

# МОБИЛЬНЫЙ ЗАЩИТНЫЙ ЭКРАН ДЛЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

О. Г. ЛЕВЧЕНКО, А. Ю. АРЛАМОВ

НТУУ «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского». 03056, г. Киев, ул. Борщаговская, 115.

E-mail: levchenko.opcb@ukr.net

Приведены результаты анализа средств защиты работающих от ультрафиолетового излучения, создаваемого сварочной дугой. Показано, что интенсивность ультрафиолетового излучения при ручной дуговой сварке покрытыми электродами и механизированной в защитных газах может многократно превышать допустимые нормы на расстоянии нескольких десятков метров от места сварки. Таким образом, под опасное излучение может попасть вспомогательный персонал, который находится рядом и, как правило, не имеющий средств индивидуальной защиты, другие рабочие, а также случайные люди, которые оказались (проходили) на небезопасном расстоянии от нестационарных рабочих мест дуговой сварки. С учетом полученных результатов разработан и изготовлен опытный образец мобильного защитного экрана для нестационарных рабочих мест сварщиков. Приведены результаты разработки и испытаний предложенного мобильного защитного экрана. Библиогр. 6, табл. 1, рис. 7.

*Ключевые слова:* дуговая сварка, ультрафиолетовое излучение, нестационарные рабочие места, мобильный защитный экран

При применении всех видов электродуговой сварки согласно требований безопасности сварщик использует средства индивидуальной защиты (СИЗ): глаза защищены светофильтром, который подбирают с учетом яркости и спектрального состава оптического излучения (ОИ); маска, спецодежда и перчатки не оставляют открытых участков кожи. Таким образом, при соблюдении сварщиком требований безопасности опасным влиянием ОИ можно пренебречь. Но как зарубежные [1–4], так и собственные результаты исследований [5] доказывают, что уровни интенсивности ультрафиолетового излучения (УФИ) превышают предельно допустимый уровень (ПДУ) на расстоянии нескольких десятков метров от места сварки. Таким образом, под опасное излучение может попасть вспомогательный персонал, который находится рядом и, как правило, не имеющий СИЗ, а также случайные люди, которые оказались (проходили) на небезопасном расстоянии от нестационарных рабочих мест электродуговой сварки.

К наиболее распространенным нестационарным рабочим местам ручной дуговой сварки, на которых выполняется работа под открытым небом и рядом с которыми могут оказаться незащищенные люди, можно отнести: строительные площадки, места аварийных и ремонтных работ, места изготовления металлоконструкции больших габаритных размеров и места использования сварки в бытовых целях. Проблема защиты от светового излучения сварочной дуги также весьма актуальна при выполнении сварочных работ в судостроительных и судостроительных цехах, вагоно-

строительных и вагоноремонтных, а также машиностроительных цехах, в которых одновременно работает большое количество сварщиков, рабочих других профессий и инженерно-технических работников, которым, зачастую, не удается избежать воздействия этого опасного фактора, вследствие чего они рискуют получить заболевания органов зрения.

Таким образом, рассматриваемая проблема всегда была актуальной и до настоящего времени не имела конкретного решения в случае сварки на нестационарных рабочих местах. Поэтому, на основе анализа литературных и собственных данных, а также учитывая многочисленные отзывы рабочих и руководителей сварочных работ, авторы данной статьи пришли к выводу о необходимости создания специальных средств защиты от оптического излучения рабочих различных профессий, находящихся на относительно небольшом расстоянии (до 65 м) [5] от места сварки.

Основными видами сварки в таких местах являются электродуговая сварка покрытыми электродами и механизированная сварка металлическим электродом в защитных газах. Современное сварочное оборудование, которое используется в таких процессах, характеризуется относительно компактными размерами и высокой мобильностью, что дает возможность проводить сварочные работы на неподготовленных для этого площадках (территориях). Непредсказуемые условия сварки в таких случаях не позволяют разработать универсальные меры защиты от УФИ.

Защита временем не может быть использована, так как, согласно с действующим нормативным



Рис. 1. Сварочные кабины

документом [6], облучение открытых участков кожи УФИ не допускается вовсе.

