

**85. Ткаченко Г.О., Поляков А.М., Курлов В.І., Відокремлений структурний підрозділ «Старобільський фаховий коледж Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля», с. Старобільськ, Україна.**

### **РОЗРОБКА ЗАПОБІЖНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВОДНЕВО-КИСНЕВОЇ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ**

У ремонтному виробництві АПК нашої країни широко використовується газове зварювання та наплавлення. Сутність процесу газового зварювання полягає в тому, що зварюваний і присадний метали розплавляють в полум'ї, що утворюється при згорянні будь-якого пального газу суміші з киснем. Традиційно для газового зварювання застосовують ацетилен, який отримують, як правило, з карбіду кальцію, що виробляється з дорогого коксівного вугілля.

Нині для газового зварювання, поряд з ацетиленом, застосовують й інші горючі гази або їхні суміші, наприклад, пропан-бутан, водень тощо. Один із перспективних горючих газів водень [1], одержуваний із невичерпного дешевого джерела - води, намагаються використовувати як паливо для двигунів внутрішнього згорання (Японія), а також як пальне для зварювання (Україна, Китай, США та ін.). Для газового зварювання водень отримують електролізом води у спеціальних водневих генераторах (електролізерах) шляхом розкладання води на складові ( $H_2$  та  $O_2$ ), під впливом електричного струму.

Водень має нижчу температуру полум'я ( $2600^\circ C$ ) порівняно з ацетиленом ( $3200^\circ C$ ). Однак, попереднє осушення воднево-кисневої газової суміші та технологічні доробки стандартних пальників дозволяють досягти температури полум'я воднево-кисневої суміші до  $3000^\circ C$ , що можна порівняти з температурою горіння ацетилену.

Водень у суміші з киснем утворює вибухову суміш – гримучий газ і тому, при використанні його при газовому зварюванні, потрібне суворе дотримання правил техніки безпеки. Це пов'язано з тим, що в процесі роботи воднево-кисневої зварювальної установки, можлива поява зворотного удару полум'я, тобто проникнення фронту горіння полум'я всередину каналів сопла пальника і поширення його назустріч потоку горючої суміші.

Можливість зворотного удару полум'я переважно визначається співвідношенням між швидкістю руху суміші  $w$  і так званою нормальною швидкістю займання суміші  $u$ . Довжина ядра полум'я  $L$  зростає із збільшенням відношення  $w/u$ . За якоїсь величини  $w/u$  настає відрив полум'я від сопла. При зменшенні відношення  $w/u$  довжина ядра  $L$  зменшується і за  $w/u = 1$  маємо  $L=0$ . У цьому випадку фронт полум'я перетворюється на площину і горіння може пройти всередину каналу сопла, що відповідає початковому моменту зворотного удару полум'я та ударної хвилі. Збільшення вмісту кисню в горючій суміші також підвищує нижню межу середньої швидкості закінчення суміші, при якому можливий зворотний удар полум'я.

У газозварювальних установках застосовують різні запобіжні пристрої [2] (так звані затвори), гідравлічні (водяні) та сухі (вогнеперегородники), які розміщують між пальником та джерелом надходження пального газу.

Для газів-замінників ацетилену використовують сухі затвори, де полум'я гаситься керамічними вставками. Проте, у зв'язку з тим, що водень має велику проникаючу здатність та швидкість горіння, використання керамічних вставок для воднево-кисневих зварювальних установок є неефективним.

Для мобільних воднево-кисневих зварювальних установок застосування водяних затворів обмежується тим, що зворотний удар полум'я відбувається з високою швидкістю та тиском. Щоб захистити генератор гримучого газу (електролізер) від проникнення полум'я та ударної хвилі, потрібний водяний затвор великого обсягу, що збільшить розміри установки для зварювання. Поряд з цим, проходячи через водяний затвор, газова воднево-киснева суміш додатково насичується вологою, що призводить до зниження температури воднево-кисневого полум'я, знижує якість зварного шва і вимагає додаткових зусиль для осушення газової суміші.

Таким чином, актуальним завданням для вдосконалення сучасного прогресивного способу газового зварювання є розробка конструкції запобіжного пристрою у вигляді сухого затвора для зварювальної установки (рис.1).

