

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до лабораторної роботи № 11  
з дисципліни «Контроль якості зварювання» для студентів освітньої  
програми „Технології та устаткування зварювання” всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 11 з дисципліни «Контроль якості зварювання» для студентів освітньої програми „Технології та устаткування зварювання” всіх форм навчання /Укл.: М.І. Андрущенко, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 22 с.

Укладачі: М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, старш. викл.;

Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 8 від 1.06.2016

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 10 від 21.06.2016

**ЗМІСТ**

1 МЕТА РОБОТИ.....	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	4
2.1 Технічні вимоги до покритих електродів .....	5
2.2 Правила приймання покритих електродів .....	9
2.3 Методи випробувань покритих електродів .....	11
2.4 Аналіз причин різновтовщинності електродів і способи попередження.....	16
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ .....	18
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ .....	19
5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ .....	20
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ..	20
7 ЗМІСТ ЗВІТУ .....	21
ЛІТЕРАТУРА .....	21

# **КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПОКРИТИХ ЕЛЕКТРОДІВ ТА АНАЛІЗ ПРИЧИН БРАКУ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ВИРОБНИЦТВА**

## **1 МЕТА РОБОТИ**

Проведення аналізу технічних вимог до покритих електродів, дослідження і освоєння методів оцінки їх якості та встановлення можливих причин браку на різних стадіях виготовлення.

## **2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**

Незважаючи на активний розвиток механізованих способів зварювальних технологій у всьому світі, частка ручного дугового зварювання і наплавлення в загальному обсязі технологічних операцій, навіть в найбільш розвинених промислових країнах, залишається дуже високою.

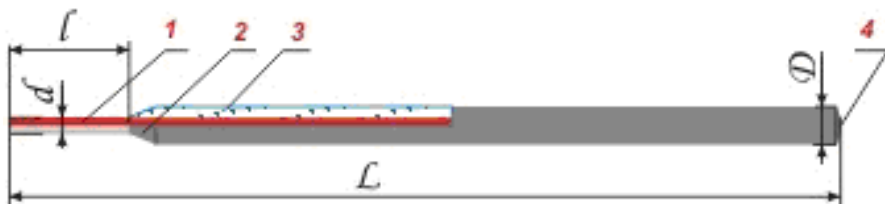
За даними статистики частка покритих електродів для зварювання і наплавлення в країнах СНД складає до 80 % загального обсягу випуску зварювальних матеріалів. Певною мірою це обумовлено простотою і мобільністю ручних процесів зварювання і наплавлення, доступністю обладнання.

В останні роки труднощі в забезпеченні електродного виробництва необхідними якісними матеріалами та недостатній науково-технічний супровід призводять до деградації якості електродів. Найчастіше це обумовлено:

- необґрунтованими варіаціями в рецептурі сировинних матеріалів;
- запуском у виробництво недостатньо апробованих розробок;
- зниженням вимог і обсягів контролю продукції і технологічних переділів.
- недостатністю освоєння виробництвом нових матеріалів, яких багато розроблено вітчизняними дослідниками.

## 2.1 Технічні вимоги до покритих електродів

Розміри електродів (рис 2.1) повинні відповідати даним в табл. 2.1.



1 - стрижень; 2 - ділянка переходу; 3 - покриття; 4 - контактний край електрода

Рисунок 2.1 - Схема покритого електрода

Таблиця 2.1 - Номінальні розміри електродів

Номінальний діаметр електрода, який визначається діаметром стрижня, мм, d	Номінальна довжина електрода L (Пред откл ± 3) зі стрижнем з зварювального дроту		Довжина зачищеного кінця l (ост. викл. ± 5)
	Низьковуглецевої або легованої	високолегованої	
1,6	200	150	20
	250	200 (250)	
2,0	250	200	20
	(300)	250(300)	
2,5	250	250	
	300 (350)	(300)	
3,0	300	300	
	350 (450)	350	
4,0	350	350	25
	450	(450)	
5,0	450	350	30
6,0		450	
8,0		450	
10,0			
12,0			

Для всіх марок в число приймально-здавальних характеристик, крім зазначених, входять також загальні технічні вимоги за ГОСТ 9466-75; ТУ 14-4-644-65; ТУ 14-4-831-77; ТУ 14-4-321-73; ТУ 32-ЦТВР-611-88.

