

УДК 613.6+331.4-032.1]:669.181+669.183.21

# К ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ И РАЗЛИВКИ МАРГАНЦОВИСТОЙ СТАЛИ КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТОРНЫМ СПОСОБОМ

Гапон В.А., Алёхина Т.Н., Воляная В.В., Литвиненко В.В.

Украинский научно-исследовательский институт промышленной медицины, г. Кривой Рог

Исследованы основные трудовые процессы и гигиенические условия труда при выплавке и разливке легированных марганцем сталей в кислородно-конверторных цехах. Определено, что исследуемый технологический процесс сопровождается значительным выделением пыли (в среднем  $74,6 \pm 11,9$  и  $61,2 \pm 6,2$  мг/м<sup>3</sup>, то есть 18–15 ГДК) и оксидов марганца (до  $1,22 \pm 0,13$  мг/м<sup>3</sup>, то есть до 24 ГДК) в воздухе рабочей зоны.

Отрицательному влиянию высоких концентраций пыли (со значительным содержанием свободной двуокиси кремния) и оксидов марганца больше всего подвергаются рабочие таких профессий: конверторщики, шлаковщики, машинисты кранов, ковшовые, разливальщики.

**Ключевые слова:** выделение пыли, оксиды марганца, малые концентрации, свободная двуокись кремния

## Вступление

В настоящее время мировой рынок черной металлургии формируется под влиянием перехода от преимущественного наращивания абсолютных объемов к снижению удельного металлопотребления за счет выпуска и потребления металлопродукции повышенного качества.

Металлургические предприятия Украины производят металла значительно больше, чем перерабатывают. Вместе с тем, на предприятиях не производится вся номенклатура проката. В ближайшие годы ассортимент проката предполагается расширить и унифицировать, включая новые виды металлопродукции, а также широкое использование легирующих веществ. Наиболее часто в качестве легаторов применяется марганец.

Известно, что оксиды марганца, выделяющиеся при выплавке стали в виде аэрозолей конденсации, являются высокотоксичными и чрезвычайно опасными по ГОСТ 12.1.005-88 веществами [2,7].

Наши исследования, проведенные ранее, касались лишь состояния производственной среды при электросталеплавильном, конверторном и марганцовском производствах [3], в то же время данные других авторов освещали гигиенические условия труда при первичной металлургической переработке природнолегированных руд [1].

Однако работ, касающихся гигиенической характеристики всего технологического процесса производства легированных марганцем сталей, практически не имеется. Поэтому гигиеническая

оценка технологии выплавки и разливки марганцовистой стали кислородно-конверторным способом является, с нашей точки зрения, чрезвычайно актуальной и важной.

## Объект и методы исследования

Нами исследованы основные трудовые процессы при выплавке легированных марганцем сталей марки 09Г2С (с содержанием марганца от 1,3 до 1,7%) на Мариупольском металлургическом комбинате.

Содержание пыли в воздухе рабочей зоны определяли стандартным гравиметрическим методом с использованием фильтров АФА [4]. Содержание двуокиси кремния в пыли определяли согласно методическим указаниям [6]. Концентрацию оксида углерода определяли с помощью газоанализатора 604-ЭХО-8. Соединения марганца в воздухе определяли фотометрическим методом [5].

Результаты исследования свидетельствуют о том, что полностью механизированная подача в конвертор шлакообразующих материалов и ферросплавов, использование машин факельного торкретирования и ломки футеровки конвертора, машин непрерывного литья заготовок, машин газовой резки и огневой зачистки способствовали значительному улучшению условий труда на основных рабочих местах кислородно-конверторного цеха. Однако сохраняется еще ряд вспомогательных работ и операций, при которых рабочие

подвергаются интенсивному воздействию вредных факторов производственной среды: запыленности и загазованности воздуха, теплового излучения, повышенных температур, шума. Так, в конверторном отделении трудоемкими и опасными являются операции ремонта сталевыпускного отверстия конвертора, замены вышедшей из строя кислородной форума, очистки газоотводящего тракта конвертора от настылей, которые выполняются при интенсивном тепловом излучении, повышенных температурах, запыленности и загазованности воздуха. Вручную вбрасывается чушковый алюминий в ковш при сливе металла (около 40 штук весом 15 кг на одну плавку), вручную производятся замеры температуры металла и отбор проб сталеварами и разливщиками. У разливщиков в особо неблагоприятных условиях выполняются работы по устранению неполадок при непрерывной разливке стали. Это относится и к зачистке металла ручными резаками в транспортно-отделочном отделении.

