

Костянтин ЧЕРКАС

АВТОМАТИЗАЦІЯ Й УСТАТКУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ЗАТ "Сєвєродонецьке Об'єднання Азот"

93400, м. Сєвєродонецьк, Луганська обл. вул. Півоварова, 5. E-mail: nior@ukrpost.ua

Kostjantyn CHERKAS

AUTOMATION AND THE EQUIPMENT OF PROCESSES OF ELECTROCHEMICAL RESEARCHES

JSC "Severodonetsk Association Nitrogen"

Pivovarova Str., 5, Severodonetsk, Lugansk Region, 93400, Ukraine. E-mail: nior@ukrpost.ua

ABSTRACT

Exists a few devices, or systems not difficult in using and capable to satisfy need of process of removal of polarizing curves with necessary representation of the received data and with sufficient accuracy of measurements. Ways of improvement of the automated systems of measurement of electrochemical parameters are certain. With the purpose of realization of the convenient and perfect device the analog-digital and digital-to-analog modules of the introduction intended for construction of distributed systems of data gathering, the standardized integrated environment of development intended for connection of external modules and automation of managerial process, the stabilized sources of a current and potential were investigated. And representations of polarizing data metrological researches of accuracy and an error of channels of measurement, mathematical and statistical processings of the received electrochemical data, graphic processing were carried out in half-logarithmic coordinates. The received device has function of "autolaboratorian" which resolves at a stage of preparation of experiment on removal of a polarizing curve to bring in a database all necessary data and to obtain data of direct measurements of a current and potential, and also the processed data - density of the polarizing current, the measured potential concerning normal hydrogen to an electrode and other intermediate calculations. The mathematical and graphic device of a complex allows to observe in real time autolaboratorian data who with high accuracy directly deduce on the monitor in the digital and graphic kind convenient for perception of the researcher of electrochemical processes. The error of measurement of a current in an interval 0-100 mA does not exceed 0,07 %, in an interval 0,1-2A - 0,15 %. The resulted basic error in a mode of formation of potential in a range $\pm 10\text{B}$ is not worse than 0,05 %, in a mode of formation of a current in a range $\pm 1,25\text{A}$ there are more 0,1 %. The device mobile also allows to work in field conditions, automation of process of measurements does not require high qualification of the attendants.

KEY WORDS: *potentiostate, electrochemical measurements, accuracy, an error of measurements, corrosion researches, a mobile complex.*

ВСТУП

Електрохімія є порівняно молодого наукою, перші електрохімічні дослідження металів були проведені на початку минулого століття за допомогою постійних джерел струму (аккумуляторів), регуляторів потенціалу (систем, що складаються з реостата і електродів) і приладів що фіксують струми і потенціали в електрохімічній системі (амперметрів, вольтметрів). У подальшому ці дослідження удосконалилися і промисловістю були випущені серійно цілий ряд приладів – потенціостатів (П-5827, П-5848, ПИ-50-1,1 і ін.) [1]. З появою цифрової техніки багатьма розробниками були освоєні комп'ютеризовані потенціостати [2]. Проте, як би не змінювалася техніка виміру електрохімічних параметрів суть вимірів залишилася колишня: необхідно по можливості точно задавати один з параметрів (струм або потенціал), в ланцюзі робочий електрод – допоміжний електрод і відповідно фіксувати похідний. При цьому потенціал, при якому

виконуються дослідження необхідно задавати й фіксувати щодо електрода порівняння [3]. Проведений аналіз сучасного устаткування для дослідження електрохімічних процесів показав багатий спектр можливостей в отриманні конкретних параметрів електрохімічних систем. Проте знайдеться небагато приладів, чи систем простих в користуванні і спроможних задовільнити потребу зняття поляризаційних кривих з необхідним представленням отриманих даних і з достатньою точністю вимірів. Тому були визначені потреби і шляхи вдосконалення автоматизованих систем вимірювання електрохімічних параметрів.

Необхідно було побудувати автоматизований комп'ютеризований комплекс для вивчення електрохімічних процесів, що протікають на поверхні металу з представленням отриманих даних в графічному і цифровому вигляді. Тобто отримати прилад, який дозволяє автоматично підтримувати на електроді задане значення струму чи потенціалу, а також здійснювати автоматичну розгортку струму і потенціалу з заданою швидкістю, при цьому фіксувати необхідний параметр: струм, потенціал, чи опір електрохімічної системи (режими роботи: потенціостатичний, гальваностатичний, потенціодинамічний і гальванодинамічний). В якості засобів досліджень обрані аналогово-цифрові і цифро-аналогові модулі введення, призначені для побудови розподілених систем збору даних, стандартизоване інтегроване середовище розробки, призначене для підключення зовнішніх модулів і автоматизації процесу управління, стабілізовані джерела струму і потенціалу. Проводилися метрологічні дослідження точності і похибки каналів вимірювання, математична і статистична обробки отриманих електрохімічних даних, графічна обробка і представлення поляризаційних даних в напівлогарифмічних координатах.

РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

Принципова схема запропонованого автоматизованого комп'ютеризованого комплексу призначеного для дослідження електрохімічних процесів (АККЕП) що протікають на поверхні металу і представлення експериментальних даних в обробленому цифровому і графічному вигляді показана на рис.1. При цьому, на відміну від інших аналогів в даному комплексі реалізована і автоматизована функція перемикання меж вимірювання, що дозволяє в широкому діапазоні струму поляризації (від 1 μ A до 1,25 A) отримувати експериментальні дані з точністю не гірше 0,07% в межах вимірювання до 100 mA і 0,15% в межах вимірювання від 0,1 до 2 A. Приведена основна похибка в режимі формування потенціалу в діапазоні ± 10 V не гірше 0,05%, в режимі формування струму в діапазоні $\pm 1,25$ A не більше 0,1%. Реалізація автоматизації режимів роботи потенціостату досягається шляхом програмного перемикання контактів 1÷8 (рис. 1), стан яких показаний у табл. 1.

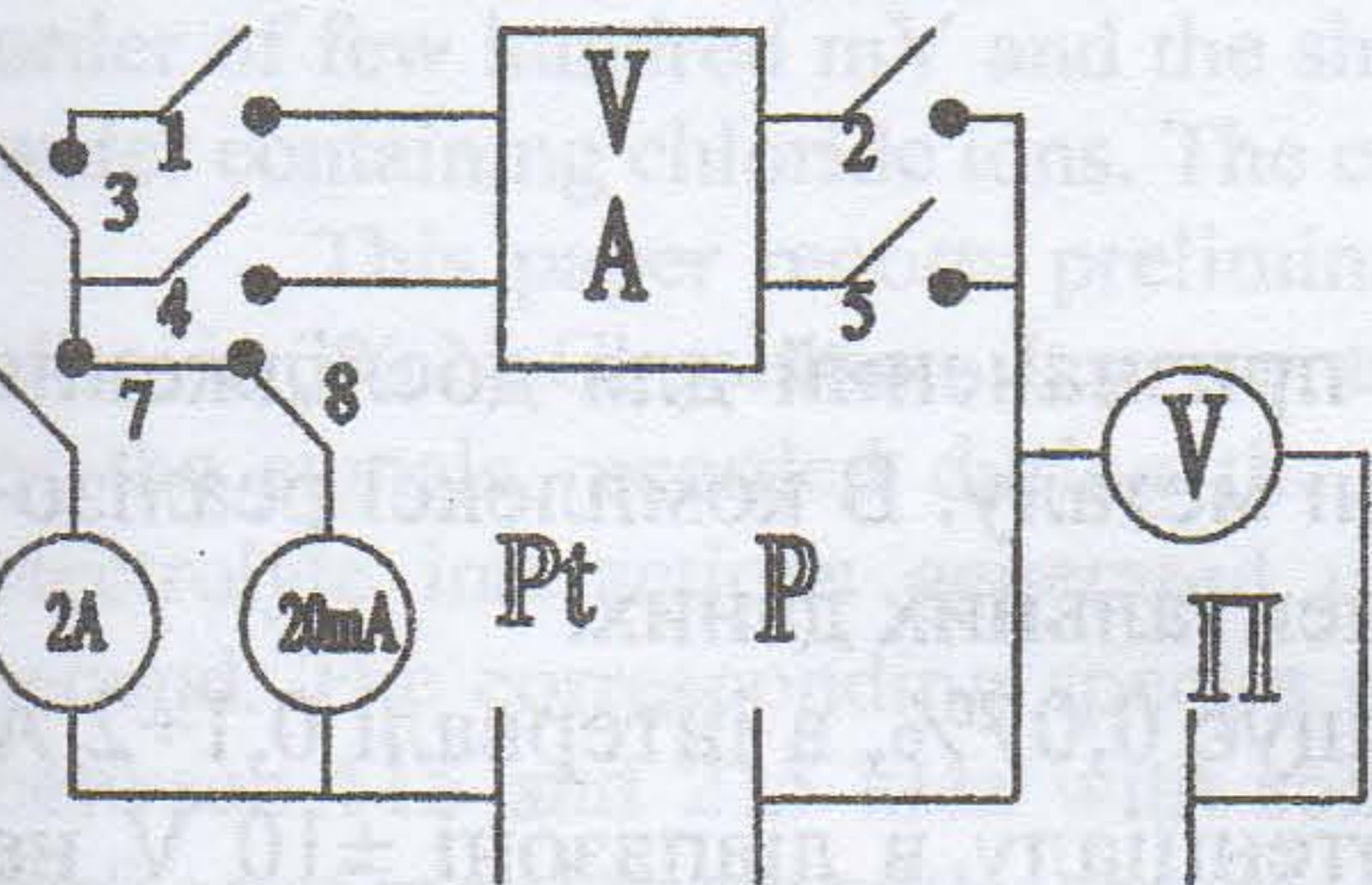


Рис. 1. Принципова схема АККЕП.
Fig. 1. Basic scheme ACCEP.

VA-стабілізоване джерело I та U.
Електроди:
P – робочий,
Pt – допоміжний,
П – порівняння.
V та 2A, 20mA – програмні вольт-, та амперметри відповідно. 1÷8-контактна група.

Таблиця 1. Стан контактної групи АККЕП
Table 1. Condition of contact group of ACCEP

Контакт №	1	2	3	4	5	6	7	8
Режим								
Потенціостат	+	+	+	-	-	-	+/ -	
Гальваностат	-	-	-	+	+	-	+/ -	
Е корозії	-	-	-	-	-	-	-	-