Електроди повинні бути виготовлені відповідно до вимог ГОСТ 9466-75 і ГОСТ 9467-75, ГОСТ 10051-75 або ГОСТ 10052-75 і стандартів або технічних умов на електроди конкретних марок.

Стрижні електродів повинні бути із зварювального дроту, призначеної для виготовлення електродів, за ГОСТ 2246-70 або за технічними умовами, що встановлює хімічний склад металу дроту і передбачають інші вимоги по ГОСТ 2246-70.

Покриття електродів має бути щільним, міцним, без здуття, пор, напливів, тріщин, за винятком поверхневих тріщин, місцевих вм'ятин і задирів, що допускаються:

- на поверхні покриття електродів допускаються поверхневі поздовжні тріщини і місцеві сітчасті розтріскування, протяжність (максимальний розмір) яких не перевищує триразовий номінальний діаметр електрода, якщо мінімальна відстань між найближчими кінцями тріщин або (і) краями ділянок місцевого сітчастого розтріскування більш трикратної довжини більш протяжної тріщини або ділянки розтріскування. На поверхні покриття електродів допускаються місцеві вм'ятини глибиною не більше 50 % товщини покриття в кількості не більше чотирьох при сумарній довжині до 25 мм на одному електроді;

- дві місцеві вм'ятини, розташовані з двох сторін електрода в одному поперечному перерізі, можуть бути прийняті за одну, якщо їх сумарна глибина не перевищує 50 % товщини покриття;

- на поверхні покриття допускаються місцеві задир довжиною не більше 15 мм при глибині не більше 25 % номінальної товщини покриття числом не більше двох на одному електроді.

На ділянці електрода, що примикає до зачищеному від покриття контактному торця електрода, допускається оголеність стержня довжиною по довжині електрода не більше половини діаметра стрижня, але не більше 1,6 мм для електродів з основним покриттям і не більше діаметра стрижня, але не більше 2,4 мм для електродів з кислим, целюлозним і рутиловим покриттями.

Різниця товщини покриття в діаметрально протилежних ділянках електрода не повинна перевищувати значень, зазначених в

табл. 2.2.

Покриття не повинне руйнуватися при вільному падінні електрода плазом на гладку сталеву плиту з висоти:

1 м - для електродів діаметром менше 4 мм;

0,5 м - для електродів діаметром 4 мм і більше.

За згодою виробника і споживача для електродів діаметром понад 5 мм допускається зниження висоти падіння до 0,3 м.

Для електродів з товстим покриттям, що містить більше 35 % металевих компонентів, і для електродів з особливо товстим покриттям висота падіння повинна встановлюватися стандартом або технічними умовами на електроди конкретної марки.

При перевірці допускаються часткові відколювання покриття загальною протяжністю до 5 % довжини покритої частини електрода, але не більше 20 мм.

Для електродів з особливо товстим покриттям, призначених для зварювання сталей, значення  $e$  встановлюється стандартами або технічними умовами на електроди конкретної марки.

Таблиця 2.2 - Допуски на разнотолщинність покриття

Номінальний діаметр електрода	Значення $e$ для електродів з покриттям	
	тонким, середнім і товстим	з особливо товстим для наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями
1,6	0,08 (0,12)	0,12 (0,16)
2,0	0,10 (0,14)	0,15 (0,20)
2,5	0,12 (0,16)	0,18 (0,24)
3,0; 3,15	0,15 (0,20)	0,23 (0,28)
4,0	0,20 (0,26)	0,28 (0,34)
5,0	0,24 (0,32)	0,32 (0,40)
6,0; 6,3	0,28 (0,36)	0,3-3 (0,45)
понад 6,3	0,30 (0,40)	0,40 (0,50)

Примітки:

1. В дужках вказані значення  $e$ , яких припускаються для 10 % контрольованих електродів.

2. Для електродів зі стрижнями з високолегованої дроту, підданої травленню, допускається збільшення значень  $e$  на 0,02 мм при діаметрі електрода до 3,15 мм включно і на 0,03 мм при діаметрі електрода понад 3,15 мм.

