

**СЕКЦИЯ 2: НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ****ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СВАРОЧНОГО АЭРОЗОЛЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Ю.С. Александрова, ст. гр. 10А42, Л.Г. Деменкова, ст. преп.,  
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)7-77-62  
E-mail: lar-dem@mail.ru*

Сварка является одним из ведущих технологических процессов обработки металлов. Сварка широко применяется в основных отраслях производства, потребляющих металлопрокат, т.к. резко сокращается расход металла, сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов. Выпуск сварных конструкций и уровень механизации сварных процессов постоянно повышается. Успехи в области автоматизации сварочных процессов позволили коренным образом изменить технологию изготовления важных хозяйственных объектов, таких как доменные печи, турбины, химическое оборудование.

Проведение сварочных работ невозможно без загрязнения воздушной среды рабочего пространства парами сварочного аэрозоля (СА). В его состав входят газы и оксиды различных металлов, оказывающие пагубное воздействие на окружающую среду и человеческий организм.

Воздушная среда производственных помещений загрязняется сварочным дымом. Этот дым представляет собой свободно парящие в воздухе мелкие частицы сварочных аэрозолей. Химический состав сварочных аэрозолей различный и зависит от технологии сварки, сварочных материалов и режима сварки.

По характеру образования СА относится к аэрозолям конденсации и представляет собой дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются мелкие частицы твёрдых веществ – твёрдая составляющая сварочного аэрозоля (ТССА), а дисперсионной средой – смесь газов, газовая составляющая сварочного аэрозоля (ГССА).

СА получается главным образом вследствие испарения материалов электрода (покрытия и стержня) в зоне дугового разряда [2]. Образующийся пар под воздействием давления дуги и плазменных потоков перемещается в окружающее пространство с более низкой температурой и конденсируется. Существует два механизма образования СА [3]. По первому механизму компоненты электродного и основного металлов плавятся и испаряются, а получившиеся пары конденсируются на выходе их из высокотемпературной зоны столба дуги и окисляются. Второй механизм заключается в образовании под действием кислорода летучих оксидов на поверхности расплавленного электрода (например, SiO). В зависимости способа сварки и состава защитных газов изменяется доля участия каждого из вышеприведённых механизмов.

В ходе исследований ТССА методами ультрацентрифугирования, гравитационного осаждения и электроннозондового рентгеноструктурного микроанализа установлено, что примерно 85 % частиц представляют собой агрегаты в виде цепочек и кластеров размером 0,1 – 1 мкм, образовавшиеся в результате коагуляции частиц нанометрового размера (0,005 – 0,05 мкм) под действием электростатических и адсорбционных сил; а подавляющая часть массы ТССА составляют частицы сферической формы размером от 1 до 8 мкм, количество которых не превышает 15 % от общего числа исследованных частиц [2]. В работе [3] приведены результаты изучения строения частиц ТССА. Выявлено, что большинство мелких частиц состоит из ядра и оболочки, размеры которой зависят от ряда факторов, в т.ч. от температуры и окислительного потенциала атмосферы дуги, а также увеличиваются с повышением количества калия и натрия в покрытии электрода. В ядре содержится большая часть железа и марганца, а в оболочке находятся соединения калия, кремния и натрия. Кроме того, полученные данные позволяют установить взаимосвязь фракционного и химического составов ТССА: мелкодисперсная фракция обогащена легкокипящими элементами (кальций, калий, алюминий, магний, натрий) и содержит относительно небольшое количество железа высокой степени окисления; крупные же частицы содержат главным образом оксиды железа и токсичные легирующие добавки (марганец, хром, ванадий), входящие в состав электродов [4].

В состав ТССА, образующейся при сварке покрытыми электродами, входят основные (Mn, Fe, Si, K, Na, Ca, Mg, Ti, Al, Cr, Ni, F) и примесные (As, Cu, Rb, Sn, Zr, Sr, Nb, Mo, Ag, Sb, Ba, Pb) элементы. Результаты атомно-эмиссионного спектрального анализа, проведённого нами при помощи