Активация U	+	+	+	-	-	-	+/ -	
Активация I	-	-	-	+	+	-	+/ -	

Отже, в пропонованому комплексі реалізована так звана функція «автолаборанта», яка дозволяє на стадії підготовки експерименту по зняттю поляризаційної кривої внести до бази даних всі необхідні величини (площу електрода, вид електрода порівняння, швидкість розгортки потенціалу або струму, межі завдань і вимірювань відповідних параметрів) і отримати дані прямих вимірювань струму і потенціалу, а також оброблені дані – густину поляризуючого струму, потенціал щодо нормального водневого електрода і інші проміжні обчислення. Математичний і графічний апарат комплексу дозволяє в реальному часі спостерігати автолабораторні дані, які з високою точністю безпосередньо виводяться на монітор в цифровому і графічному вигляді (рис. 2) зручному для сприйняття дослідника. В залежності від обраного режиму робо-

ти АККЕП на монітор виводяться наступні дані у відповідних областях монітору: 1 – завдання режиму роботи АККЕП: 1) потенціостатичний, 2) гальваностатичний, 3) вимір потенціалу робочого (Р) електрода відносно електрода порівняння (П), 4) – активація робочого електрода фіксованим потенціалом, 5) – активація робочого електрода фіксованим струмом; 2 – службова інформація монітору (вимір можливої і реальної швидкості вимірювання процесу, час протікання всього процесу вимірювання); 3 – вхідні дані: площа електрода, інтервал потенціалу (чи струму) розгортки, крок (величина) зміни розгортки, швидкість здійснення одного кроку;