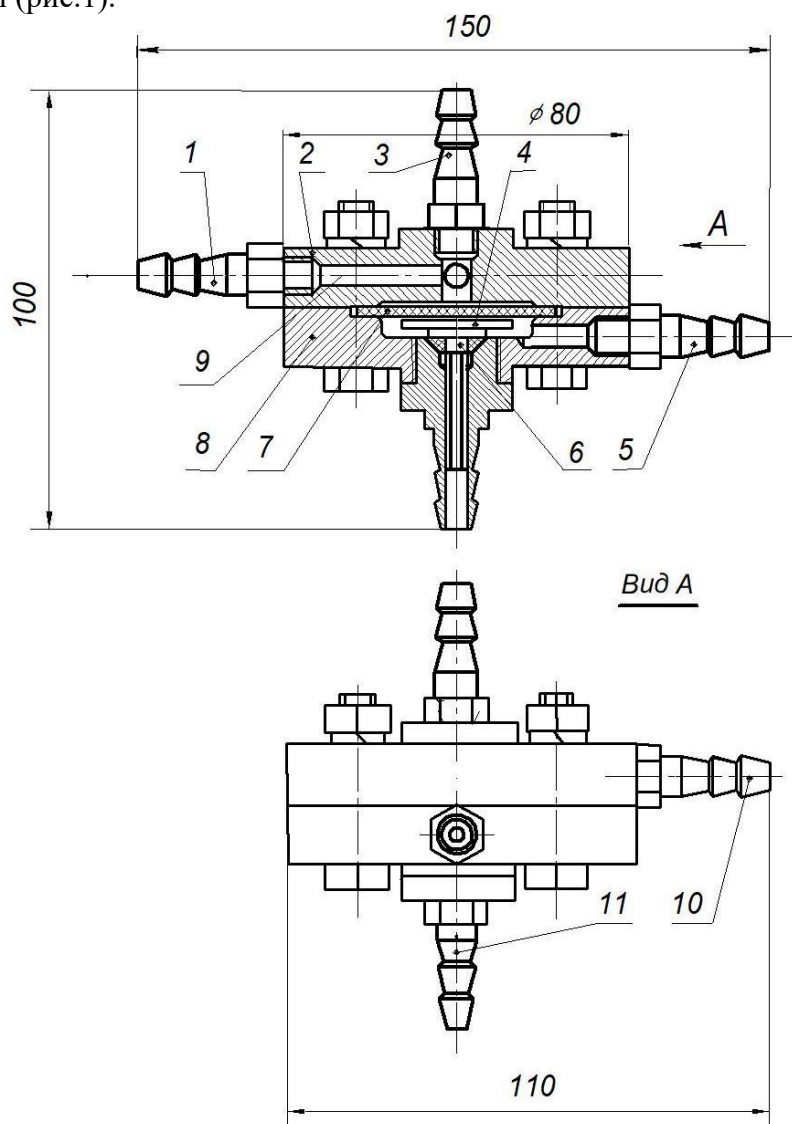


Рис. 1. Сухий затвор для воднево-кисневої зварювальної установки:

1-вихідний штуцер (до пальника); 2- верхня частина корпусу; 3-верхній вихідний штуцер (до збагачувача); 4-тарілка клапана; 5-вихідний проміжний штуцер; 6-захисний клапан; 7-мембрана; 8-нижня частина корпусу; 9-радіальний вхідний отвір; 10-вхідний проміжний штуцер; 11-вхідний первинний штуцер із корпусом клапана.

Сухий затвор утворюється з роз'ємного корпусу, що складається з двох частин - верхньої 2 і нижньої 8, стягнутих чотирма болтами. У корпусі виконані радіальні та осьові отвори, призначені для переміщення по них горючої суміші. Принцип роботи сухого затвора полягає в наступному: горюча суміш від електролізера по шлангу надходить до вхідного штуцера 11, який одночасно є і корпусом клапана 6. Потім газова суміш переміщується через штуцер 5 по обвідному шлангу (довжина 1 метр) до штуцера 10, до центральної частини корпусу затвора, де розділяється на два потоки, один з яких переміщує незбагачену газову суміш через вихідний штуцер 1 до зварювального пальника, а другий

потік через верхній вихідний штуцер 3 транспортує газову суміш до барботера збагачувача, а потім до зварювального пальника.