НАЦ ТПУ, позволяют установить наличие следующих основных компонентов ТССА, полученного при сварке горношахтного оборудования: алюминий (1789,6 мг/кг), кальций (2914,3 мг/кг), хром (4511,3 мг/кг), железо (782758,6 мг/кг), марганец (14891,6 мг/кг), натрий (4350,2 мг/кг), кремний (4122,7 мг/кг). При обследовании рабочих мест сварщиков установлено, что среднесменное содержание пыли в воздухе рабочей зоны составляет от 11,93 до 23,25 мг/м<sup>3</sup> при ПДК 6 мг/м<sup>3</sup> при проведении сварочных работ, от 2,94 до 4,64 мг/м<sup>3</sup> при газовой резке и наплавке. При этом среднесменная концентрация  $\text{CrO}_3$  составила  $0,005 \pm 0,001$  мг/м<sup>3</sup> (ПДК 0,03 мг/м<sup>3</sup>), никеля –  $0,087 \pm 0,020$  мг/м<sup>3</sup> (0,05 мг/м<sup>3</sup>), марганца  $3,66 \pm 0,73$  мг/м<sup>3</sup> (0,6 мг/м<sup>3</sup>). Полученные результаты свидетельствуют о значительном превышении содержания вредных веществ.

ГССА также имеет очень сложный состав. Под воздействием высоких температур и инфракрасного излучения происходит интенсивное испарение компонентов покрытия электрода, флюсов, которые окисляются и конденсируются за пределами сварочной дуги. Кроме того, происходят термохимические превращения фторидов и кремнефторидов, восстановление углекислого газа, неполное окисление органических связующих обмазок и пластификаторов с образованием HF, SiF<sub>4</sub>, CO; атмосферный азот окисляется с образованием NO, кислород воздуха превращается в озон. При сварке или резке окрашенных либо загрязнённых деталей или конструкций в газовую фазу могут выделяться хлороводород (HCl), хлор (Cl<sub>2</sub>), фосген (COCl<sub>2</sub>), оксиды серы (SO<sub>2</sub> и SO<sub>3</sub>) и другие токсичные соединения [3]. Установлено [4, 5], что при механизированной сварке в защитных газах проволокой сплошного сечения основными компонентами ГССА являются монооксид углерода и оксиды азота. В работе [6] рассмотрено образование биологически активных веществ в плазме дуги при сварке в смесях защитных газов на основе аргона и углекислого газа в характерном для зоны сварки интервале температур от 298 до 6000 К. Установлено, что в высокотемпературной зоне проходят сложные плазмохимические реакции диссоциации молекул азота, кислорода, диоксида углерода, водяных паров до свободных атомов и ионов, которые попадают в зону дыхания сварщика вследствие диффузии и переноса потоками плазмы или воздуха. Особенностью атомарных газов и образующихся веществ (NO, NO<sub>2</sub>, CO, CN, CH и др.) является их высокая биологическая активность, проявляющаяся в отравляющем воздействии на живые организмы [1]. В связи с высокой токсичностью сварочного аэрозоля профилактика и устранение его вредного влияния на работающего представляют собой актуальную задачу. Современные условия требуют научной оценки комбинированного действия ТССА и ГССА, т.к. установлено, что при прочих равных условиях увеличение концентрации твёрдых частиц в сварочном аэрозоле приводит к усилению биологического действия газов [4], а O<sub>3</sub> и NO<sub>2</sub>, HF и SiF<sub>4</sub> взаимно усиливают токсические эффекты [5]. Одним из наиболее опасных веществ в составе ГССА является фтористый водород [6], который выделяется при сварке горношахтного оборудования с использованием электродов марки УОНИ-13/55 и МР-3. Установлено [1], что при проведении аттестации рабочих мест и производственного контроля опасных вредных веществ сварочного аэрозоля не всегда отбираются пробы ГССА, что представляется совершенно недопустимым.

Широко применяемый в сварочном производстве способ защиты сварочной ванны с помощью однокомпонентных газов (двуокись углерода или аргон) со временем не стал удовлетворять требованиям качества и производительности. Дальнейшим этапом повышения эффективности сварки при изготовлении сварных металлоконструкций стало применение многокомпонентных газовых смесей на основе аргона. Изменяя состав газовой смеси можно в определенных пределах можно изменять свойства металла шва и сварного соединения в целом. Преимущества процесса сварки в газовых смесях на основе аргона проявляется в том, что возможен струйный и управляемый процесс переноса электродного металла. Эти изменения сварочной дуги - эффективный способ управления ее технологическими характеристиками: производительности, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла.