Зварювально-технологічні властивості електродів при дотриманні режимів та умов зварювання, встановлених стандартом або технічними умовами на електроди конкретної марки, і при відсутності магнітного дуття повинні відповідати таким вимогам:

- дуга повинна легко збуджуватися і стабільно горіти;
- покриття повинне плавитися рівномірно, без надмірного розбризкування, відвалювання шматків і утворення чохла або козирка, що перешкоджають нормальному плавленню електрода під час зварювання у всіх просторових положеннях, рекомендованих для електродів даної марки;
- шлак, що утворюється при зварюванні повинен забезпечувати правильне формування валиків шва і легко видалятися після охолодження;
- в металі шва, а також в металі, наплавленому призначеними для зварювання електродами, не повинно бути тріщин, надривів і поверхневих пор;
- максимальні розміри і число внутрішніх пор і шлакових включень в металі шва не повинні перевищувати норм, вказаних в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Допустимі розміри пор і шлакових включень в металі шва

Номінальний діаметр електрода, мм	Максимальний лінійний розмір пори або шлакового включення, мм
1,6	0,3
2,0	0,4
2,5	0,6
3,0; 3,15	0,8
4,0	1,0
5,0	1,2
6,0; 6,3	1,5
Св. 6,3	2,0

Примітка. Число внутрішніх пор і шлакових включень в місці їх найбільшого скупчення на 100 мм довжини шва в однопрохідному шві – 3; в багатопрохідному шві – 5.

На окремих електродах, сумарне число яких не повинна перевищувати 10 % загального числа контрольованих електродів, допускається:



- відхилення довжини зачищеного від покриття кінця  $l$  (рис. 2.1) від номінального значення до  $\pm 7,5$  мм;
- наявність на покритті кожного електрода не більше двох поперечних надривів розміром не більше половини довжини кола покриття, поверхневих слідів злипання електродів, не більше трьох пор з зовнішнім розміром не більше 1,5 мм для електродів діаметром до 4 мм включно і не більше 2,0 мм для електродів діаметром понад 4 мм;
- збільшення протяжності поверхневих поздовжніх тріщин і ділянок місцевого сітчастого розтріскування на поверхні покриття до значення, що перевищують норми, але не більше ніж на 50 %;
- збільшення сумарної протяжності вм'ятин на покритті до 35 мм;
- збільшення числа місцевих задирів на поверхні покриття до трьох на електрод.

Хімічний склад наплавленого металу, механічні та спеціальні властивості і характеристики наплавленого металу, металу шва або зварного з'єднання (вміст феритної фази, стійкість проти міжкристалітної корозії і ін.), коефіцієнт наплавлення, витрата електродів на 1 кг наплавленого металу, коефіцієнт маси покриття, вміст води в покритті, валові виділення найбільш шкідливих речовин при використанні електродів повинні відповідати вимогам стандарту або технічних умов на електроди конкретної марки.

Термін придатності електродів при дотриманні встановлених стандартом умов транспортування і зберігання не обмежений.

Примітка. Підвищення вмісту води в покритті електродів усувають їх прожарюванням перед використанням на режимі, зазначеному на упаковці.

## **2.2 Правила приймання покритих електродів**

Для перевірки відповідності електродів вимогам стандарту підприємство-виробник повинно проводити приймально-здавальні випробування кожної партії електродів.

При цьому перевіряють відповідність електродів вимогам на

руйнування покриття при вільному падінні електрода, а також вимогам стандарту або технічних умов на електроди конкретної марки в частині хімічного складу наплавленого металу, механічних і спеціальних властивостей і характеристик наплавленого металу, металу шва або зварного з'єднання.

Кожна партія повинна складатися з електродів однієї марки, одного діаметра.

Усі вхідні в партію електроди повинні бути виготовлено за одним технологічним процесом, на однотипному обладнанні, з використанням стрижнів з дроту однієї марки з постійним складом покриття з компонентів одних і тих же партій. Партія електродів зі стрижнями з легованої або високолегованої дроту повинна бути виготовлена з використанням дроту однієї партії.

Примітки:

1. Визначення партії дроту - по ГОСТ 2246-70.

