4)			
Дискретність задання струму*	0,001 мА			
Допустима приведена похибка стабілізації струму	≤0,2%			
Тип інтерфейсу "пристрій-ПК"	USB			

#### 2. Технічні характеристики

\*Примітка. Вибір потрібного значення струму заряду/розряду здійснюється за допомогою багатообертових потенціометрів на панелі приладу та прецизійного амперметра (не входить у комплект)



# 3. Комплектація

Гальваностат **MTech G410-4** – 1 шт Кабель з USB-RS232 конвертером PL2303 – 1 шт Кабель живлення під стандартну розетку 220 В – 1 шт Кабелі для підключення до електродів ХДС із зажимами типу "крокодил" – 4х2 шт Паспорт та інструкція користувача – 1 шт Програмне забезпечення "**MTech G410-4**" – 1 шт Програмне забезпечення "**MTech G410-4** calculator" – 1 шт

## 4. Гарантійні зобов'язання

Виробник зобов'язаний виконувати безкоштовне гарантійне обслуговування пристрою впродовж 12 місяців після введення в експлуатацію за умови непошкодженості корпусу та пломби-наклейки.

# 5. Програмне забезпечення

#### 5.1. Встановлення та налаштування

Файл zip-apxiby з папкою "G410-4-SETUP", що містить останню версію програмного забезпечення для гальваностата **MTech G410-4** потрібно розархівувати на жорсткий диск комп'ютера. Ця папка містить такі компоненти: папки "DRIVERS", "TO\_COPY" та інсталяційні файли (setup.exe та інші).

Під'єднайте USB кабель пристрою до USB порту персонального комп'ютера. Якщо на Вашому комп'ютері раніше вже використовувались прилади із USB-RS232 конвертером PL2303, то жодних повідомлень комп'ютер не видасть та автоматично підключе відповідний драйвер. Якщо ж комп'ютеру цей конвертер "незнайомий", то він видасть повідомлення про новий пристрій та необхідність встановлення драйверів для нього. При цьому слід вибрати "ручний спосіб" встановлення драйвера із зазначеного місця на диску. В залежності від типу операційної системи (ХР чи 7) слід вказати шлях до папки "DRIVER-XP" чи "DRIVER-7". Якщо на Вашому комп'ютері встановлена операційна система Windows-10, то попередньо слід відповідний ехе-файл 3 папки "DRIVER-10". Після запустити встановлення драйвера слід з'ясувати номер виділеного системою порту.

3



Для цього перейдіть у "Пуск / Настройка / Панель управления / Система / Диспетчер устройств / Порты (СОМ и LPT)" – там повинен бути рядок "USB Serial Port (СОМх)", де х-номер порту (на рисунку знизу це 4). Приблизне зображення (залежно від системи Windows):



Запам'ятайте цей номер – він Вам ще знадобиться.

Від'єднайте USB кабель пристрою від комп'ютера.

Створіть на диску папку, в яку слід заінсталювати програмне забезпечення, наприклад "MTech G410-4". Запустіть файл setup.exe і встановіть програму у створену папку. У папку "MTech G410-4" також перенесіть вміст папки "TO\_COPY".

Якщо все зроблено правильно, то папка "MTech G410-4" повинна містити папки "channel-1", "channel-2", "channel-3", "channel-4", основний виконавчий файл програми (MTech\_G410-4.exe) та декілька допоміжних файлів. У текстовому файлі (port.txt) слід прописати номер порту, який виділила система при встановленні драйвера – зробити це можна в звичайній програмі "блокнот" Вашої операційної системи.

Тепер все готове до початку роботи з пристроєм!