Как известно, уровни выделений и химический состав сварочного аэрозоля (СА) при сварке покрытыми электродами определяются рядом факторов: содержанием в шлаковом расплаве, образующемся в результате плавления покрытия на торце электрода, химических элементов или соединений с высокой упругостью пара (марганца, щелочных металлов, фтористых соединений и др.); окислительным потенциалом атмосферы дуги; диаметром электрода и режимом сварки (род и величина сварочного тока, напряжение дуги); характеристикой основности (кислотности) шлака, от которой зависит интенсивность испарения отдельных его составляющих компонентов. Последнее влияет на

интенсивность поступления в СА соединений щелочных и щелочно-земельных металлов. Для уменьшения уровня выделений СА необходимо увеличивать кислотность шлака, повышая в нем содержание структурообразующих анионов кремния, титана и алюминия, снижающих интенсивность испарения калия, натрия, магния и кальция и уменьшая содержание карбонатов магния, магнезита, целлюлозы и т.п., а также алюмосиликатов калия и натрия (жидкое стекло, слюда, полевой шпат).

Часть СА, образующаяся из металлического расплава, может вступать в химическое взаимодействие с выделяющимся из шлака аэрозолям, образуя соли, силикаты, шпинели и сложные соединения оксидов, в результате чего токсичность компонентов СА может усиливаться или ослабляться. Опасным последствием такого взаимодействия между металлическим и шлаковым аэрозолям является появление в СА (преимущественно при сварке коррозионноустойчивых сталей) больших количеств высокотоксичных соединений хрома и никеля с канцерогенными свойствами. Хром в составе СА присутствует в виде двух разных по токсичности соединений: в виде хроматов и бихроматов натрия и калия, образующихся в результате взаимодействия хрома, присутствующего в стержне электродов и в электродном покрытии, с оксидами натрия и калия, которые вводят в покрытие электродов в качестве связующего материала (жидкого стекла), и в виде  $Cr_2O_3$ . В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88, шестивалентный хром относится к первому, а трехвалентный – к третьему классу опасности. То есть при сварке электродами хромоникелевых легированных сталей определяющим токсичным компонентом СА являются соединения шестивалентного хрома. Таким образом, для снижения канцерогенной опасности сварочных электродов необходимо уменьшать содержание щелочных металлов в составе шлаковой основы. Установлено [1], что наиболее благоприятными в гигиеническом отношении являются электроды с покрытием рутилового вида, разработанные в свое время для замены руднокислых электродов. А вот для электродов с целлюлозным покрытием характерны наибольшие выделения аэрозоля. Высокий уровень СА в данном случае обусловлен большим количеством выделяемых газов:  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$ .

Рассмотренные закономерности позволяют уменьшить отрицательное влияние сварочных аэрозолей на экологическую безопасность путём правильного выбора электродов для ручной дуговой сварки.

В настоящее время согласно требованиям защиты окружающей среды от промышленных выбросов, в том числе и от СА, к средствам вентиляции предъявляются не только гигиенические требования по защите органов дыхания, но и экологические, заключающиеся в необходимости защиты атмосферного воздуха от этих выбросов. Это существенно затрудняет создание соответствующих средств защиты, поскольку для этого необходимы специальные фильтрующие материалы, предназначенные для улавливания всех токсичных веществ, содержащихся в сварочном аэрозоле (СА), в том числе и газообразных ( $HF$ ,  $SiF_4$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$ ). Очистка воздуха от твёрдой составляющей сварочного аэрозоля (ТССА) осуществляется относительно легко: для этого применяют механическую фильтрацию загрязнённого воздуха через тканевые, бумажные, зернистые или электростатические фильтры. Для очистки воздуха от газообразной составляющей сварочного аэрозоля (ГССА) необходимо применять химические фильтры, причем предназначенные либо для избирательного улавливания определенных газов, либо комбинированные для нейтрализации всех компонентов ГССА. При создании последних имеются определенные сложности, обусловленные совмещением в одном фильтре различных методов нейтрализации вредных газов (сорбционного улавливания фтористых газов и оксидов азота, низкотемпературного каталитического окисления монооксида углерода и разложение озона) [1, 2]. Стоимость таких фильтров довольно высокая, а их срок службы не большой, поэтому применять их не всегда целесообразно.