2. У випадках, встановлених стандартом або технічними умовами на електроди конкретної марки, за згодою споживача допускається виготовлення партії електродів з використанням стрижнів з легованого або високолегованого дроту двох або кількох партій, близьких але хімічним складом металу. При цьому партії повинні складатися з дроту однієї марки, одного діаметра, одного призначення і одного виду поверхні.

Для перевірки відповідності електродів вимогам якості покриття та строку придатності з різних пакувальних місць, але не менше ніж з десяти, або на виході з прожарювальної печі (не менше десяти відборів з конвеєра через рівні проміжки часу або з різних візків) відбирають 0,5 % електродів від кожної тонни, що входить в партію, але не менше 10 і не більше 200 електродів від партії. Відібрані електроди піддають огляду без застосування збільшувальних приладів і вимірюванню (при позитивних результатах перевірки електроди, відібрані за цим параграфом, можуть бути використані для інших видів випробувань).

Для перевірки відповідності електродів вимогам, коефіцієнта маси покриття і вмісту вологи в покритті для кожного виду випробувань з різних пачок або коробок відбирають не менше трьох електродів від кожної тонни, що входить в партію, але не менше п'яти і не більше 25 електродів від партії.

Від кожної партії електродів, що пройшли вище вказані

перевірки повинні бути відібрані електроди для перевірки зварювально-технологічних властивостей, хімічного складу наплавленого металу і механічних властивостей металу шва, наплавленого металу або зварного з'єднання, а також спеціальних властивостей і характеристик наплавленого металу, металу шва або зварного з'єднання (вмісту феритної фази, стійкості проти міжкристалітної корозії і ін.) - в кількості, необхідній для виконання відповідних проб і зразків, передбачених цим стандартом і стандартами або технічними умовами на електроди конкретної марки.

При отриманні незадовільних результатів перевірки в частині міцності або коефіцієнта маси покриття проводять повторну перевірку на подвійній кількості електродів, відібраних від партії. Результати повторної перевірки є остаточними і поширюються на всю партію.

При отриманні незадовільних результатів перевірки по частині вмісту вологи в покритті або по розмірам та кількості пор, виявлених в металі шва або в наплавленому металі при перевірці зварювально-технологічних властивостей, допускається повторне прожарювання всіх електродів контрольованої партії з подальшою перевіркою відповідних показників.

При отриманні незадовільних результатів перевірки в частині хімічного складу наплавленого металу, механічних і спеціальних властивостей і характеристик металу шва, наплавленого металу або зварного з'єднання допускається повторне виконання відповідних проб і подвоєного числа зразків для перевірки показників, за якими було отримано незадовільний результат. Результати повторної перевірки є остаточними.

Для перевірки відповідності електродів вимогам перевірки при вільному падінні з різних пачок або коробок відбирають не менше 5 електродів від кожної тонни, що входить в партію, але не менше 10 і не більше 50 електродів від партії.

### **2.3 Методи випробувань покритих електродів**

Довжину електрода  $L$ , довжину зачищеного від покриття кінця  $l$ , сумарну довжину кінця  $l_i$  ділянки переходу і протяжність вм'ятин, тріщин і ділянок сітчастого розтріскування на поверхні покриття

вимірюють з похибкою 0,1 мм.

Протяжність оголеності стрижня, глибину вм'ятин, задрів і розміри пір на поверхні покриття вимірюють з похибкою 0,1 мм.

Різниця товщини покриття  $e$  визначають в трьох місцях електрода, зміщених щодо один одного на 50-100 мм по довжині і на  $120^\circ \pm 15^\circ$  по колу.

Величину ( $e$ ) в міліметрах обчислюють за формулою

$$e = S - S_1$$

Допускається перевірка різниці товщини покриття іншими методами і спеціальними приладами (магнітними, смісними і ін.), які забезпечують необхідну точність вимірювання.

Оцінку результатів перевірки міцності покриття проводять зовнішнім оглядом випробуваних електродів і вимірюванням виявлених відколів покриття з похибкою 1 мм.

Зміст вологи в покритті визначають доведенням знятого з кожного контрольованого електрода покриття до постійної маси при наступних температурах:

$400 \pm 10^\circ \text{C}$  - для основного покриття;

$180 \pm 10^\circ \text{C}$  - для кислого і рутилового покриттів;

$110 \pm 5^\circ \text{C}$  - для целюлозного покриття.