У технології газополум'яної обробки металів істотне значення має процес горіння горючих газів у кисні. Температура, форма і будова полум'я при спалюванні водню з киснем залежить від складу горючої суміші — співвідношення обсягу водню і кисню:  $b_0 = VO_2 / VH_2$ .

Залежно від цього співвідношення воднево-кисневе полум'я може бути нормальним, наводненим або окисним. Для практичних завдань зварювання низьковуглецевих сталей потрібне нормальне полум'я із співвідношенням  $b_0 = 0,25 \dots 0,4$ . Однак сучасні електролізно-водні апарати генерують суміш із співвідношенням  $b_0 = 0,5$ , і зварювальне полум'я носить окислювальний характер. Нейтралізацію дії кисню на зварювальну ванну та отримання нормального полум'я є можливим здійснити шляхом збагачення газової суміші парами вуглеводневих сполук (бензину, спирту, ацетону та ін.) у барботері збагачувача. Їх вибирають з урахуванням можливості максимального насичення воднево-кисневої суміші парами сполук з метою підвищення теплотворної здатності полум'я. Це досягається шляхом регулювання співвідношення  $VO_2 / VH_2$  кранами газового пальника.

У разі виникнення зворотного удару фронт полум'я і вибухова хвиля від газового пальника проходять через штуцер 1 радіальним отвором 9 сухого затвора і надходять до його центральної частини та деформують мембрану 7, яка впливає через тарілку 4 на клапан 6, котрий перекриває надходження горючої суміші від електролізера через штуцер 11. Фронт полум'я, продовжуючи свій рух від центральної частини корпусу затвора через штуцер 10 по обвідному шлангу до штуцера 5 загасає, досягнувши до попередньо перекритого клапаном 6 отвору вхідного штуцера 11.

Експериментальний зразок сухого затвора, виготовлений за пропонованою конструкцією, був встановлений на воднево-кисневій газозварювальній установці і випробуваний у виробничих умовах. Під час роботи зварювальної установки штучно багаторазово створювалися умови для реалізації зворотного удару і при цьому не спостерігалось жодного випадку збою в роботі сухого затвора. У зв'язку з викладеним пропоновану конструкцію сухого затвора можна рекомендувати до впровадження в установках газового зварювання з використанням будь-яких горючих газів.

#### **Список використаних джерел**

1. <https://dpairgas.com.ua/?p=2181&srsltid=AfmBOopmEUDjC3pJsvIpqgPgm07lKAaJy1dzb-NZpLU5jX0bfvFcqOnm> (дата звернення: 01.04.2025).

2. ДСТУ ISO 5175:2009 Устаткування для газового зварювання, різання та споріднених процесів. Запобіжні пристрої для палих газів та кисню чи стисненого повітря. Загальні технічні умови, вимоги та методи випробування.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ**



## **ЗБІРНИК ТЕЗ**

*XI Міжнародної науково-практичної конференції*  
**«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій  
та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»**

<https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>



**11 квітня 2025 року**  
**м. Житомир**

<https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>

УДК 631.2:621.017:615.281:340(477)

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь. PTDSTSAMT-2025» з нагоди 30-річчя започаткування підготовки ОС «Бакалавр» за спеціальністю «Агроінженерія». 11 квітня 2025 року. МОН України. Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Житомир. 2025. 333 с. <https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>.

***Рекомендовано до друку методичною радою Житомирського агротехнічного фахового коледжу МОН України (протокол від 10.04.2025 р. № 6)***

Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference "Prospects and Trends in Development of Structures and Technical Service of Agricultural Machinery and Tools. PTDSTSAMT-2025." on occasion of the 30th anniversary of the initiation of the preparation of the Bachelor's Entity in the specialty "AgroEngineering". April 11, 2025. Ministry of Education and Science of Ukraine. Zhytomyr Agrotechnical Professional College. Zhytomyr. 2025. 333 p. <https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів Житомирського агротехнічного фахового коледжу, провідних вітчизняних і закордонних закладів вищої освіти та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The collection presents abstracts of reports by scientific and pedagogical workers, researchers, postgraduates and students of the Zhytomyr Agrotechnical Professional College, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, which consider the completed stages of development.

*Передрук або інше відтворення в будь-якій формі в цілому або частково матеріалів, опублікованих у цьому віданні, дозволено лише за посиланням на джерело і дотриманням вимог законодавства*