Что касается существующих средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), то применяемые в них по соответствующей классификации фильтры марок А, В, Г, Е, КД, СО, М и БФК предназначены для улавливания определенных газов [3] и не могут использоваться для нейтрализации ГССА.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что для указанных способов сварки можно выделить 6 классов СА в зависимости от наличия в их составе токсичных компонентов ГССА, на которые необходимо ориентироваться при выборе соответствующих методов и средств защиты сварщиков и окружающей среды.

Таблица 1

Характеристика классов СА и методы их нейтрализации [2]

Номер класса СА	Название класса СА	Способы сварки	Методы нейтрализации СА
1	Бесфтористый	Ручная дуговая покрытыми электродами (кроме электродов с основным покрытием)	Механическая или электростатическая фильтрация воздуха от ТССА
2	Фтористый	Ручная дуговая электродами с основным покрытием; порошковой проволокой; под флюсом	Механическая или электростатическая фильтрация от ТССА; сорбционно-фильтрующая нейтрализация HF и SiF <sub>4</sub>
3	Оксидоуглеродный	Дуговая плавящимся электродом в активных газах (CO <sub>2</sub> ); газовая сварка	Механическая или электростатическая фильтрация от ТССА; низкотемпературное каталитическое окисление CO до CO <sub>2</sub> или сорбционно-фильтрующая нейтрализация CO
4	Озоновый	Дуговая плавящимся электродом в инертных газах; дуговая вольфрамовым электродом в инертных газах; плазменная сварка	Механическая или электростатическая фильтрация от ТССА; низкотемпературное каталитическое разложение O <sub>3</sub>
5	Фтористо-оксидоуглеродный	Дуговая порошковой проволокой в активном газе (CO <sub>2</sub> )	Механическая или электростатическая фильтрация от ТССА; сорбционно-фильтрующая нейтрализация HF и SiF <sub>4</sub> ; низкотемпературное каталитическое окисление CO до CO <sub>2</sub> или сорбционно-фильтрующая нейтрализация CO;
6	Фтористо-озоновый	Дуговая порошковой проволокой в инертных газах	Механическая или электростатическая фильтрация от ТССА; сорбционно-фильтрующая нейтрализация HF и SiF <sub>4</sub> ; низкотемпературное каталитическое разложение O <sub>3</sub>

Для СА первого класса характерно наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ в составе ТССА и незначительного количества оксидов азота и монооксида углерода, как правило, не превышающего ПДК [2]. Аэрозоли этого класса образуются при ручной дуговой сварке электродами с покрытием рутилового, кислого и окислительного типов, которые условно можно назвать бесфтористыми. При их применении необходима защита человека и окружающей среды в основном только от ТССА.

СА второго класса образуются при сварке электродами с покрытием основного (фтористо-кальциевого) типа, порошковыми проволоками и под флюсами. Кроме ТССА в их состав входят газообразные фтористый водород и тетрафтористый кремний [2]. Именно эти газы и определяют токсичность СА, а также связанные с этим проблемы их нейтрализации средствами защиты окружающей среды, поскольку требуются дополнительные меры защиты от газообразных фторидов. Концентрации оксидов азота и монооксида углерода в воздухе рабочей зоны при использовании этих сварочных материалов, как правило, ниже ПДК [3]. Аэрозоли и сварочные материалы этого класса по наличию характерных вредных веществ можно назвать фтористыми.

Аэрозоли третьего класса образуются при дуговой сварке плавящимся электродом в активных газах (углекислом газе и смесях с ним), а также при газовой сварке, для которой характерно появление в СА, кроме ТССА, повышенного количества монооксида углерода (угарный газ), воздействие которого на организм человека может привести к отравлению. Содержание оксидов азота и озона в воздухе чаще всего в норме [4]. В связи с этим возникают дополнительные проблемы, связанные с

защитой сварщика и атмосферы в основном от монооксида углерода. Аэрозоли этого класса можно назвать оксидоуглеродными.

Для СА четвертого класса характерно наличие в них высокого количества озона и относительно небольшого количества ТССА, оксидов азота и монооксида углерода [1]. Токсичность таких СА определяется озоном, образование которого характерно для дуговой сварки в аргоне плавящимся и неплавящимся электродами [1]. Озонсодержащие СА также образуются при плазменной сварке [3]. Для защиты от озоновых СА требуются особые меры, заключающиеся в разложении вредного озона.