Для інших і змішаних видів покриттів, а також для кислого і рутилового покриття, які мають целюлозу, температуру приймають відповідно до вказівок стандартів або технічних умов на електроди контрольованої марки.

Зміст вологи в покритті ( $B_n$ ) у відсотках обчислюють з похибкою 0,1 % за формулою

$$B_n = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100$$

де  $m_1$  – вихідна маса покриття, г;

$m_2$  - постійна маса покриття, г.

Масу визначають зважуванням з похибкою 0,01 г. Допускається визначати вміст вологи в покритті іншими методами, що забезпечують необхідну точність.

Коефіцієнт маси покриття ( $K_n$ ) у відсотках обчислюють з похибкою 0,1 % за формулою

$$K_n = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100$$

де  $m_1$  - маса покритої частини електрода, г;

$m_2$  - маса стрижня цієї ж частини електрода, м

Масу визначають зважуванням з похибкою 0,1 г.

При перевірці зварювально-технологічних властивостей електродів, призначених для зварювання сталей, електродами контрольованій партії виконують один односторонній зварний тавровий зразок і один двосторонній зварний тавровий зразок.

У випадках, встановлених стандартами або технічними умовами на електроди конкретної марки, замість одностороннього зварного таврового зразка виконують трубний зварний стиковий зразок.

Примітки:

1. На двосторонніх зварних таврових зразках перевіряють схильність швів до утворення тріщин.

2. Якщо стандартом або технічними умовами на електроди контрольованої марки передбачена більш жорстка проба для перевірки схильності швів до утворення тріщин, виконання двосторонніх зварних таврових зразків не є обов'язковим.

3. У випадках, встановлених стандартом або технічними умовами на електроди контрольованої марки, виконання двосторонніх зварних таврових зразків допускається не виконувати, однак виробник зобов'язаний забезпечити відсутність схильності до утворення тріщин в зварних швах, виконаних електродами даної партії, відповідно до вимог цього стандарту.

Для виготовлення зварних зразків при перевірці зварювально-технологічних властивостей електродів для зварювання вуглецевих конструкційних сталей слід використовувати пластини зі сталі марки Ст3сп по ГОСТ 380-88 і труби зі сталі марки 20 по ГОСТ 1050-74.

Якщо електроди призначені для зварювання як вуглецевих, так і низьколегованих конструкційних сталей, марки сталі пластин і труб повинні відповідати зазначеним в стандарті або технічних умовах на електроди контрольованої марки.

Для виготовлення зварних зразків при перевірці зварювально-технологічних властивостей електродів для зварювання низьколегованих, легованих і високолегованих сталей слід використовувати пластини і труби зі сталі, для зварювання якої призначені електроди контрольованої марки.

Якщо електроди призначені для зварювання сталей декількох марок або для зварювання сталі, з якої листовий прокат, і труби не виготовляються, марки сталі пластин і труб повинні відповідати зазначеним в стандарті або технічних умовах на електроди контрольованої марки.

Допускається заміна пластин з низьколегованих і легованих сталей пластинами зі сталі марки Ст3сп по ГОСТ 380-88 і пластин з високолегованих сталей пластинами з інших сталей того ж структурного класу. За умови попереднього наплавлення пластин контрольованими електродами не менше ніж в три шари в місцях накладення зварних швів і на прилеглих до них ділянках шириною не менше 25 мм з механічною обробкою наплавлених поверхонь.

Контроль здійснюється відповідно до норм, встановлених ГОСТ. Або технічними умовами на електроди конкретних марок. Кількість електродів, відібраних для перевірки, становить від 10 до 200 шт. Відібрані електроди оглядають без застосування збільшувальних приладів і проводять необхідні виміри.

