

2. Джей Р. Малозатратный маркетинг. - СПб. 2003. - 240с.

УДК 613.6.669.168

Г.Я. Липатов, В.И. Адриановский,
В.Ю. Сорокин, А.А. Самылкин, А.В. Гафарова

ПЫЛЕВОЙ ФАКТОР В ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСПЛАВОВ АЛЮМОТЕРМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Уральская государственная медицинская академия

Среди различных отраслей металлургической промышленности производство ферросплавов занимает особое место. Ферросплавы служат важными компонентами, необходимыми для получения высококачественных и легированных сталей. ОАО «Ключевский завод ферросплавов» (пос. Двуреченск Сысертского р-на Свердловской обл.), является одним из ведущих производителей данного вида продукции в Российской Федерации. В настоящее время на предприятии производится до 90 разновидностей ферросплавов: хром металлический, феррохром (безуглеродистый и высокоуглеродистый), силикохром, феррованадий, ферротитан, феррониобий и др. Производство ферросплавов алюмотермическим способом – сложный, многостадийный процесс, включающий в себя приготовление шихты, плавку, дробление, чистку и сортировку продукта. Условия труда рабочих основных профессий ферросплавного производства сопряжены с воздействием сложного комплекса неблагоприятных факторов производственной среды, из которого особо следует выделить запыленность воздуха рабочей зоны.

Цель нашего исследования: дать гигиеническую оценку пылевого фактора в производстве ферросплавов алюмотермическим способом.

Материалы и методы

Исследование запыленности проводилось во всех функциональных подразделениях ферросплавного цеха ОАО «Ключевский завод ферросплавов». Отбор проб воздуха осуществлялся в зоне дыхания рабочих на фильтры АФА-ВР-20 со скоростью 15-20 л/мин и продолжительностью отбора до 30 мин. Содержание пыли определялось по разности масс фильтра до и после экспонирования; предел обнаружения пыли в воздухе - 0,2 мг/м³. Часть отобранных фильтров в дальнейшем использовалась для определения дисперсности пылевых частиц. Дисперсный состав витающей пыли в воздухе рабочей зоны изучали под оптическим микроскопом с помощью окулярной линейки при увеличении в 900 раз после предварительного растворения (осветления) материала фильтра в парах ацетона.

Результаты исследования и их обсуждение

Пылеобразование наблюдается на всех этапах технологического процесса и во всех производственных помещениях. По условиям возникновения и свойствам пыль, образующаяся при производстве ферросплавов, делится на два класса: аэрозоли дезинтеграции и конденсации. К аэрозольам дезинтеграции относится пыль сырьевых материалов, пыль, возникающая при разрушении шлаков хромосодержащих сплавов в период их остывания, а также пыль собственно сплавов, возникающая на эта-

пах измельчения металла и сортировки готовой продукции.

Присутствие пылей сырьевых материалов отмечается на участках подготовки и набора шихты, где источниками их выделения служат все относящиеся к указанным участкам технологические оборудование, а также в плавильных отделениях, где они попадают в воздух рабочей зоны при транспортировке и загрузке шихтового материала в плавильные агрегаты. Пыли, образующиеся при разрушении шлаков хромосодержащих сплавов, отмечаются в корпусах ферросплавных цехов, так как именно там происходит разлив шлака, а также дислоцируются остоочные площадки. Пыли собственно сплавов присутствуют в дробильном отделении, на участках сортировки, упаковки и хранения готовой продукции.

Основными источниками поступления аэрозолей конденсации в рабочую зону служат плавильное оборудование (электродные, плавильные камеры), а также ковши, тигли и изложницы, заполненные расплавом. Аэрозоли конденсации вместе с печными газами в больших количествах выделяются с поверхностей загрузочных воронок во время процесса дозасыпки шихтового материала, из леточных отверстий печей во время их открытия перед выпуском металла. Внутри ферросплавных цехов отсутствует изоляция функциональных подразделений, в связи с чем аэрозоли указанных классов и групп в той или иной степени присутствуют на всех участках цеха, в том числе и там, где их образование невозможно, исходя из особенностей технологического процесса.

Концентрации пыли в воздухе производственного здания в теплый период года превышали ПДК по средним значениям лишь в рабочей зоне дробильщика (табл. 1). В холодный период года превышение средних значений ПДК отмечалось на большинстве рабочих мест, за исключением рабочей зоны чистильщика. При этом наибольшее превышение ПДК выявлено на рабочем месте плавильщика при наборе шихты и загрузке ее в печь, а также в рабочей зоне чистильщика. Очевидно, что высокие концентрации пыли в производственном здании в зимний период обусловлены в первую очередь несовершенством систем вентиляции в цехе, когда в связи со снижением температуры наружного воздуха резко уменьшается воздухообмен.

В ходе исследования дисперсного состава витающей в цехе пыли было установлено, что в плавильном отделении преобладает аэрозоль конденсации, большинство частиц (84,8%) имеет размер менее 5 мкм, что определяет устойчивый характер ее присутствия в воздухе рабочей зоны и длительное нахождение в глубоких отделах органов дыхания (табл. 2). В подготовительном, дробильном и чистильном отделениях преобладает аэрозоль дезинтеграции, большинство частиц имеет размер свыше 6 мкм. (80,0, 87,3, 85,5% соответственно).

Многокомпонентность шихты при выплавке ферросплавов определяет сложный химический состав пыли. Основными компонентами пыли являются неорганические соединения хрома (3+) и (6+), содержание которых в отобранных пробах колеблется от 0,1 до 10%. При этом от общего содержания хрома на его водорастворимые соединения приходится 11-13%. Кроме неорганических соединений хрома в состав пыли входят железо, диоксид кремния, пековые смолы, бенз(а)пирен.