Пятый класс СА представляет собой комбинацию второго и третьего. Такие СА образуются при сварке порошковой проволокой в углекислом газе и содержат в своем составе газообразные фториды, монооксид углерода и оксиды азота. Как правило, оксиды азота и озон образуются в количествах на порядок или два меньших, чем монооксид углерода [4]. Для защиты органов дыхания и атмосферы от фтористо-оксидоуглеродных СА требуются особые меры, а именно комбинированная очистка от фтористых газов и монооксида углерода.

СА шестого класса, содержащиеся в больших количествах ТССА, газообразные фториды и озон, а также небольшие количества оксидов азота и монооксид углерода, встречаются очень редко: при сварке порошковой проволокой в аргоне. Для защиты работающих и окружающей среды от фтористо-озоновых СА требуется комбинация различных методов.

Следует также учитывать, что практически все способы сварки сопровождаются образованием незначительного по сравнению с другими составляющими СА количествами оксидов азота. Поэтому в вентиляционных системах очистки воздуха с рециркуляцией (с возвратом очищенного воздуха обратно в помещение) и в ФВА необходимо предусмотреть очистку и от оксидов азота, что позволит избежать их накопление в помещении без общеобменной вентиляции. Вместе с тем, неправильный выбор ФВА может привести к тому, что одни газы будут нейтрализованы, а другие в результате рециркуляции будут накапливаться в производственном помещении. Это может привести не к улучшению, а к ухудшению условий труда, что нередко и происходит на предприятиях, которые приобретают ФВА не по назначению. Причиной тому бывает отсутствие информации о составах СА в зависимости от применяемого способа сварки.

Предложенная классификация СА (см. табл. 2) позволяет присвоить каждому способу сварки конкретное название по характерному для него составу СА и легко выбрать соответствующий метод нейтрализации вредных веществ СА. Так, для очистки воздуха от СА, образующегося при применении бесфтористых электродов, требуется всего лишь механическая или электростатическая его фильтрация только от ТССА. При сварке сварочными материалами, содержащими фториды, кроме фильтрации в средствах защиты необходимо применять метод сорбционно-фильтрующей нейтрализации фтористого водорода и тетрафтористого кремния на второй ступени специального химического фильтра. При дуговой сварке в углекислом газе и газовой сварке также требуется двухступенчатая очистка воздуха: на первой ступени – от ТССА и на второй – от токсичного монооксида углерода путем его низкотемпературного окисления с помощью специального катализатора до безвредного диоксида углерода (углекислого газа) [1]. Для аргонодуговых и плазменных способов сварки нужно применять двухступенчатые фильтры, очищающие воздух от ТССА и от озона путем его низкотемпературного разложения катализатором до кислорода [2].

Указанные способы сварки широко применяются в промышленности, чем и объясняется основная потребность в средствах защиты от СА первых четырех классов (см. табл. 2). Сварка порошковой проволокой в углекислом газе встречается не часто, а в аргоне вовсе редко. Методы нейтрализации образующихся при этих способах СА довольно сложные. Они требуют применения трехступенчатых фильтров, улавливающих ТССА, фтористые газы и монооксид углерода при применении углекислого газа, и аналогичных фильтров для нейтрализации ТССА, фтористых газов и озона в случае сварки в аргоне. В предлагаемой классификации учитываются и эти особенности.

Таким образом, по наличию характерных вредных веществ в СА, которые необходимо нейтрализовать, основные способы сварки можно разделить на следующие шесть типичных классов: бесфтористые, фтористые, оксидоуглеродные, озоновые, фтористо-оксидоуглеродные и фтористо-озоновые [3].

Отметим, что до настоящего времени решены только отдельные задачи по применению соответствующих конкретным способам сварки адекватных средств нейтрализации СА, поскольку возможности создания этих средств защиты не всегда соответствуют требованиям конкретных сварочных технологий. Большинство ФВА и СИЗОД отечественного и зарубежного производства очищают воздух только от ТССА т.е. применимы только для бесфтористых СА. Имеются также ФВА типа «Мрія» и фильтрующие респираторы для сварщиков «Снежок ГП-В», предназначенные для нейтрализации фтористых СА, а также респираторы «Снежок ГП-Озон» для улавливания озоновых аэро-

золей. Известны универсальные ФВА фирмы «Экоюрис-Венто» с комбинированным фильтром для улавливания всего комплекса газов СА (HF, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>), которые не имеют конкретного назначения и их использование для определенных способов сварки не всегда экономически целесообразно. В ФВА известных фирм «PlymoVent», «Nederman», «Kemreg» и др., насколько известно из рекламных проспектов, для улавливания газов используют угольные фильтры также универсального назначения. Фильтрующие материалы зарубежных фирм, применяемые в СИЗОД, в частности в защитной маске с поддувом очищенного воздуха, предназначены для нейтрализации органических, неорганических газов, хлоридов, аммиака и т.д., из чего следует, что они непригодны для типичных составов СА.