Основные операции по управлению конвертором (поварка при загрузке ломом, заливка чугуна, спуск шлака и слив металла, торкретирование; продувка кислородом; подача шлакообразующих материалов и ферросплавов; контроль их расхода) выполняет машинист дистрибутора из главного поста управления конвертора. Сталевары и подручные сталеваров ведут наблюдение при скачивании шлака, сливе металла; производят отбор проб и замеры температуры металла, вбрасывают чушковый алюминий, очищают горловину конвертора, заделывают летку и участвуют в ремонте конвертора и прочих вспомогательных работах по обслуживанию конвертора. Если труд машиниста дистрибутора характеризуется значительным нервно-эмоциональным напряжением, связанным с большой ответственностью, концентрацией внимания, гиподинамией, то для сталеваров характерна значительная физическая нагрузка как динамического, так и статического характера, выполняемая в неблагоприятных условиях.

Анализ состояния производственной среды показал, что в конверторном отделении уровень запыленности воздуха существенно различался в зависимости от стадии технологического процесса и нахождения рабочего места. Наибольшие концентрации пыли регистрировались у конвертора во время продувки кислородом, а также при загрузке конвер-

тора стальным ломом и заливке чугуна, составляя в среднем  $74,6 \pm 11,9 \text{ мг}/\text{м}^3$  и  $61,2 \pm 6,2 \text{ мг}/\text{м}^3$ , соответственно, что превышает ПДК пыли (с содержанием диоксида кремния кристаллического до 10%) соответственно в 18 и 15 раз.

Из этого следует, что аспирационная установка над горловиной конвертора не обеспечивает необходимой локализации и удаления пыли, образующейся при продувке аэрозолей. Несколько ниже была концентрация пыли у окна загрузки раскислителей и на ПУ сливом металла и составляла соответственно в среднем  $47,6$  и  $31,1 \text{ мг}/\text{м}^3$ , но и здесь концентрация пыли превышала ПДК в 12,0 и 7,8 раза. Вне операций продувки, загрузки конвертора металлом, заливки чугуна и слива стали, содержание пыли в воздухе у конвертора, равное  $14,9 \text{ мг}/\text{м}^3$ , отражает фоновый уровень загрязненности воздушной среды цеха, обусловленный этими операциями.

По содержанию в воздухе оксидов марганца, специфического фактора в производстве марганцовистых сталей, операция продувки кислородом также занимает первое место —  $1,22 \pm 0,13 \text{ мг}/\text{м}^3$ , что в 24 раза превышает ПДК. Несколько ниже концентрация оксидов марганца при сливе металла ( $1,12 \text{ мг}/\text{м}^3$ ) и при других операциях ( $0,76$ — $0,92 \text{ мг}/\text{м}^3$ ), однако и здесь превышение ПДК составляет от 15 до 22 раз. Лишь в операторной дистрибуторщиков, расположенной в отдельном помещении, которое оборудовано кондиционером, превышение ПДК оксидов марганца было менее выражено (в 3 раза). Содержание двуокиси кремния в пыли колебалось на разных рабочих местах в диапазоне от 0,5 до 6,9%. Оксид углерода был обнаружен лишь во время продувки в концентрации ниже ПДК — на уровне  $10,3 \text{ мг}/\text{м}^3$ .

На участке прокаливания ферросплавов у печей обжига концентрация пыли в среднем составляла  $103,6 \text{ мг}/\text{м}^3$ , то есть превышала ПДК в 26 раз, оксидов марганца —  $0,77 \text{ мг}/\text{м}^3$ , что в 2,3 раза выше ПДК. На пульте управления содержание пыли и оксидов марганца незначительно превышало ПДК.