Під'єднайте кабель живлення пристрою до стандартної розетки ~220 В – при цьому тричі спалахне червона лампочка, що вказує на успішний запуск мікроконтролера пристрою. Під'єднайте USB кабель пристрою до USB порту персонального комп'ютера (це має бути той самий порт, до якого Ви підключались раніше! В іншому випадку система може виділити інший номер порту). Запустіть основний файл – MTech\_G410-4.exe. Якщо всі попередні дії зроблено правильно, то програма встановить зв'язок з пристроєм і Ви побачите вікно програми:



M MTech G4	10-4 Galvanos	static Cycler	max 5 ¥ 10/100	) mA	(c) 2017 MTech Lab, Ihor Patsay	l		
U Channel 1								
Г	Channel-1	Channel-2	Channel-3	Channel-4				
	±100 mA	±10 mA	±10 mA	±10 mA				
Uc =	4.20	3.00	1.30	4.20				
Ud =	2.50	1.00	0.90	2.50				
lc =	1.000	0.101	0.801	1.000				
ld =	1.000	0.105	0.505	1.000				
Qmax =	200.0	200.0	200.0	200.0				
Start with	charge	charge	charge	charge				
Steps =	4	4	4	4				
	START	START	START	START				
Curr. step	idle	idle	idle	idle				
Curr. U =	???	???	???	???				
Curr. Q =	0.000	0.000	0.000	0.000				
Curr. file	c1-0002	c2-0038	c3-0004	c4-0001				
	STOP	STOP	STOP	STOP				
L								
					1 2 3			

Якщо ж щось було зроблено неправильно, то Ви побачите повідомлення про помилку – слід перевірити відповідність номеру порту, записаного у файлі port.txt, та виділеного системою (Диспетчер устройств / Порты (СОМ и LPT). Для коректного сприйняття програмою числових даних дуже важливо щоб розділювачем цілої та дробової частини числа була крапка (а не кома!) – цей параметр системи можна знайти і змінити у "Панель управления / языки и рег. стандарты / настройка". Також слід працювати із стандартною роздільною здатністю монітора – 96 dpi (96 точок на дюйм). Цей параметр системи можна знайти і змінити у "Панель управления / Екран / Параметры / Дополнительно / Общие".

Друга програма (**MTech G410-4 calculator**) інсталяції не потребує.

#### 5.2. Призначення програмного забезпечення

Функції програми **МТесh G410-4**:

– Програмне керування гальваностатом **MTech G410-4** для вимірювання залежностей напруги на ХДС під час циклічного заряджання/розряджання.

- Реєстрація та графічне відображення виміряних кривих.

– Запис кривих у dat-файл під час вимірювання у форматі таблиці з трьома стовпчиками Х-Ү-Ζ, де Х – час (с) від початку поточного етапу циклування; Ү – напруга (В) на ХДС; Ζ – струм (мА). Додатні значення струму відповідають заряджанню, а від'ємні – розряджанню. Ці файли записуються у папки "channel-1"–"channel-4" (залежно від номеру каналу)



з таким форматом імені файлу: c1-XXXX.dat – c4-XXXX.dat, де XXXX – це порядковий номер експерименту. Програма автоматично веде облік кількості виміряних "циклічок", записуючи номер останнього експерименту у файли last-1.txt – last-4.txt. Коли відповідний лічильник переповниться (досягне 9999), то його можна обнулити "вручну", записавши "0" у відповідний файл last-X.txt.

Весь експеримент, тобто усі етапи заряд/розряд основна програма записує в один dat-файл. Для того, щоб "розбити" той файл на окремі етапи, порівняти криві заряду/розряду чи ємкості на різних етапах призначена друга рограма – **MTech G410-4 calculator**. Детальніше див. розділ 5.3.4.

#### 5.3. Порядок роботи

#### 5.3.1. Запуск та завершення роботи основної програми

Програмне забезпечення "**MTech G410-4**" можна запускати лише після підключення увімкнутого пристрою до USB порту комп'ютера. В іншому випадку з'явиться повідомлення про помилку. <u>Загалом</u> послідовність роботи повинна бути такою:

– під'єднати вилку кабеля живлення пристрою у стандартну розетку
~220 В, 50 Гц – при цьому лампочка пристрою повинна тричі спалахнути, що вказує на його готовність до роботи;

– під'єднати інтерфейсний кабель пристрою до виділеного USB порта персонального комп'ютера та зачекати 5-10 с щоб система Windows підключила необхідний драйвер;

- запустити програмне забезпечення для роботи з пристроєм;

- виконати заплановані вимірювання;
- закрити програмне забезпечення;
- від'єднати інтерфейсний кабель пристрою від USB порта;
- від'єднати вилку кабеля живлення пристрою від розетки.

