

## ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЗВАРЮВАННЯ ПІД ВОДОЮ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ЗВАРНОГО ШВА

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Класичне підводне зварювання супроводжується значними труднощами як технологічного так і металургійного характеру, а якість отриманих з'єднань значною мірою залежить від кваліфікації зварника. В роботі запропоновано підхід який дозволяє виключити вплив людського фактору на процес формування зварного шва, шляхом реалізації підводного зварювання лежачим покритим електродом. Розглянуто вплив режимів та просторового розміщення електроду на якість зварних швів сформованих під водою.*

**Ключові слова:** Зварювання під водою, лежачий електрод, підводне різання, людський фактор.

### *Abstract*

*Classical underwater welding is accompanied by considerable technological and metallurgical difficulties, and the quality of the resulting compounds largely depends on the qualifications of the welder. The paper proposes an approach that eliminates the influence of the human factor on the process of weld seam formation, through the implementation of underwater welding by a laminate coated electrode. The influence of modes and spatial positioning of the electrode on the quality of welds formed under water is considered.*

**Keywords:** Welding under water, lying electrode, underwater cutting, human factor.

### **Вступ**

Зварювання під водою широко використовується під час будівництва гідротехнічних споруд, ремонту кораблів і підводних частин портових і нафтопромислових металевих конструкцій [1-2]. Суть процесу зварювання під водою полягає в тому, що теплота дуги випаровує і розкладає воду, створюючи навколо дуги газову порожнину. В процесі такого зварювання виникають труднощі пов'язані з обмеженою видимістю в наслідок інтенсивного газовиділення та ускладненою рухливістю зварника за рахунок громіздкого спорядження. В таких умовах праці не завжди вдається забезпечити необхідну якість зварних з'єднань, не дивлячись на досить високу кваліфікацію зварників.

Одним із шляхів зменшення впливу людського фактору на якість отриманих з'єднань є використання технології зварювання лежачим електродом [3]. Однак опису застосування таких технологій під водою в оглянутих літературних джерелах не знайдено.

Метою роботи є дослідження впливу параметрів зварювання а саме: величини зварювального струму, просторового положення електрода на якість формування шва при зварюванні під водою лежачим електродом.

### **Результати дослідження**

Для проведення експериментальних досліджень було використано штучні покриті електроди марки АНО-36 діаметром 3-6 мм, ємність заповнена водою, джерело електричного струму Selma ВДМ 6303s у комплексі з баластним реостатом РБ-302. Процес зварювання лежачим електродом виконували у горизонтальному, вертикальному та стельовому положенні (рис. 1). Для цього електрод, опускали в посудину заповнену водою, і фіксували на досліджуваному зразку в необхідному положенні. Класично при виконанні з'єднань під водою перед початком зварювання виконується продувка для створення повітряного пузиря в якому запалюється дуга [4-5]. Нами розроблена та використана технологія запалювання дуги за якою торець електрода замикається з досліджуваним зразком через тонкий дріт, який швидко розплавлявся, тим самим утворюючи при нагріванні повітряний пузир в якому запалюється дуга.

