

О. Г. Левченко, д-р техн. наук,  
О. Ю. Арламов (НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)

## МОБІЛЬНИЙ ЗАХИСНИЙ ЕКРАН ДЛЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

*Наведено результати аналізу засобів захисту працюючих від ультрафіолетового випромінювання, що створюється зварювальною дугою. Обґрунтовано необхідність створення засобів захисту від зазначеного шкідливого та небезпечного виробничого фактора працівників, які знаходяться поряд і не мають необхідних засобів індивідуального захисту. Наведено результати розробки та випробувань запропонованого мобільного захисного екрану.*

**Ключові слова:** зварювальна дуга, шкідливі та небезпечні виробничі фактори, ультрафіолетове випромінювання, засоби індивідуального захисту.

*Приведены результаты анализа средств защиты работающих от ультрафиолетового излучения, создаваемого сварочной дугой. Обоснована необходимость создания средств защиты от указанного вредного и опасного производственного фактора работников, находящихся рядом и не имеющих необходимых средств индивидуальной защиты. Приведены результаты разработки и испытаний предложенного мобильного защитного экрана.*

**Ключевые слова:** сварочная дуга, вредные и опасные производственные факторы, ультрафиолетовое излучение, средства индивидуальной защиты.

*The results on the analysis of protective equipment from UV radiation produced by welding arc are provided. The evidence of necessity for development of protection from mentioned harmful and hazardous occupational factors for workers being around, that don't have necessary personal protective equipment, has been given. The results on the development and on the test run of the suggested mobile protection shield are reported.*

**Keywords:** arc welding, harmful and dangerous production factors, ultraviolet radiation personal protective equipment.

Під час застосування усіх видів електродугового зварювання згідно з вимогами безпеки зварник використовує засоби індивідуального захисту (далі – ЗІЗ): очі захищені світлофільтром, який підбирається з урахуванням

яскравості та спектрального складу оптичного випромінювання (далі – ОВ); маска, спецодяг і рукавиці не залишають відкритих ділянок шкіри. Таким чином, при дотриманні зварником вимог безпеки небезпечним впливом ОВ можна знехтувати. Але дослідження [1–3] довели, що рівні інтенсивності ультрафіолетового випромінювання (далі – УФВ) досягають небезпечних значень на відстані кількадесят метрів від місця зварювання. Отже під небезпечне опромінення можуть потрапити допоміжний персонал, який знаходиться поряд і, зазвичай, не має ЗІЗ, а також випадкові люди, які опинились (проходили) на небезпечній відстані від нестационарних робочих місць електродугового зварювання.

До найбільш розповсюджених нестационарних місць зварювання, що проводяться під відкритим небом і поряд з якими можуть опинитися незахищені люди, можна віднести: будівельні майданчики, місця аварійних та ремонтних робіт, місця використання зварювання в побутових цілях.

Основними видами зварювання на таких місцях є електродугове зварювання покритими електродами та механізоване зварювання металевим електродом у захисних газах. Сучасне зварювальне обладнання, що використовується при цих процесах, характеризується відносно компактними розмірами та високою мобільністю, що дає можливість проводити зварювальні роботи на непідготовлених майданчиках. Непередбачувані умови зварювання в таких випадках не дають можливості розробити універсальні заходи захисту від УФВ.

Захист часом не може бути використаний, тому що, згідно з чинним нормативним документом [4], опромінення відкритих ділянок тіла УФВ не допускається зовсім.

Захист відстанню ускладнюється перевищенням нормативних значень УФВ в радіусі десятків метрів, що в умовах нестационарних місць зварювання унеможливорює дотримання безпечних відстаней допоміжним персоналом та оточенням, наприклад, в щільних міських забудовах.

Зниження інтенсивності УФВ в джерелі утворення також доводить свою низьку ефективність, тому що при найоптимальніших параметрах зварювання (вибір виду зварювальних матеріалів, режиму, величини струму тощо), за яких спостерігаються мінімальне виділення УФВ, його діючі значення інтенсивності все одно набагато перевищують вимоги нормативних документів.

Єдиним дієвим заходом захисту залишається зниження інтенсивності УФВ на шляху розповсюдження, тобто – екранування.