Защита расстоянием усложняется превышением нормативных значений УФИ в радиусе десятков метров, что в условиях нестационарных мест сварки делает невозможным соблюдение безопасного расстояния для вспомогательного персонала и окружения, например, в плотных городских застройках.

Снижение интенсивности УФИ в источнике образования также показывает низкую эффективность, потому что даже при самых оптимальных параметрах сварки (выбор вида сварочных материалов, режима, значения тока и т. д.), при которых наблюдается минимальный уровень УФИ, его действующие значения все равно намного превышают требования, указанные в нормативных документах.

Единственным действенным способом защиты остается снижение интенсивности УФИ на пути распространения, т. е. экранирование.

На стационарных местах сварки используются сварочные кабины (рис. 1), стены которых должны быть окрашены в светлые цвета с добавлением в краску оксида цинка или титановых белил для поглощения УФИ.

Высота кабины составляет 1,8...2,0 м, стены не должны доходить до пола 25...30 см для улучшения проветривания кабин. Использование таких кабин на нестационарных местах сводит на нет быстроту и мобильность проведения разовых сварочных работ. Поскольку перевозка и установка громоздкой кабины или её сбор на месте сварки конструкций занимает много времени, повыша-

ется стоимость работ, особенно, если речь идет об аварийных работах. К тому же, условия сварки могут быть несовместимыми с размерами или расположением сварочной кабины.

В нефтегазовой отрасли при проведении сварочных работ на трубопроводах широко используются сварочные палатки (рис. 2).

У сварочных палаток есть ряд преимуществ: они защищают от неблагоприятных метеорологических условий (дождя, снега, низких температур), устойчивы к порывам ветра в отличие от ширм и ограждений, снижают уровень шума, эффективно экранируют УФИ. Но также сварочные палатки имеют и ряд существенных недостатков:

необходимость обязательного использования вентиляции — при наличии почти замкнутого пространства естественное удаление сварочных аэрозолей при их значительном выделении становится невозможным. Необходимо использовать приточно-вытяжную вентиляцию, которая увеличивает время на подготовку рабочего места, выдвигает дополнительные требования к электрооборудованию и повышает стоимость работ;

возможна нехватка естественного освещения — материал палатки не может быть полностью прозрачным, поскольку создается парниковый эффект, поэтому в светлое время суток палатка должна освещаться искусственным источником света;

отсутствие универсальности — во время прокладки трубопровода палатка охватывает трубу и может перемещаться вдоль нее к следующему месту сварки. Таким образом, необходимость тратить время и ресурсы на сборку-разборку палатки отсутствует. В других условиях сварки такое преимущество превращается в недостаток, что в сочетании с монтажом систем вентиляции и освещения делает использование сварочных палаток на нестационарных рабочих местах невыгодным.

Ширмы или мобильные сварочные экраны лишены всех перечисленных выше недостатков: имеют относительно небольшую массу, удобны при транспортировке, легко устанавливаются в любых местах. Стойки ширм могут быть дополнительно оборудованы роликами для удобного перемещения по ровной твердой поверхности, могут



Рис. 2. Сварочные палатки

иметь раздвижную или шарнирную конструкцию, что позволяет изменять высоту или профиль ширины. В качестве экрана может быть использован полированный алюминий, который эффективно поглощает УФИ, или более дешевый огнестойкий брезент. В последнее время были разработаны поливинилхлоридные (ПВХ) пленки, которые отличаются множеством преимуществ над традиционными материалами экранов.

Цель данной работы – комплексное исследование требований к передвижным устройствам защиты от УФИ и разработка на их базе мобильного защитного экрана (МЗЭ).

Условия сварки на нестационарных рабочих местах отличаются своей непредсказуемостью. Поэтому, при разработке МЗЭ необходимо учитывать ряд факторов:

*устойчивость конструкции.* Должна учитываться неровность поверхности, на которой располагается МЗЭ, а также твердость этой поверхности. При сварочных работах, которые проводятся на улице, необходимо предусматривать стойкость к порывам ветра;

*регулирование по высоте.* На стационарных сварочных постах свариваемые детали находятся на рабочих столах, а сварщик работает сидя, что дает возможность рассчитать высоту ограждения и высоту промежутка между полом и нижней кромкой экрана. В условиях нестационарных рабочих мест детали могут находиться на уровне пола (земли) или, наоборот, на определенной высоте. Необходимо предусмотреть такое положение МЗЭ, чтобы обеспечить свободный доступ воздуха снизу экрана для вентилирования и, в то же время, эффективного экранирования от УФИ;