З похибкою, не більше 1 мм вимірюють довжину електрода, довжину зачищеного від покриття кінця і довжину ділянки переходу. З такою ж точністю визначають протяжність вм'ятин, волосяні тріщини і ділянок сітчатого розтріскування на поверхні покриття. Кривизну електродів, протяжність оголеності стрижня, глибину рисок, вм'ятин, задирів і розміри пор на поверхні покриття вимірюють з похибкою 0,1 мм. Граничні відхилення довжини і кривизни електродів не повинні перевищувати норм, наведених в табл. 2.4

Контактний край електрода повинен бути вільний від покриття, що забезпечує при зварюванні необхідний контакт і нормальне збудження дуги. При цьому краще, якщо покриття у контактного торця зачищено на конус з кутом від вертикалі до осі електрода 15-40°.

Шорсткість поверхні покриття перевіряють порівнянням з еталонними електродами-зразками.

Найважливішою характеристикою точності виготовлення

електродів є різниця товщини покриття електрода в діаметрально протилежних ділянках (рис. 2.3) Відомо негативний вплив цього показника на розбризкування електродного металу, формування наплавленого валика, технологічну маневреність при наплавленні в різних положеннях.

Таблиця 2.4 - Граничні відхилення кривизни електродів

Група якості	Граничні відхилення	
	довжини електрода, мм	кривизни електрода, % від довжини
1	3,0	0,4
2	2,0	0,2



Рисунок 2.3 - Схема різнотовщинності покриття

Різнотовщинність покриття, в свою чергу, залежить від якості обмазувальної маси, кваліфікації персоналу, технічного рівня і стану обладнання. Згідно ГОСТ 9466-75, різниця товщини покриття визначають мікрометром у трьох перетинах електрода, зміщених по довжині відносно один одного на 50-100 мм з похибкою 0,01 мм (рис. 2.4), також можливо використання спеціального приладу для контролю різнотовщинності.

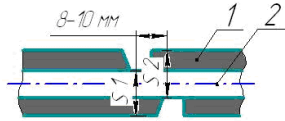


Рисунок 2.4 - Схема визначення різнотовщинності

#### 2.4 Аналіз причин різнотовщинності електродів і способи попередження

З огляду на практичний досвід електродного виробництва, статистичні дані про якість електродів заводів Росії, України і багатьох західних фірм, можна стверджувати, що найважливішими чинниками, що визначають якість електродів за показником різнотовщинності покриття, є кваліфікація месильщика і оператора преса. Перший з них якісно повинен підготувати обмазувальну масу а другий - досить швидко регулювати положення втулок в голівці преса, забезпечуючи при цьому їх відносне зміщення, що не перевищує половини допустимої стандартом різнотовщинності покриття для електродів відповідного діаметру. Остання вимога майже універсально, а його реалізація на практиці досить ефективна і не залежить від конструкції головки електрообмазочні преса.

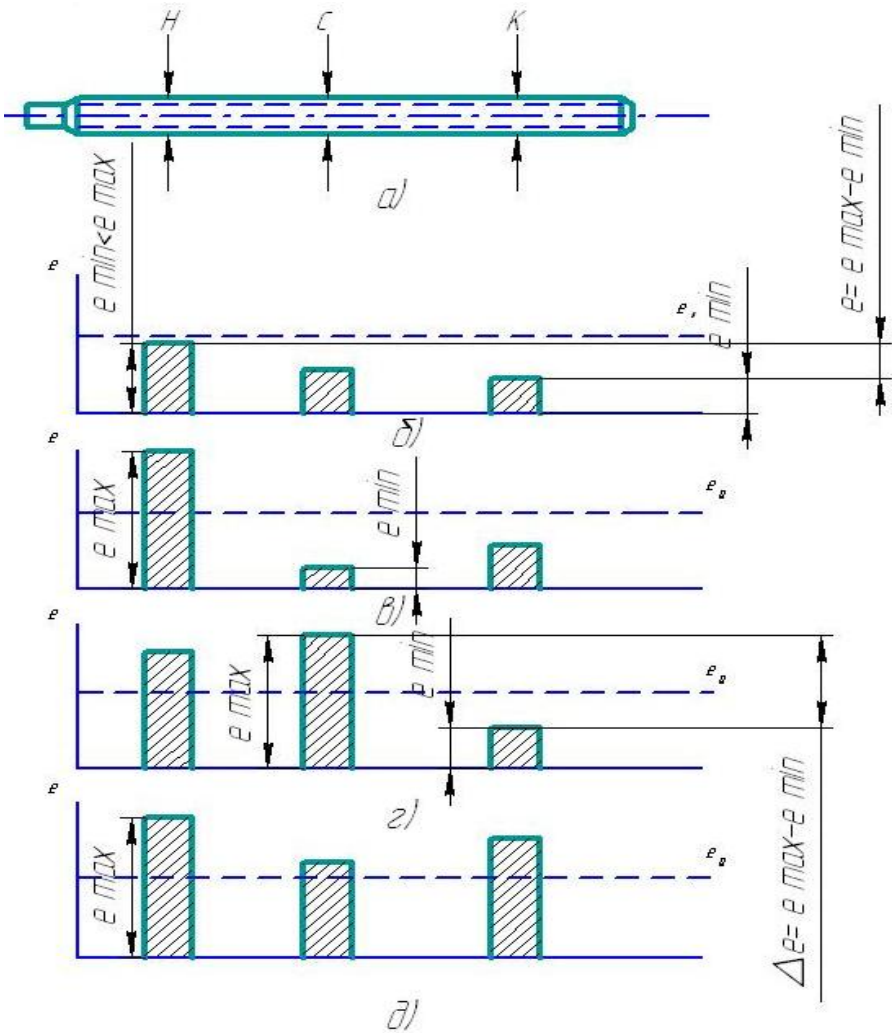
Щоб отримати об'єктивну інформацію про вплив на різнотовщинність якості підготовки обмазувальної маси і точності регулювання втулок в голівці преса слід відібрати довільно 30 (або 40) електродів від одного "замісу" (представницька вибірка з партії електродів, виготовлених з однієї порції обмазувальної маси), потім визначити різнотовщинність відповідно до стандарту і зафіксувати результати вимірювання.