В будь-який момент часу кожен канал пристрою може перебувати в одному з двох станів, які умовно названо "Підготовка" та "Вимірювання". Поточний стан відображається у відповідному полі каналу "Curr. step". Під час вимірювання там відображається тип етапу – заряджання (charge) чи розряджання (discharge) а також вказується номер етапу. В стані "Підготовка" канал можна примусово перевести з неактивного



стану (idle – струм відсутній) у активний (charge чи discharge) кліком на відповідне поле "Curr. step". Поточне значення напруги на каналах можна побачити у відповідному полі "Curr.U".

Після запуску програми всі канали є у стані "Підготовка".

## 5.3.2. Стан "Підготовка"

Цей стан призначений для підготовки до нового вимірювання – вибору необхідних параметрів напруг (заряджання і розряджання), струмів (аналогічно), кількості послідовних етапів і т.п. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому стані:



1 – напруга (В) заряджання;

2 – напруга (В) розряджання;

3 – струм (мА) заряджання;

4 – струм (мА) розряджання;

5 – обмеження на кількість електрики (мА·год) при заряджанні. При досягненні цього значення програма автоматично припинить етап заряджання навіть якщо напруга ще не досягне Uc;

6 – з якого етапу починати циклування (заряд чи розряд);

7 – кількість послідовних етапів. Потрібно пам'ятати, що 1 повний цикл заряд/розряд складається з двох етапів. Тобто, якщо задати 20 етапів, то буде виконано 10 циклів заряд/розряд;

8 – кнопка для запуску вимірювання (перехід в стан "Вимірювання");



9 – поточний стан каналу (на етапі "Підготовки" кліками по цьому елементі можна примусово вмикати заряд чи розряд для налаштування потрібного значення струму);

**10** – поточна напруга на ХДС. Якщо кабель каналу не підключено до ХДС або напруга виходить за крайні межі (±5,3 В), то виводиться "???";

11 – назва dat-файлу, у який будуть записані результати вимірювань; 12 – поле для підказок та контекстної допомоги.

Вибір потрібних значень струму заряду/розряду здійснюють за такою методикою:

- клеми вибраного каналу підключити до точного амперметра;

- кліком на поле 9 активувати заряд;

– задати потрібне значення струму заряду за допомогою багатооборотного потенціометра **charge** вибраного каналу;

- значення струму заряду внести у поле 3 вибраного каналу;

- кліком на поле 9 активувати розряд;

– задати потрібне значення струму розряду за допомогою багатооборотного потенціометра **discharge** вибраного каналу;

- значення струму розряду внести у поле 4 вибраного каналу;

- кліком на поле 9 деактивувати вибраний канал (перевести в idle);

Після всіх налаштувань клеми вибраного каналу відключають від амперметра і підключають до досліджуваного ХДС. Для запуску процесу циклування клікають на кнопку **START** вибраного каналу, тобто переводять його у стан "Вимірювання".

#### 5.3.3. Стан "Вимірювання" (charge/discharge)

Цей стан активний <u>під час</u> вимірювання. Канал переходить в нього після натискання кнопки "START". У відповідному графічному полі каналу виводиться біжуча крива в "реальному часі" – залежність напруги від часу для поточного етапу. Під час вимірювань програма записує результати у відповідний dat-файл. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому стані:



M MTech G4	410-4 Galvanos	static Cycler	max 5 ¥ 10/100	) mA	(c) 2017 MTech Lab, Ihor Patsay	×
				U	Channel 4	1
	Channel-1	Channel-2	Channel-3	Channel-4		
	±100 mA	±10 mA	±10 mA	±10 mA		
Uc =	4.20	3.00	1.30	4.20		
Ud =	2.50	1.00	0.90	2.50		
lc =	1.000	0.101	0.801	1.000	← 6	
ld =	1.000	0.105	0.505	1.000		
Qmax =	200.0	200.0	200.0	200.0		
Start with	charge	charge	charge	charge		
Steps =	4	4	4	4		
	START	START	START	START	(	
Curr. step	idle	idle	idle	1-charge	<──1	
Curr. U =	0.001	0.001	0.001	4.005	<b>≤</b> 2	
Curr. Q =	0.000	0.000	0.000	0.001	<b>←</b> 3	
Curr. file	c1-0002	c2-0038	c3-0004	c4-0001 -	<mark>≼ 4</mark> 7	
	STOP	STOP	STOP	STOP 🚽	<b>←</b> 5	
		L				t
					1 2 3 4	