Концентрация оксида углерода на участке составляла  $9,7$ — $9,9 \text{ мг}/\text{м}^3$ , то есть не превышала ПДК. Основной причиной высокой запыленности на участке прокаливания ферросплавов является отсутствие аспирационных установок у печей пылеуборки.

Высокая запыленность воздуха также характерна для отделения загрузки бункеров, где концентрация пыли превышала ПДК от 13 до 22 раз, а оксидов марганца – от 2,1 до 2,7 раза, за исключением пульта управления оператора загрузки, расположенного в специальном помещении, оборудованном кондиционером.

На рабочем месте сталеваров установки доводки стали в ковше концентрация пыли в воздухе превышала ПДК от 3,5 до 7,2 раза, а оксидов марганца – от 5,2 до 17,2 раз несмотря на то, что над ковшом оборудована аспирационная установка.

На участке непрерывной разливки стали наибольшее содержание в воздухе пыли и оксидов марганца отмечалось на рабочем месте разливщиков, составляя соответственно в среднем 29,3 и 1,32 мг/м<sup>3</sup>, что соответственно превышает ПДК в 7,3 и 26,4 раза. Одной из основных причин этого загрязнения является отсутствие аспирации от МНЛЗ. Значительное превышение ПДК пыли и оксидов марганца наблюдалось в воздухе по всей линии разливки до самой газорезки.

На рабочем месте машинистов крана конверторного пролета концентрация пыли в воздухе превышала ПДК в 6,2 раза, а оксидов марганца – в 15,2 раза. В разливочном пролете в кабине кранов концентрация пыли была выше ПДК в 4 раза, а оксидов марганца – в 17,8 раза. Это является подтверждением того, что процесс разливки марганцовистой стали на МНЛЗ является основным источником загрязнения оксидами марганца воздуха рабочей зоны.

В транспортно-отделочном отделении на рабочем месте огнерезчиков по зачистке пороков металла ручными резаками отмечалось повышенное содержание пыли (в 4 раза выше ПДК) и оксидов марганца (в 13,8 раза выше ПДК).

## Література

1. Бабкин В.О., Петров Б. А. Гигиеническая характеристика условий труда при первичной металлургической переработке природнолегированных руд // Гиг. и сан.– 1998.– № 6.– С. 29–32.
2. Давыдова В.И., Неизвестнова Е.М., Блохин В.А., Сигова Н.В. Токсикологическая оценка комбинированного действия марганца, хрома и никеля // Гиг. и сан.– 1981.– № 7.– С. 20–22.
3. Карнаух Н.Г., Петров Г.А., Гапон В.А., Последниченко И.П. Состояние производственной среды при электросталеплавильном, конверторном и марганцовском производствах // Гиг. труда и профзабол.– 1992.– № 2.– С. 7–9.

Изучение валовых выбросов конверторного цеха комбината показало, что концентрация пыли и оксидов марганца в выбросах после газоочистки конвертора соответственно составляла  $(95,6 \pm 6,09)$  мг/м<sup>3</sup> и  $(1,65 \pm 0,49)$  мг/м<sup>3</sup>, а количество выбрасываемой пыли и оксидов марганца соответственно 29,5 кг/ч и 0,51 кг/ч. Концентрация пыли и оксидов марганца после рукавных фильтров аргоновой установки соответственно равнялась  $(54,0 \pm 4,3)$  мг/м<sup>3</sup> и  $(0,68 \pm 0,29)$  мг/м<sup>3</sup>, а количество этих веществ, выбрасываемых в атмосферу соответственно 9,5 кг/ч и 0,12 кг/ч. Валовые выбросы пыли и оксидов марганца от конверторов и аргоновых установок составляли соответственно 77,5 кг/ч и 1,38 кг/ч.