Схема вимірювання різнотовщинності покриттів і умовні позначення перерізів Н, С і К наведені на рис. 2.5, а.

Результати вимірювання різнотовщинності в трьох перетинах фіксують в таблиці і визначають  $\Delta e$  різницю між максимальним  $e_{\max}$  і мінімальним  $e_{\min}$  значеннями різнотовщинності  $\Delta e$  для кожного електрода:

$$\Delta e = e_{\max} - e_{\min}$$





а), б) - допустима різновтовщинність, в-д - наднормативна різновтовщинність

Рисунок 2.5 - Схема вимірювання різновтовщинності покриття і варіанти її розташування по довжині електрода в трьох перетинах

Інтегральний показник якості обмазувальної маси або відповідної партії електродів

$$\Delta e_n = \frac{\sum_{i=1}^n (e_{\max} - e_{\min})}{n}$$

де  $n$  - кількість електродів в прийнятій вибірці.

Якщо значення  $\Delta e_{\text{cp}} \leq 0,05$  мм свідчать про задовільну якість підготовки - перемішування, однорідності, обмазувальної маси гарній налаштування головки. Якщо приватні значення  $\Delta e$  для одного електрода знаходяться в межах 0,06-0,1 мм, а їх частка у вибірці становить понад 15 %, це означає, що тривалість перемішування обмазувальної маси недостатня і можливо не якісно була проведена настройка головки.

При значеннях  $\Delta e > 0,1$  мм і їх частці у вибірці більше 10 % слід перевірити зазори між скребками і внутрішніми поверхнями змішувача, а також повноту очищення цих поверхонь. Якщо частка приватних значень  $\Delta e$  в межах 0,06 - 0,1 мм складає більше 20 %, це вказує на те, що обмачочну масу слід було б "домісити" ще протягом 20-40 с.

Якщо частка приватних значень  $\Delta e$  в аналізованій вибірці більше 50 %, то це пов'язано виключно з невдалою установкою інструменту в голівці преса, чому могло сприяти в значній мірі низька якість обмазувальної маси.

### **3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ**

1. Дроти для виготовлення електродних стрижнів. Умови поставки. Критерії оцінки якості при вхідному контролі. Правила зберігання.
2. Вхідний контроль електродних покриттів
3. Вимоги до готових стрижнів - стріла прогину, граничні відхилення довжини, величина заусениць, хвилястість та ін. Методи контролю. Причини дефектів і способи усунення.