Таким образом, можно сделать вывод, что в сварочном производстве имеется острая потребность в ФВА и СИЗОД со специальными фильтрами для улавливания СА, разработка которых должна основываться на предлагаемой классификации. Главная задача заключается в разработке новых видов двухступенчатых фильтров, в которых вторая ступень предназначена для фтористых, оксидоуглеродных или озоновых СА. В свою очередь, комбинирование этих фильтрующих элементов позволит также получить фильтры для фтористо-оксидоуглеродных и фтористо-озоновых СА. Разработанные на этой основе новые виды средств защиты сварщиков и окружающей среды позволят повысить их эффективность и снизить стоимость за счет избирательного механизма улавливания конкретных вредных веществ, получить полный гигиенический и экологический эффекты за счет нейтрализации всего комплекса вредных веществ в составе ТССА и ГССА.

#### Литература.

1. Ерёмин Л.П., Деменкова Л.Г., Гришагин В.М. К вопросу о создании модели образования сварочного аэрозоля при сварке горношахтного оборудования // Горное машиностроение: Сборник материалов. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) Mining Informational and analytical Bulletin (scientific and technical journal). – 2011. – № 0В2. – М.: «Горная книга». – С. 276-285.
2. Гришагин В.М., Ерёмин Л.П., Деменкова Л.Г. Методы исследования сварочного аэрозоля, образующегося при сварке горно-шахтного оборудования // Безопасность труда в промышленности, 2011, № 6. – С. 53-56.
3. Гришагин В.М., Деменкова Л.Г. Моделирование процесса образования сварочного аэрозоля горно-шахтного оборудования / Сварочное производство, 2011, № 8(921) – С.8 – 12.
4. Л.П. Ерёмин, В.М. Гришагин, Л.Г. Деменкова К вопросу об исследовании выделения сварочного аэрозоля при сварке горношахтного оборудования/ Энергетика: экология, надёжность, безопасность: Материалы шестнадцатой Всероссийской научно-технической конференции. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – С.187 –188.
5. Супрун С.А. Санитарно-гигиенические показатели процесса сварки и их отражение в структуре потребления сварочных материалов / С.А. Супрун, Л.Н. Горбань, В.И. Супрун // Труды 1-й Международной научно-практической конференции «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве»: Сб. докл. – Одесса: Астропринт, 2012.
6. Походня И.К. Металлургия дуговой сварки. Взаимодействие металла с газами / И.К. Походня, И.Р. Явдошин, А.П. Пальцевич, В.И. Швачко, А.С. Котельчук. – Киев: Наукова думка, 2004.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФОНОВЫХ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК И ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В РАЗНЫХ РАЙОНАХ ГОРОДА КИСЕЛЕВСКА**

*Т.Г. Апасова, студентка 4 курса,  
научный руководитель: Алукер Н.Л., к.ф.-м.н., доцент,  
ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово  
650043, г. Кемерово, Васильева, 20Б, тел. 8-952-169-13-97  
E-mail: tanuha-apasova@mail.ru*

Целью данного исследования является проведение радиоэкологического мониторинга на территории города Киселевска и оценка атмосферного загрязнения города по состоянию снежного покрова.

Для определения дозовых нагрузок в режиме территориального мониторинга применялся метод термолюминесцентной (ТЛ) дозиметрии с использованием для контроля индивидуальных дозиметров (дозиметрических кассет ДТГ с двумя термолюминесцентными детекторами ТЛД-К). Этот метод позволяет регистрировать различные виды излучения в широком диапазоне. Измерение проводилось с помощью дозиметрического комплекса ДТУ-01М. Комплекс предназначен для считывания люминесцентного сигнала при нагреве предварительно облученного за счет фонового облучения