*легкий доступ к рабочему месту.* В сварочных кабинах доступ к рабочему месту может быть с одной стороны через дверь или брезентовую ширму. При установке МЗЭ необходимо предусмотреть как возможность свободного раздвижения экранов для доступа к сварочным поверхностям с нужной сторо-



Рис. 3. Предупредительный знак безопасности «Осторожно. Неионизирующая радиация» (а) и «Осторожно. Сварка» (б)

ны извне, так и выход из зоны сварки в безопасную сторону после завершения работ;

*долговечность и износоустойчивость.* Конструкция МЗЭ должна учитывать большое количество циклов сборки-разборки для транспортировки и перемещения, легко очищаться от загрязнений. Экран должен быть огнеупорным и устойчивым к воздействию искр и брызг расплавленного металла;

*размещение знаков безопасности.* МЗЭ выполняет не только защитную функцию, но также предупреждает о проведении небезопасных работ и наличии опасных факторов. Поэтому рекомендуется размещение предупредительных знаков безопасности согласно ДСТУ ISO 17846:2013 (рис. 3).

Учитывая особенности условий труда при выполнении сварочных работ и, главное, необходимость эффективной защиты от УФИ, в качестве защитного экрана предложено использовать ПВХ пленку Screenflex. Защитная пленка Screenflex имеет свойства светофильтра ультрафиолетового/инфракрасного излучения, который эффективно фильтрует излучения сварочной дуги. Это позволяет использовать материал в качестве защитного экрана в соответствии с EN 1598. Характеристики защитной пленки EN Screenflex приведены в таблице.

Исходя из перечисленных характеристик, можно сделать вывод, что пленка соответствует всем основным требованиям касательно материала защитного экрана, а именно:

#### Характеристики защитной пленки Screenflex

Параметр (свойства)	Значение параметров	Норматив (стандарт)	Описание
Огнеупорность	-	EN 1598	Стандартная классификация огнеупорных свойств и сопротивления возгорания материала
Светопропускание, %	0,01...13	-	Количество видимого света, проходящего сквозь материал
Звукоизоляция, дБ	>35	DIN 52210	Усредненный уровень звукового давления (частота 0,1...3,2 кГц), что снижается завесой площадью 1,76 м <sup>2</sup> и толщиной 5 мм
Термическая проводимость, Вт/(м·К)	0,16	ASTM C177	Чем меньше это значение, тем более изолирующим является материал
Температура использования, °С	-15...50	EN 1876	Температурный диапазон, в котором материал сохраняет свои механические свойства (гибкость)
Поверхностное сопротивление, Ом·см	4·10 <sup>13</sup>	IEC 60093	Электрическое сопротивление поверхности материала, измеренное под напряжением 500 В
Абсорбция воды, %	-0,2	EN ISO 62	Изменение массы материала после пребывания в особых условиях (выделение)
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,2...1,3	ASTM D792	Масса единицы объема



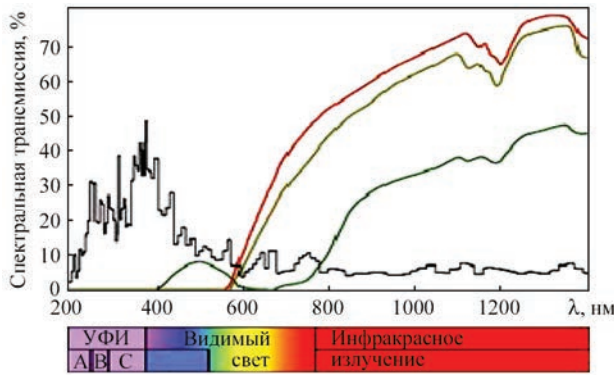


Рис. 4. Зависимость спектральной трансмиссии материала экрана от длины волны

- эффективно защищает от УФИ в соответствии с EN 1598;
- пропускает свет в видимом диапазоне;
- имеет звукоизолирующие свойства;
- имеет плотную, устойчивую к разрывам структуру, что способствует длительному использованию;
- огнеупорная, устойчивая к брызгам расплавленного металла и искр;
- не проводит электрический ток;
- не впитывает влагу и легко очищается.