На стаціонарних місцях зварювання використовують зварювальні kabіни (рис. 1), стіни яких мають бути пофарбовані в світлі кольори з додаванням у фарбу оксиду цинку або титанових білил для поглинання ультрафіолетового випромінювання.

Kабіни мають висоту 1,8–2 м, стіни не повинні доходити до підлоги 25–30 см для покращення провітрювання kabін. Використання таких kabін на нестационарних місцях зводить нанівець швидкість та мобільність

проведення разових зварювальних робіт. Адже перевезення та встановлення громіздкої кабіни або збирання на місці конструкцій забирає багато часу, підвищує вартість робіт, особливо якщо йдеться про аварійні роботи. До того ж умови зварювання можуть бути несумісними з розмірами чи розташуванням зварювальної кабіни. Наприклад, зварювальні вироби знаходяться на рівні землі або їх розміри більші за розміри кабіни.



*Рис. 1. Зварювальні кабіни*

У нафтогазовій галузі при проведенні зварювальних робіт на трубопроводах широкого розповсюдження набуло використання зварювальних наметів (рис. 2).



*Рис. 2. Зварювальні намети*

Зварювальний намет має низку переваг: захищає від несприятливих метеорологічних умов (дощу, снігу, низьких температур), стійкий до поривів вітру на відміну від ширм та огорожень, знижує рівень шуму, ефективно екранує УФВ, але має і суттєві недоліки:

1. Необхідність обов'язкового використання вентиляції – за наявності майже замкненого простору природне видалення зварювальних аерозолів при їх значному виділенні стає неможливим. Необхідно використовувати припливно-витяжну вентиляцію, що збільшує час на підготовку робочого місця, висуває додаткові вимоги до електропостачання і збільшує вартість робіт.

2. Можлива нестача природного освітлення – матеріал намету не може бути повністю прозорим, щоб не утворився парниковий ефект, таким чином в світлу пору доби намет необхідно освітлювати штучним джерелом світла.

3. Відсутність універсальності – при прокладанні трубопроводу намет охоплює трубу і може переміщуватись уздовж неї до наступного місця зварювання. Отже відсутня необхідність витратити час та ресурси на збирання-розбирання намету. В інших умовах зварювання така перевага обертається на недолік, що в поєднанні з монтажем систем вентиляції та освітлення, робить використання зварювальних наметів на нестационарних робочих місцях не вигідним.

Ширми або мобільні зварювальні екрани позбавлені всіх вищезазначених недоліків. Вони мають відносно невелику вагу, зручні в транспортуванні, легко встановлюються в будь-яких місцях. Стійкі ширми можуть бути додатково обладнані роликами для зручного пересування по рівній твердій поверхні, мати розсувну або шарнірну конструкцію, що дозволяє змінювати висоту або профіль ширми. Захисний екран ширми має бути негорючим та зносостійким. Як екран може використовуватись полірований алюміній, що ефективно поглинає УФВ, або набагато дешевший вогнестійкий брезент. Останнім часом розроблені ПВХ-плівки, що мають багато переваг над традиційними матеріалами екранів.

*Метою роботи* є комплексне дослідження вимог до пересувних мобільних пристроїв захисту від ультрафіолетового випромінювання та розроблення на їх базі мобільного захисного екрану (далі – МЗЕ).

Робота виконувалася кафедрою охорони праці, промислової та цивільної безпеки ІЕЕ НТУУ «КПІ» разом з відділом проблем охорони праці та екології у зварювальному виробництві ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України.

Умови зварювання на нестационарних робочих місцях відрізняються своєю непередбачуваністю. Тому при розробленні МЗЕ необхідно враховувати низку чинників, а саме:

1. *Стійкість конструкції.* Мають враховуватись нерівність поверхні на якій розташовано МЗЕ, твердість цієї поверхні. При зварювальних роботах, що проводяться на вулиці, необхідно передбачити стійкість до поривів вітру.