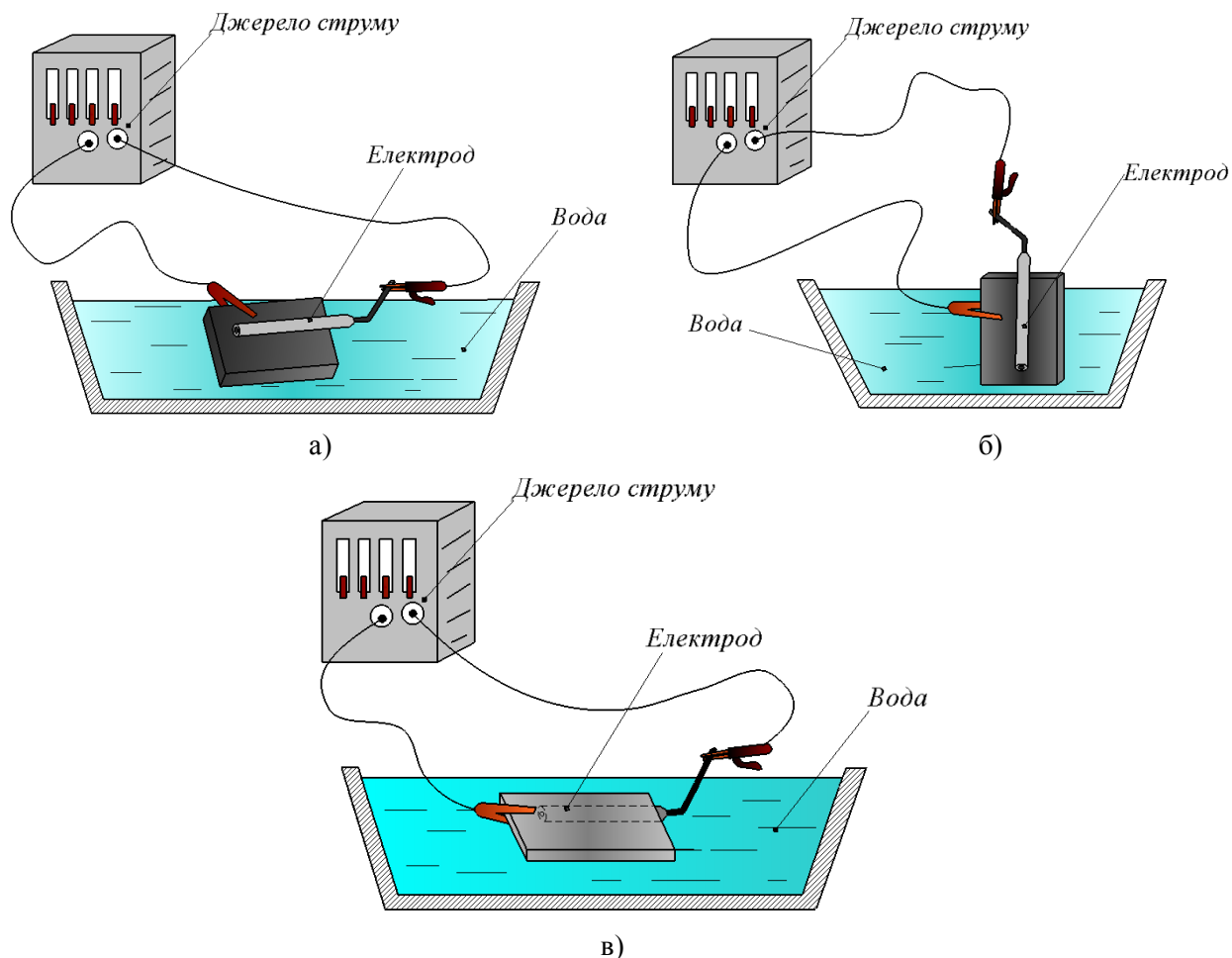


Рисунок 1 – Схема зварювання під водою лежачим електродом у: а) горизонтальному положенні; б) вертикальному положенні; в) стельовому положенні.

Основними параметрами режиму ручного дугового зварювання є діаметр електроду, сила, рід та полярність струму. Експериментально встановлено, що зі збільшенням діаметру електроду покращується стабільність горіння дуги під водою, збільшується переріз сформованого шва та його однорідність. В процесі зварювання електродом діаметром більше 5 мм спостерігалось надмірне дугтя, яке призводило до розбризкування та нерівномірності зварного шва, тому оптимальним є використання електродів діаметром 4-5 мм. В результаті проведених експериментів було з'ясовано, що зварювання під водою лежачим електродом можливе у широкому діапазоні зварних струмів, однак від їх величини залежить якість зварного шва, особливо у положеннях відмінних від нижнього. Так при зварюванні у нижньому положенні електродом діаметром 4 мм процес стабільний починаючи зі 100 А. При подальшому збільшенні сили струму зростає глибина проплавлення та продуктивність процесу. Разом з тим зі збільшенням струму більше 180 А спостерігається підвищене дугтя дуги та розбризкування.

Інтенсивне тепловідведення від реакційної зони зварювання під водою дозволяє виконувати вертикальне зварювання з гори в низ, що практично не можливе при звичайних умовах покритим електродом. Однак для забезпечення якісного формування шва потрібно більш ретельно обирати силу зварного струму, яка для електродів діаметром 4 мм становить 140-150 А.

Зварюванням у стельовому положенні лежачим електродом вдалося отримати якісні зварні шви на струмах до 140 А. З подальшим збільшенням струму шов формувався зі збільшеним неоднорідним підсиленням.

Проведеними дослідженнями також встановлено, що зі зменшенням товщини зварюваних деталей, менше 3 мм якісного з'єднання досягти не вдалося, оскільки при встановленні оптимальних режимів, які забезпечують стабільне горіння дуги, відбувається прогорання деталей. Позитивною

стороною цього процесу є можливість використання лежачого електроду для різання тонколистових конструкцій, яке можна виконувати по криволінійних траєкторіях шляхом вигинання електроду.

## Висновки

Проведеними експериментальними дослідженнями доведено придатність технології зварювання лежачим електродом для використання під водою. Розроблено технологію запалювання дуги з використанням дрітків малого перерізу, яка дозволяє позбутись використання продувки перед зварюванням. Досліджено вплив величини зварювального струму на процес формування зварного шва у різних просторових положеннях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакалець Д. В. Технологія підводного зварювання здвоєним електродом [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець, В. В. Вергелес // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2942>.

2. Каховський М. Ю. Розробка нових зварювальних матеріалів для мокрого підводного зварювання високолегованої корозійностійкої сталі/ М. Ю. Каховський. Технологія органічних и неорганічних речовин. – Київ. – 2015. – № 5/7(25) – С. 33–35.

3. Бакалець Д. В. Отримання зносостійких покриттів наплавкою лежачим електродом під шаром флюсу [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2999>.

4. Каховський М. Ю. Порошковий самозахисний дріт для підводного зварювання високолегованої корозійностійкої сталі 12X18H10T/ М. Ю. Каховський. // Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії наук України. – 2014. – № 11(14) – С. 12–15.

5. Каховський М. Ю. Інноваційна технологія механізованого мокрого зварювання високолегованої корозійностійкої сталі/ М. Ю. Каховський. // Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії наук України. – Київ. – 2015. – № 11(4) – С. 25–31.

Шугайло Олег Іванович — студент групи 13В–15Б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: [1zv.15b.shugailo@gmail.com](mailto:1zv.15b.shugailo@gmail.com) ;

Бакалець Дмитро Віталійович — доцент, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [BacaletsDima@gmail.com](mailto:BacaletsDima@gmail.com).

Shugsilo Oleg I.—student of 1 zv-15b, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,e-mail: [1zv.15b.shugailo@gmail.com](mailto:1zv.15b.shugailo@gmail.com);

Bacalets Dmutro V. — P. teacher, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: [BacaletsDima@gmail.com](mailto:BacaletsDima@gmail.com).