- 1 поточний етап (номер і тип);
- 2 поточна напруга (В) на ХДС;
- 3 поточна кількість (мА·год) залитої чи одержаної електрики;
- 4 назва dat-файлу, у який записуються результати вимірювань;
- 5 кнопка для дочасної зупинки експерименту;

**6** – вимірювана залежність напруги від часу. В графічному полі відображається лише крива для поточного етапу вибраного каналу;

7 – вибір каналу для відображення графіка.

Під час вимірювання бажано "не відволікати" комп'ютер виконанням інших завдань, особливо якщо процесор не надто "швидкий". Ще до завершення всіх етапів можна працювати з поточним dat-файлом – для цього його слід скопіювати у папку програми **MTech G410-4** calculator і запустити її.

#### 5.3.4. Робота з програмою MTech G410-4 calculator

Програма **MTech G410-4 calculator** дуже подібна до попередньої версії (**MTech G410-2 calculator**), тому приведемо фрагмент її мануала.

Весь експеримент, тобто усі етапи заряд/розряд основна програма записує в один dat-файл. Для того, щоб "розбити" той файл на окремі етапи, порівняти криві заряду/розряду чи ємкості на різних етапах слід скористатись програмою **MTech G410-2 calculator**. Ця програма дозволяє працювати з dat-файлами, які є в її папці. Отже перед запуском програми слід скопіювати потрібний dat-файл у ту саму



папку, де є файл програми **MTech G410-2 calculator**. Елементи керування та інформаційні поля програми:



1 – кнопка для оновлення списку dat-файлів у папці програми;

2 – список dat-файлів у папці програми;

3 - селектор для "розрідження" точок при копіюванні залежностей;

**4** – вибір типу залежності для відображення та копіювання "часнапруга" чи "кількість електрики–напруга";

5 – номер етапу. Колір вказує на тип етапу (заряд чи розряд). При підведенні курсору мишки виводиться значення струму (для заряду струм додатній, для розряду – від'ємний);

6 – зняти виділення з усіх етапів;

7 – виділення етапів. Число – це кількість електрики, мА·год;

8 – запис файлів XXXX.dat для виділених етапів у папку "all";

9 – копіювання кривої відповідного етапу;

10 – криві заряду (червоні) та розряду (сині) з номером відп. етапу;

11 – поле для підказок та контекстної допомоги.

MTech

# 6. Повірка пристрою

Бажано регулярно (1-2 рази на рік) виконувати повірку пристрою. Завдяки використанню високоякісних електронних компонентів іноземного виробництва є висока ймовірність, що пристрій буде справно працювати впродовж багатьох років, однак все ж доцільно перевіряти основні його технічні характеристики. Нижче стисло описано прості методи, як це можна зробити в невибагливих умовах та без спеціального обладнання. Єдине, що потрібно, це декілька резисторів (номінали в межах до 500 Ом), тестер для вимірювання основних характеристик (струму, напруги та опору) і таймер-секундомір. Звичайно, чим вищий клас точності тестера, таймера та резисторів, тим краще.

# 6.1. Перевірка стабільності значень струму заряду/розряду

Задайте такі параметри каналу: Uc = 5.00 Ud = -5.00 Ic = 0.1 – 10.0 Id = 0.1 – 10.0 (для каналу 1: 1.0 – 100) Qmax = 200 Start with = charge aбo discharge Steps = будь-яке

Підключіть кабелі каналу до прецизійного амперметра чи тестера у режимі "амперметр" і натисніть кнопку START. Якщо початковий етап вибрано charge, то слідкуючи за показами амперметра можна оцінити стабільність значення зарядного струму у часі. Якщо початковий етап вибрано discharge, то, відповідно, можна оцінити стабільність розрядного струму. Довготривалі (до 24 год) флуктуації струму не повинні перевищувати 0,2% від розмаху шкали. Короткочасні флуктуації струму здебільшого значно менші – до 0,05-0,1 % від розмаху шкали.