2. *Регулювання по висоті.* На стаціонарних місцях зварювання зварювальні поверхні знаходяться на робочих столах, а зварник працює сидячи, що дає можливість розрахувати висоту огороження та висоту проміжку між підлогою та нижнім краєм екрану. В умовах нестационарних місць зварювальні поверхні можуть знаходитись на рівні підлоги (землі) або, навпаки, на певній висоті. Необхідно передбачити таке положення МЗЕ, щоб забезпечити вільний доступ повітря знизу екрану для вентиляції і, водночас, ефективно екранування від УФВ.

3. *Легкий доступ до робочого місця.* В зварювальних кабінах доступ до робочого місця можливий з одного боку – через двері або брезентову ширму. При встановленні МЗЕ необхідно передбачити як можливість вільного розсування екранів для доступу до зварювальних поверхонь з потрібного боку ззовні, так і виходу із зони зварювання в безпечний бік після припинення робіт.

4. *Довговічність та зносостійкість.* Конструкція МЗЕ має витримувати велику кількість циклів збирання-розбирання для транспортування та переміщення, легко очищуватись від бруду. Екран має бути вогнетривким та стійким до іскор та бризок розплавленого металу.

5. *Розміщення знаків безпеки.* МЗЕ виконує не тільки захисну функцію, а й попереджає про проведення небезпечних робіт та наявність небезпечних факторів. Рекомендовано розміщення попереджувальних знаків безпеки згідно з ДСТУ ISO 17846:2013 (рис. 3, 4).



*Рис. 3. Попереджувальний знак безпеки  
«Обережно неіонізуюча радіація»*



*Рис. 4. Попереджувальний знак безпеки  
«Обережно. Зварювання»*

Як захисний екран запропоновано використовувати ПВХ-плівку Screenflex (табл. 1).

Технічні характеристики захисної плівки *Screenflex*

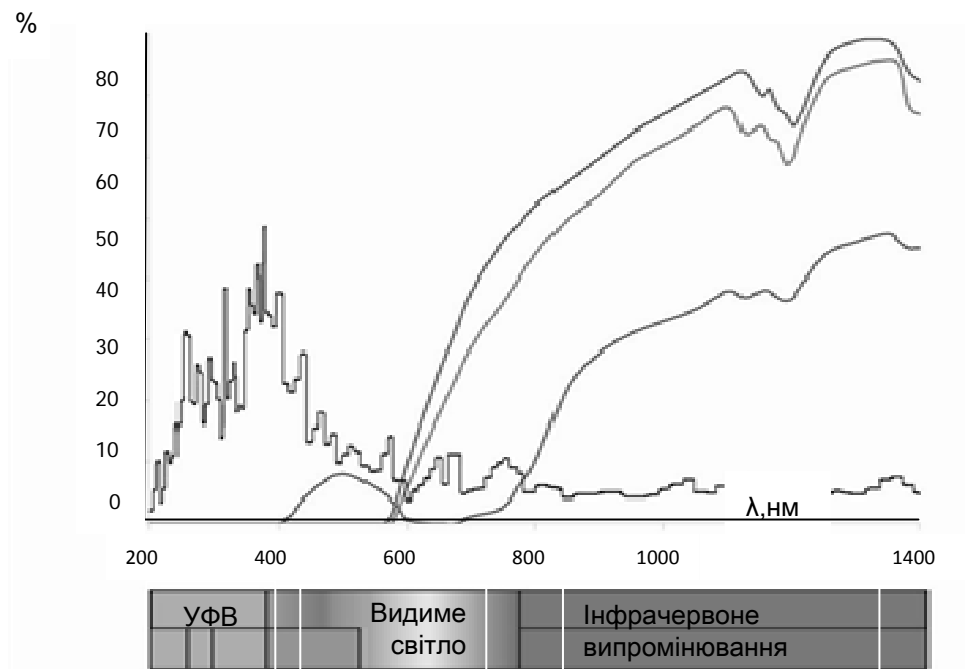
Властивості	Норматив (стандарт)	Одиниці вимірювання	Якість	Опис
1	2	3	4	5
Світлофільтр ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання (УФ/ІЧ)	EN 1598	–	EN 1598	Потужність фільтрації випромінювання зварювальної дуги, що дозволяє використовувати матеріал як зварювальний екран
Вогнетривкість		–		Стандартна класифікація вогнетривких властивостей та опір займанню матеріалу
Опір УФВ		–		Властивість протистояти УФВ зварювальної дуги
Світлопропускання		%		0,01–13
Звукоізоляція	DIN 52210	dB	>35	Усереднений рівень звукового тиску (частота 0,1–3,2 кГц), що знижується завісою площею 1,76 м <sup>2</sup> і товщиною 5 мм
Твердість за Шором А	EN ISO 868	Sh A	80	Шкала від 0 (м'який) до 100 (твердий)
Опір розриву	DIN 53515	N/mm	55	Міра необхідної сили для розривання зразку, що потріскався
Стійкість до розривів	ASTM D 638 EN ISO 527	N/mm <sup>2</sup>	18	Максимальне зусилля, що витримує матеріал до розриву
Розтягнення розриву		%	300	Максимальне розтягнення матеріалу до розриву
Розтягнення після розриву		%	62	Розтягнення, що триває після розриву матеріалу на місці розтягнення
Термічна провідність	ASTM C 177	W/m.K	0,16	Чим менше це значення, тим більш ізолюючим є матеріал
Температура розриву від холоду	ISO 8570	°C	-25	Температура, за якої матеріал, що скручується, розривається. Точка хрупкості.
Температура використання	EN 1876	°C	від -15 до +50	Температурний діапазон, в якому матеріал зберігає свої механічні властивості (гнучкість)
Теплоємність	ISO 11357	kJ/kg.K	1,6	Енергія, необхідна, щоб підвищити температуру 1 кг матеріалу на 1°C