Необходимо отметить сочетание абсолютной непрозрачности материала экрана для УФИ и светопропускание в видимом диапазоне. Графики зависимости спектральной трансмиссии от длины волны продемонстрированы на рис. 4.

В качестве материала МЗЭ рекомендуется использовать ПВХ пленку красного цвета. Во-первых, красный цвет сигнализирует о возможной опасности. Во-вторых, именно этот материал лучше пропускает свет в видимом диапазоне в его теплом участке, что позволяет безопасно наблюдать за проведением сварочных работ, следить за со-

блюдением требований безопасности и контролировать ход процесса.

Важно также отметить то, что экран почти не задерживает инфракрасное излучение и, таким образом, исключается парниковый эффект, что предоставляет комфортные условия работы.

Учитывая все указанные выше требования и рекомендации, был разработан и изготовлен опытный образец соответствующего МЗЭ (рис. 5).

Экран состоит из двух раздвижных стоек, регулируемых по высоте с помощью втулок и перекладки с крюками, за которые цепляется ПВХ экран, свернутый в рулон на металлическом стержне.

В нижней части стоек расположены четыре крюка, что предоставляет возможность размещения рулона с ПВХ экраном на высоте от 0,1 до 0,4 м для вентиляции в зависимости от особенности места сварки. С помощью втулок стержень рулона надежно закрепляется на крюках, что придает дополнительную жесткость всей конструкции.

Также, при необходимости, имеется возможность крепления разных ножек к стойкам. Так, крепление ножек по типу «стрелка» дает возможность размещать несколько МЗЭ под углом 90° (рис. 6), что обеспечивает плотное ограждение места проведения сварочных работ.

Опытный образец МЗЭ (рис. 7) был изготовлен и испытан в июне 2016 г. на предприятии ООО «Северо-украинский строительный альянс». Сварка металлоконструкций выполнялась на неподготовленных рабочих местах сварочным аппаратом Fronius TransPocket 2500 с использованием электродов Monolith РЦ Е 46 диаметром 4 мм в светлое время суток на открытой местности при умеренном ветре. Конструкция МЗЭ устанавливалась на неровной поверхности непосредственно на грунт.