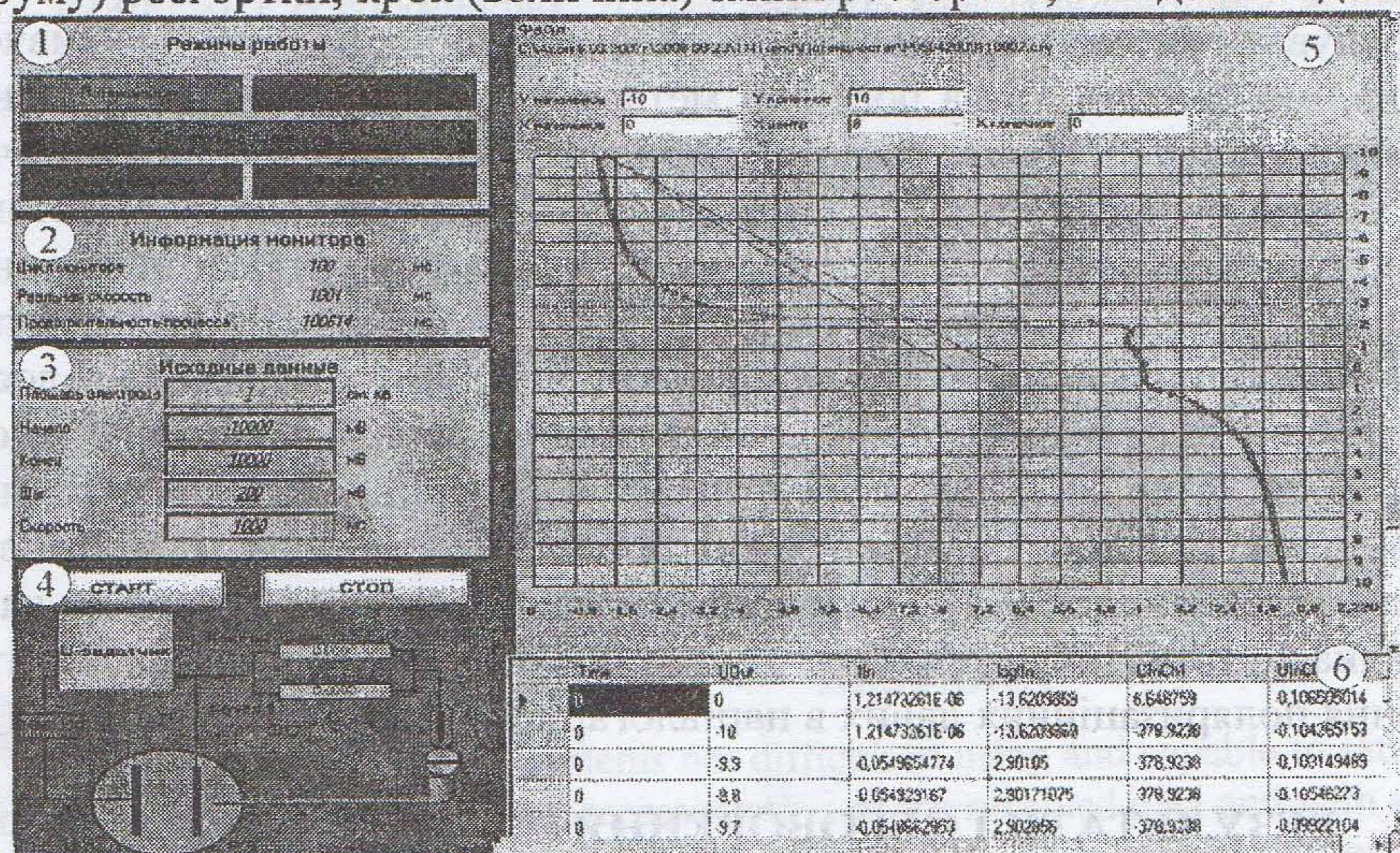


Рис.2. Загальний вигляд монітора АККЕП.

Fig. 2. General view of monitor ACCEP.

4 – принципова схема вимірювання, що утвориться в залежності від обраного режиму роботи АККЕП; 5 – графік представлення виміряних і обчислених даних: для потенціо- і гальванодинамічних режимів – у напівлогарифмічних координатах; для вимірювання потенціалу – будується графік зміни потенціалу безпосередньо в mV; для активації струмом, чи потенціалом обчислюється час і кількість електрики пропущеної крізь робочий електрод; 6 – поле представлення виміряних і обчислених експериментальних цифрових даних.

Даний автоматизований комп'ютеризований комплекс є мобільним, що дозволяє його застосовувати в польових умовах, отримувати і миттєво обробляти з високою точністю експериментальні дані. Оскільки АККЕП працює практично в автоматичному режимі це дає змогу понизити вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу, тобто оператору не потрібно досконало знати теорію електрохімічних вимірювань, а достатньо дотримуватися регламентних норм, щоб отримати гарантовано правильні експериментальні дані.

ВИСНОВКИ

1. Побудований автоматизований комп'ютеризований комплекс призначений для дослідження електрохімічних процесів (АККЕП) що протікають на поверхні металу. В комплексі реалізована функція автоматизованого отримання і обробки експериментальних даних.
2. Похибка вимірювання струму в інтервалі 0÷100 mA не перевищує 0,07%, в інтервалі 0,1÷2 A 0,15%. Приведена основна похибка в режимі формування потенціалу в діапазоні ±10 V не гірше 0,05%, в режимі формування струму в діапазоні ±1,25 A не більше 0,1%.
3. АККЕП є мобільним і дозволяє працювати в польових умовах, автоматизація процесу вимірювань не потребує високої кваліфікації обслуговуючого персоналу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фрейман Л.И., Макаров В.А., Брыскин И.Е. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите. / Под ред. акад. Я. М. Колотыркина. – Изд-во «Химия», Л., 1972. – 240 с.
2. 5-ая Всероссийская Конференция "Электрохимические методы анализа" 6-8 декабря 1999 года, Москва, ГЕОХИ РАН.
3. ГОСТ 9245-79. Межгосударственный стандарт. Потенциометры постоянного тока измерительные. Общие технические условия.