1	2	3	4	5
Поверхневий опір	IEC 60093	$\Omega \cdot \text{cm}$	$4 \cdot 10^{13}$	Електричний опір поверхні матеріалу, виміряний під напругою 500 В
Абсорбція води	EN ISO 62	%	-0,2	Зміна маси матеріалу після перебування в окремих умовах (виділення)
Щільність	ASTM D 792	$\text{g/cm}^3$	1,2–1,3	Маса одиниці об'єму

Із наведених характеристик можна зробити висновок, що плівка задовольняє всім основним вимогам до матеріалу захисного екрану, а саме:

- ефективно захищає від УФВ відповідно до EN 1598;
- пропускає світло у видимому діапазоні;
- має звукоізолюючі властивості;
- має щільну, стійку до розривів структуру, що обумовлює тривале використання;
- вогнетривка, стійка до бризок розпеченого металу та іскор;
- не проводить електричний струм;
- не вбирає вологу та легко очищується.

Необхідно відмітити поєднання абсолютної непрозорості матеріалу екрану для УФВ та світлопропускання у видимому діапазоні. Графіки залежності спектральної трансмісії від довжини хвилі наведено на рис. 5.



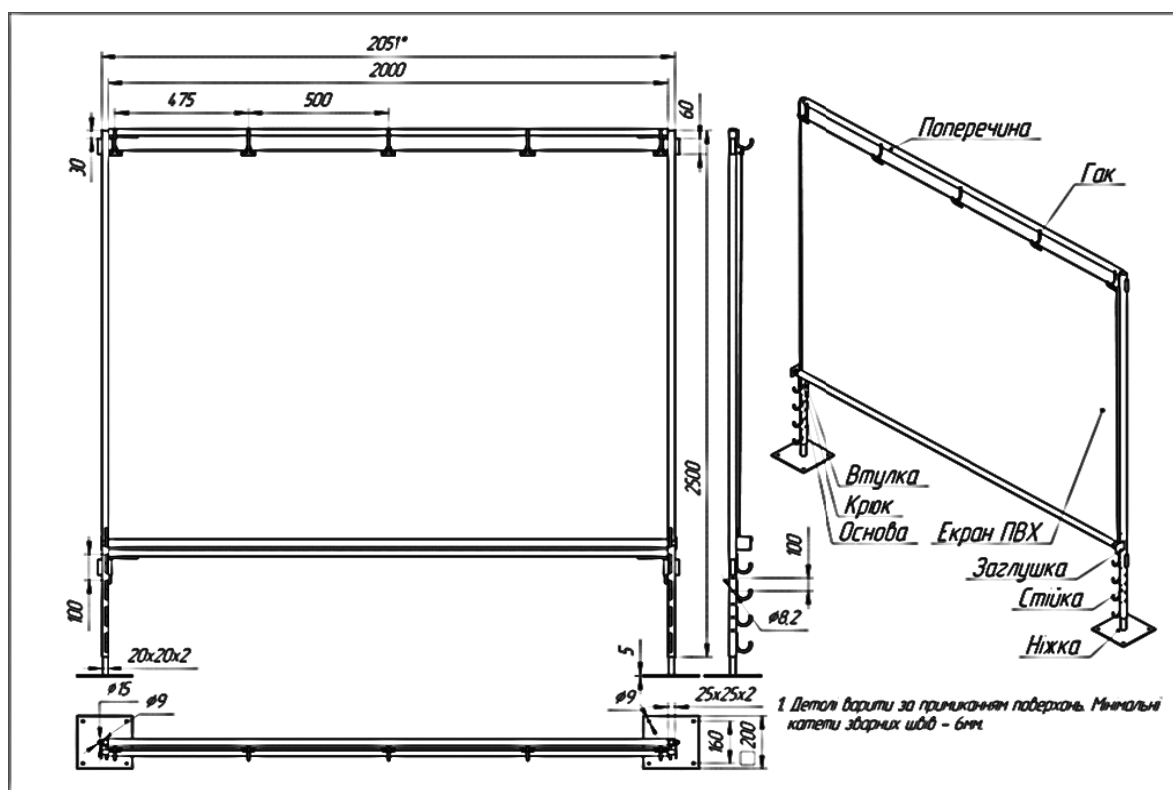
*Рис. 5. Залежність спектральної трансмісії матеріалу екрану від довжини хвилі*