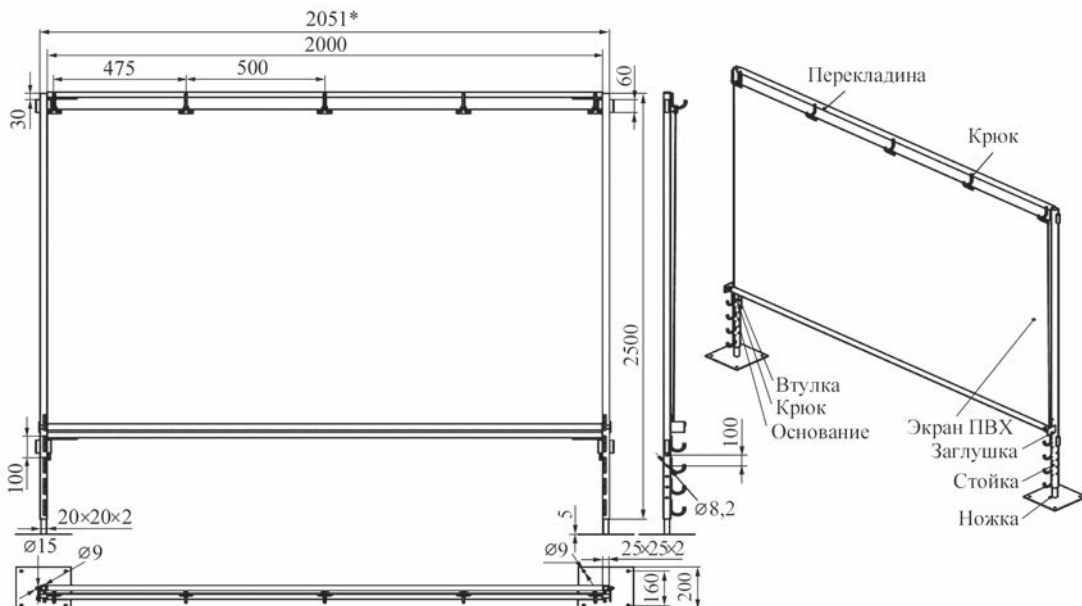


Рис. 5. Сборочный чертеж МЗЭ

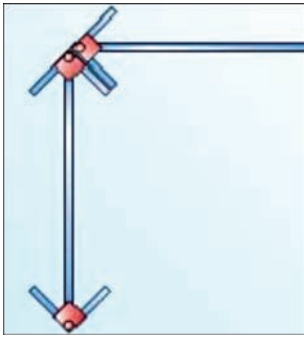


Рис. 6. Пример размещения МЗЭ под углом 90°



Рис. 7. Опытный образец мобильного защитного экрана МЗЭ

Устойчивость МЗЭ обеспечивалась путем вбивания в грунт четырех металлических штырей через отверстия в подставках стоек. На расстоянии 15...20 м от места сварки проводились погрузочно-разгрузочные работы, в зоне прямой видимости также находились бытовка строителей, дорожка для прохода людей и место проведения работ по бетонированию. МЗЭ находился от места сварки на расстоянии 1,5 м таким образом, чтобы перекрыть прямую видимость сварочной дуги из всех мест возможного пребывания работников. В данных условиях проведения работ было достаточно использования одного МЗЭ. Было отмечено, что такое размещение МЗЭ не мешает сварщику, защищает смежных работников от негативного воздействия УФИ, предупреждает о возможной опасности нахождения рядом с местом проведения работ, сохраняет возможность наблюдения за сварочными работами.

В результате испытаний в производственных условиях определены следующие преимущества МЗЭ: компактность, легкость монтажа, удобство

в перемещении, наличие настроек под неровность поверхности, возможность безопасного постороннего наблюдения. К положительным нововведениям можно также отнести расположение на поверхности защитной пленки экрана знаков безопасности.

1. Okuno T., Ojima J., Sayto H. Ultraviolet radiation emitted by CO<sub>2</sub> arc welding // The Annals of Occupational Hygiene. – 2001. – 45, № 7. – P. 597–601.
2. Terry L. Lyon. Knowing the dangers of actinic ultraviolet emissions // AWS Welding Journal. – 2002. – № 12. – P. 28–30.
3. Dixon J., Dixon B. F. Ultraviolet radiation from welding and possible risk of skin and ocular malignancy // The Medical Journal of Australia. – 2004. – 181, № 3. – P. 155–157.
4. Emission of UV radiation during arc welding / D. Schwass et al. // IFA-Information (Doc. 2011). – www.dguv.de/ifa – P. 1–12.
5. Левченко О. Г., Малахов А. Т., Арламов А. Ю. Ультрафиолетовое излучение при ручной дуговой сварке покрытыми электродами // Автоматическая сварка. – 2014. – № 6–7. – С. 155–158.
6. ДНАОП 0.03-3.17-88/СН 4557-88. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях. – Введ. 1988-02-23. – 3 с.

О. Г. Левченко, О. Ю. Арламов

НТУУ «Київський політехнічний інститут  
ім. Ігоря Сікорського».  
03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115.  
E-mail: levchenko.opcb@ukr.net

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

Наведено результати аналізу засобів захисту працюючих від ультрафіолетового випромінювання, що створюється зварювальною дугою. Показано, що інтенсивність ультрафіолетового випромінювання при ручному дуговому зварюванні покритими електродами і механізованому в захисних газах може багаторазово перевищувати допустимі норми на відстані декількох десятків метрів від місця зварювання. Таким чином, під небезпечне випромінювання може потрапити допоміжний персонал, який знаходиться поруч і, як правило, не має засобів індивідуального захисту, інші робочі, а також випадкові люди, які опинилися (проходили) на небезпечній відстані від нестационарних робочих місць дугового зварювання. З урахуванням отриманих результатів розроблений і виготовлений дослідний зразок мобільного захисного екрану для нестационарних робочих місць зварників. Наведено результати розробки та випробувань запропонованого мобільного захисного екрану. Бібліогр. 6, табл. 1, рис. 7.

*Ключові слова:* дугове зварювання, ультрафіолетове випромінювання, нестационарні робочі місця, мобільний захисний екран

Поступила в редакцію 07.11.2016