# 6.2. Перевірка правильності вимірювань напруги

У стані "idle" підключіть кабелі каналу до стабільного джерела напруги, наприклад зарядженого літій-іонного акумулятора. Паралельно до клем акумулятора підключіть прецизійний вольтметр чи тестер у режимі "вольтметр". Різниця між показами вольтметра і поточною напругою у програмі не повинна перевищувати 0,2% від



розмаху шкали напруг, що відповідає орієнтовно 20 мВ (реальні відхилення переважно значно менші ±3-4 мВ).

Також правильність вимірювання напруги можна перевірити підключенням до гальваностату резистора відомого номіналу. На етапі заряджання напруга повинна дорівнювати R·Ic, а на етапі розряджання, відповідно, -R·Id.

#### 6.3. Перевірка правильності вимірювань часу

Під час будь-якого вимірювання запустіть таймер-секундомір після натискання кнопки START у програмі та зупиніть його після завершення першого етапу. Відкрийте відповідний dat-файл і перевірте відповідність часу для останньої точки (у секундах) з показами Вашого таймера.

#### 7. Правила для ефективної роботи

– Для зменшення шумів, що передаються через лінії USB порту, доцільно заземлити корпус комп'ютера.

 – З'єднуйте пристрій з досліджуваним ХДС таким чином, щоб кабелі не утворювали "широкої петлі", яка може призвести до суттєвих електромагнітних наводок:



 – Клеми незадіяних каналів пристрою слід тримати "закороченими" (з'єднайте клеми між собою).

- Не допускайте контакту клем різних каналів між собою!

– Під час вимірювань не запускайте на комп'ютері інших програм і взагалі не відволікайте його зайвими задачами.

- Не розташовуйте пристрій та досліджувані ХДС поблизу потужних електричних приладів, які є джерелом тепла чи значного



електромагнітного випромінювання (нагрівачі, печі, насоси, компресори тощо). Робота цих приладів може призвести до зависання USB-порта і втрати зв'язку "ПК-гальваностат". Якщо таке станеться на етапі заряджання ХДС, то воно буде неконтрольовано продовжуватись поки не зруйнується ХДС або оператор не вимкне пристрій.

– Те саме стосується надійної роботи комп'ютера. Забезпечте надійне живлення ПК (поставте блок безперебійного живлення або автономне джерело на випадок відключення електрики).

– Використовуйте стандартні модулі для дослідження ХДС, які обладнано запобіжним клапаном, який розірве електричне коло у випадку перезаряджання ХДС і активного газовиділення.

– Регулярно перевіряйте пристрій, як це описано у п. 6.

– В будь-якому випадку, ми радимо не залишати працюючий пристрій без нагляду оператора. Лабораторія MTech, як виробник, не несе жодної відповідальності за ймовірні збитки, завдані користувачу чи майну, в результаті роботи гальваностата.

## 8. Посилання

При опублікуванні в науковій періодиці результатів досліджень, одержаних за допомогою пристрою, слід зазначати в експериментальній частині його назву та посилання на web-сайт лабораторії **МТесh**. Наприклад:

"Вимірювання зарядно-розрядних кривих та циклування ХДС виконували за допомогою гальваностата **МТесh G410-4** [5].

. . . . . . . . . . . . . .

<sup>5.</sup> http://chem.lnu.edu.ua/mtech/mtech.htm."



# MTech G410-4

http://chem.lnu.edu.ua/mtech/mtech.htm

Дата	вигс	товленн	ия пристрою	D	 	 	
Дата	ввеј	цення в	експлуатац	цію			
Кінце	евий	термін	гарантії	-			
1 -		- <b>T</b>	- <u> </u>		 	 	

Контактна інформація щодо сервісного обслуговування: i\_patsay@franko.lviv.ua aбo mtech\_lab@ukr.net

Виробник



Замовник \_\_\_\_\_