Рекомендовано як матеріал МЗЕ використовувати ПВХ-плівку червоного кольору. По-перше, червоний колір сигналізує про можливу небезпеку. По-друге, виходячи з рис. 5, саме цей матеріал найкраще пропускає світло у видимому діапазоні, в його теплій ділянці, що дає можливість безпечно спостерігати за проведенням зварювальних робіт, наглядати за дотриманням правил безпеки, контролювати хід процесу. Важливо також відмітити, що екран майже не затримує інфрачервоне випромінювання, таким чином, не йдеться про ефект парника, що обумовлює комфортні умови праці.

Враховуючи всі вищезазначені вимоги та рекомендації, було розроблено та виготовлено дослідний зразок відповідного МЗЕ (рис. 6).

Екран складається з двох розсувних стійок, які можна регулювати по висоті за допомогою втулок та поперечини з гаками, за які чіпляється ПВХ-екран, згорнутий в рулон на металевому стрижні.

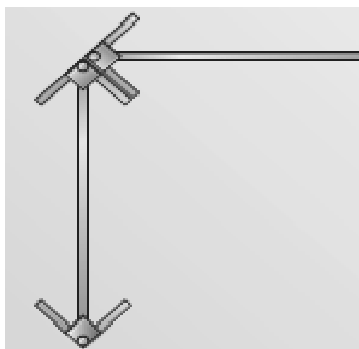
У нижній частині стійок розташовано 4 крюки, що дає можливість розміщувати рулон з ПВХ-екраном на висоті від 0,1 до 0,4 метрів для вентиляції, залежно від можливого місця зварювання. За допомогою втулок стрижень рулону надійно закріплюється на крюках, що надає додаткової жорсткості всій конструкції.



**Рис. 6. Складальне креслення МЗЕ**

Також до стійок, за потреби, є можливість кріпити різні ніжки. Так, кріплення ніжок типу «стрілка» дає можливість розташовувати декілька МЗЕ під кутом 90° (рис. 7), що забезпечує щільне огороження місця проведення зварювальних робіт.