4. Вимоги до гранулометричного складу матеріалів і способи контролю.
5. Контроль якості готового скла.
6. Вимоги до покриття електродів після їхньої термообробки.
7. Причини утворення тріщин у покритті електродів.  
Спухання покриття.
8. Контроль якості готової продукції.
9. Правила пакування та маркування.

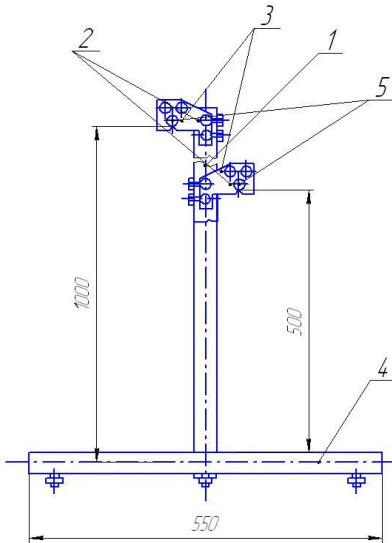
#### **4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ**

1. Електроди 20 шт.
2. Мікрометр ГОСТ 6507-90.
3. Щупи ГОСТ 882-75.
4. Прилад ПКР-3 для контролю різновтовщинності.

Технічні характеристики приладу ПКР-3:

- діаметр стрижня, мм 1,6-5;
- товщина покриття, мм 0,35-2;
- діапазон вимірювання різниці товщини
- покриття і установки допуску, мм 0,01-0,5;
- дискретність, мм 0,01;
- час вимірювання, с., не більше 3;
- напруга харчування, В 220;
- споживана потужність, В·А 20;
- габаритні розміри, мм 300 x 200 x 110.

5. Спеціальний штатив для визначення міцності покриття (рис. 4.1).



1 - стійка, 2 - нерухомі опори для електродів, 3 - кришка, що відкидується; 4 - підстава-плита, 5 - електрод

Рисунок 4.1 - Зовнішній вигляд штатива для визначення міцності покриття

## 5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

При виконанні роботи не допускати можливості нанесення травм при випадковому падінні зразків чи нанесенні подряпин їх гострими кромками.

## 6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

За кресленнями вивчити конструкцію лабораторного пресу для виготовлення, покритих електродів.

Отримати у викладача 15 – 20 шт. дослідних електродів.

Провести контроль електродів методами розглянутими в розділі 2.4 даних методичних рекомендацій на відповідність вимогам за розділом 2.2.

Побудувати стовбчасті діаграми розподілу різнововщинності покриття за схемою приведеній на рис. 2.5.

Провести аналіз отриманих результатів спираючись на дані розділу 2.5.

Результати роботи оформити у вигляді звіту.

## 7 ЗМІСТ ЗВІТУ

Назва та мета роботи, номер групи та прізвище студента.

Загальні відомості про покриті електроді, технічні вимоги до їх якості, схема виробництва.

Результати контролю якості досліджених електродів та висновки відносно можливих причин браку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и технические условия. Издательство стандартов. М.:1993

2. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. Издательство стандартов. М.: 1993

3 Петров Г.Л. Сварочные материалы. - Л.: Машиностроение. 1972. - 279 с.

4. Тархов Н.А., Сидлин З.А., Рахманов А. . Производство металлических электродов. - М: Высшая школа, 1986. - 288 с.

5. Сварочные материалы для дуговой сварки т. 1. Под редакцией Потапова Н.Н. – М: Машиностроение. 1989.- 544 с.

6 Зварювальні матеріали для зварювання сталей і чавуну (електроди, флюси, дріт) Довідник під ред. В.Н. Горпенюка. - К: Наукова думка-1994. 622 с.

7 Сидлин З.А., Гольдинберг П.И. Автоматизация производства сварочных материалов – ключ к повышению стабильности их качества. Экспозиция – 2008. №4. - С. 5-6

8. Гарник И.И., Пиолунковский Г.М. Производство металлических электродов. – М: Металлургия. 1975. – 119 с.

9. Сидлин З.А. Производство электродов для ручной дуговой сварки.- К.. Экотехнологія, 2009. – 464 с.

10 ГОСТ Р ИСО 9001-2001 Система менеджмента качества. Требования. ИПК Москва: Издательство стандартов. – 2001