## Выводы

1. Технологический процесс выплавки и разливки легированных марганцем сталей кислородно-конверторным способом характеризуется интенсивным пылевыделением и чрезмерным загрязнением воздуха рабочей зоны оксидами марганца. Наибольшее загрязнение воздушной среды соединениями марганца происходит на стадии разливки легированных сталей.

2. Неблагоприятному воздействию пыли и оксидов марганца в наибольшей степени подвергаются конверторщики, шлаковщики, машинисты кранов, ковшевые, разливщики, миксеровые и шихтовщики.

3. Дальнейшие исследования в данном направлении целесообразно проводить в плане гигиенического обоснования технико-технологических решений по минимизации содержания оксидов марганца в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе.

4. Методические рекомендации по измерению концентраций аэрозолей преимущественно фиброгенного действия № 4436–87.– М., 1988.– С. 1–26.

5. Методические указания на фотометрическое определение соединений марганца в воздухе № 1617–77.– М.– С. 16–18.

6. Методические указания по определению свободной двуокиси кремния в пыли № 5886–91.– М., 1991.– С. 1–28.

7. Пазынич В.М., Гагара В.Ф., Подлозный А.В. Экспериментальное обоснование предельно допустимых концентраций двуокиси марганца в атмосферном воздухе // Гиг. и сан.– 1984.– № 12.– С. 53–54.

**Гапон В.О., Альохіна Т.М., Водяная В.В., Литвиненко В.В.**

## ДО ГІГІЕНІЧНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПЛАВКИ ТА РОЗЛИВУ МАРГАНЦЕВИСТОЇ СТАЛІ КИСНЕВО-КОНВЕРТОРНИМ СПОСОБОМ

Український науково-дослідний інститут промислової медицини, м. Кривий Ріг

Досліджено основні трудові процеси та гігієнічні умови праці при виплавці та розливі легованих марганцем сталей у киснево-конверторних цехах. Визначено, що досліджуваний технологічний процес супроводжується значним виділенням пилу (в середньому  $74,6 \pm 11,9$  та  $61,2 \pm 6,2$  мг/м<sup>3</sup>, тобто 18–15 ГДК) та оксидів марганцю (до  $1,22 \pm 0,13$  мг/м<sup>3</sup>, тобто до 24 ГДК) у повітря робочої зони.

Негативному впливу високих концентрацій пилу (із значним вмістом вільного двоокису кремнію) та оксидів марганцю більш за все піддаються робітники таких професій: конверторники, шлаківники, машиністи кранів, ковшові, розливальники, міксерові та шихтувальники

**Ключові слова:** виділення пилу, оксиди марганцю, малі концентрації, вільний двоокис кремнію

**Gapon V.O., T.N. Alyokhina, V.V. Vodyana, V.V. Litvinenko**

## HYGIENIC ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGY FOR SMELTING AND LADING MANGANESE STEEL BY OXYGEN-CONVERTER METHOD

Ukrainian Scientific Research Institute of Industrial Medicine, Kryvoi Rog

Main processes and hygienic working conditions when smelting and lading manganese alloyed steel in oxygen-converter shops were studied. It was found that the studied technological process was accompanied by significant dust formation ( $74,6 \pm 11,9$  and  $61,2 \pm 6,2$  mg/m<sup>3</sup> on the average, i.e. 18–15 MAC) and manganese oxides (up to  $1,22 \pm 0,13$  mg/m<sup>3</sup>, i.e. up to 24 MAC) in air of the working zone. Workers of the following professions are mostly affected by the negative effect of high dust concentrations (with significant content of free silicon dioxide) and manganese oxides: operators of converters, cinder pitmen, operators of cocks, operators of ladles, operators of the ladling, operators of mixers and the charge.

**Keywords:** dust release, manganese oxides, low concentrations, free silicon dioxide

Поступила: 23.11.2005 р.

**Контактное лицо:** Гапон Василий Александрович, зав. лаборатории промышленной экологии и здоровья, д.м.н., ст.н.с., УКРНИИ ПРОММЕД, Кривой Рог, 50096, Оздоровительный городок 96, тел. 493-00-60.