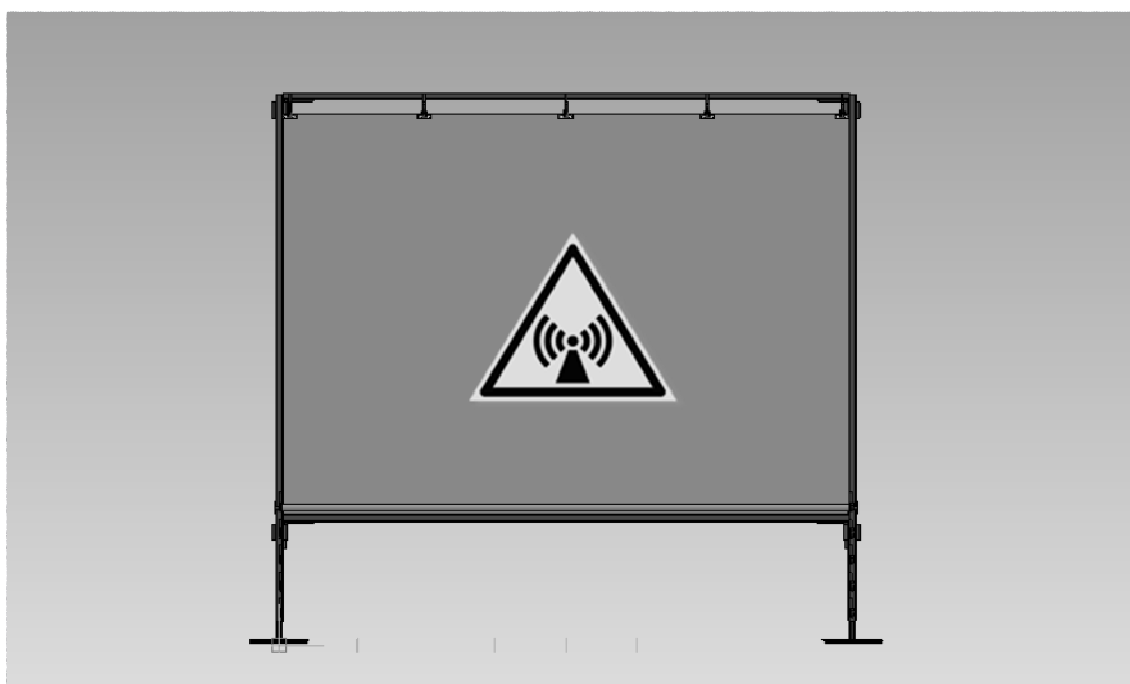


*Рис. 7. Приклад розміщення МЗЕ під кутом 90°*

*Висновок.* Дослідний зразок МЗЕ (рис. 8) було виготовлено та випробувано на підприємстві ТОВ «Північно-Український Будівельний Альянс».

У результаті випробувань у виробничих умовах встановлено такі переваги МЗЕ:

- компактність,
- легкість монтажу,



*Рис. 8. Макет дослідного зразка МЗЕ*

- зручність у переміщенні,
- наявність налаштувань під нерівність поверхні,
- можливість безпечного стороннього нагляду за ходом робіт.

До позитивних нововведень можна віднести також розташування на поверхні захисної плівки екрану знаків безпеки.

## Список літератури

1. Левченко О. Г., Малахов А. Т., Арламов А. Ю. Ультрафіолетовое излучение при ручной дуговой сварке покрытыми электродами // Автоматическая сварка. – 2014. – № 6–7. – С. 155–158.
2. Левченко О. Г., Арламов О. Ю. Санітарно-гігієнічна оцінка оптичного випромінювання при ручному дуговому зварюванні неплавким електродом в середовищі захисного газу // Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів Тринадцятої Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів), м. Київ, 10-12 листопада 2015 р. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 475 с.
3. Левченко О. Г., Арламов О. Ю. Ультрафіолетове випромінювання при механізованому зварюванні в захисних газах // Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика: Збірник наук. праць XV міжнар. наук.-практ. конф. (19-20 травня 2016 р., м. Київ, Національний авіаційний університет). – К. : «Темпо», 2016. – С. 122–125.
4. НАОП 0.03-3.17-88 / ДНАОП 0.03-3.17-88 / СН 4557-88. Санітарні норми ультрафіолетового випромінювання у виробничих приміщеннях – [Затв. 1988–02–23 № 4557-88].

*Дата подання статті до збірника 26.09.2016*