Таблица 1

Концентрации пыли в воздухе рабочей зоны ферросплавного цеха, мг/м³

Место отбора проб	Теплый период года				Холодный период года			
	п	Max	X ± S _x	Отношение к ПДК	п	Max	X ± S _x	Отношение к ПДК
1. Рабочая зона плавильщика при наборе шихты	54	6,8	3,3±0,2	0,8	56	12,6	8,6±0,4	2,6
2. Рабочая зона плавильщика при загрузке шихты	57	2,0	1,6±0,1	0,4	53	10,8	6,3±0,5	1,6
3. Рабочая зона плавильщика при плавлении	41	2,2	1,2±0,1	0,3	49	7,4	3,7±0,4	0,9
4. Рабочая зона плавильщика при дозарядках шихты	39	3,6	1,3±0,1	0,3	36	12,2	4,9±0,4	1,2
5. Рабочая зона плавильщика при розливе металла	43	5,8	2,3±0,2	0,6	44	14,3	5,9±0,3	1,5
6. Рабочая зона дробильщика	61	8,4	5,1±0,3	1,3	58	10,4	6,2±0,2	1,6
7. Рабочая зона чистильщика	55	4,8	2,9±0,1	0,7	60	5,8	3,1±0,3	0,8

Примечание: ПДК = 4,0 мг/м³

Таблица 2

Дисперсный состав пыли

Место отбора	Число проб	Процент пылевых частиц размером			
		до 2 мкм	2-5 мкм	6-10 мкм	> 10 мкм
1. Узел смещения шихты (подготовительное отделение)	10	5,2±0,9	14,8±1,3	45,0±3,1	35,0±2,3
3. Зона обслуживания плавильного агрегата (плавильное отделение)	10	61,6±5,1	22,8±3,3	8,7±1,5	6,9±1,3
5. Участок дробления ферросплавов	10	2,4±0,4	10,3±0,9	39,3±4,8	48,0±5,1
6. Участок чистки ферросплавов	10	4,1±0,8	10,4±0,9	31,2±1,9	54,3±4,6

Таблица 3

Параметры перекисного гомеостаза у животных в эксперименте

Наименование показателя	Пыль ферросплавного производства, n=17	Физ. Раствор, n=33
I ₁ , отн. ед.	218,80±16,70*	107,30±7,63
I ₂ , отн. ед.	3812,00±353,60*	902,20±77,64
I _A , отн. ед.	16,91±0,75*	7,48±0,44
Каталаза, нмоль H ₂ O ₂ /мг Hb/мин	49,65±2,51*	68,37±3,63
Церулоплазмин, мг%	36,68±4,91	36,88±3,11
СОД, ед/г Hb/мин	304,70±22,70	266,60±15,30
АОА, %	35,54±3,56*	52,85±3,97
ГПЦ, ед.	0,82±0,03*	0,44±0,03
МДА, ммоль/л 10 ⁻⁵	0,31±0,03*	0,18±0,02

Примечание: * - достоверность различий с контролем (p<0,05).

Присутствие в пыли хрома (6+) и бенз(а)пирена обуславливает канцерогенные свойства изучаемой пыли [1]. Проведенные в России и ряде зарубежных стран исследования смертности от злокачественных новообразований (ЗН) выявили повышенные уровни смертности рабочих, занятых в производстве ферросплавов. В структуре смертности от ЗН преобладали злокачественные опухоли трахеи, легких и плевры [2, 4, 5].

Принимая во внимание ключевую роль свободнорадикальных процессов в патогенезе многих заболеваний, в том числе злокачественных новообразований, представляло интерес изучить влияние указанной пыли на состояние свободнорадикальных процессов, перекисного окисления липидов (ПОЛ) и эффективность антиоксидантной защиты в условиях эксперимента.

Отобранная в виде сматов пыль вводилась белым беспородным крысам внутрибрюшинно в 0,5 мл физ. раствора. Содержание хрома в пыли составляло 0,23%. Животным контрольной группы внутрибрюшинно вводилось эквивалентное количество физ. раствора. Спустя 24 ч животные забивались, и у них отбиралась сыворотка крови для дальнейших исследований. Свободнорадикальные процессы оценивались прямым методом по амплитуде вспышки спонтанной (I₁) и индуцированной (I₂) родамином в присутствии Fe (2+) хемилюминисценции. Также рассчитывался индекс активации хемилюминисценции (I_A). Функциональное состояние антиоксидантной системы оценивалось по антиокислительной активности сыворотки крови (АОА), активности каталазы (К), церулоплазмينا (ЦП) и супероксиддисмутазы (СОД).

Интенсивность ПОЛ оценивалось по содержанию гидроперекисей липидов (ГПЛ) и малонового диальдегида (МДА).

Как видно из табл.3, пыль ферросплавного производства проявила выраженные прооксидантные свойства. В опытной группе животных амплитуда всплески спонтанной хемилюминесценции была в 2,0 раза, а индуцированной – в 4,2 раза выше, чем в контроле. Значение индекса активации у животных, подверженных воздействию изучаемой пыли, в 2,3 раза превышало контрольные цифры. Это ярко свидетельствует об усилении свободно-радикальных процессов в организме животных даже в результате однократного контакта с пылью ферросплавного производства.

Активность основных ферментов антиоксидантной защиты существенно не изменилась (за исключением каталазы, уровень которой под воздействием изучаемой пыли снизился на 33%). АОА у крыс опытной группы была на 32,7% ниже, чем в контрольной. Это свидетельствует о формировании у крыс, которым вводилась пыль ферросплавного производства, срыва адаптации антиоксидантной системы, причиной которого мог быть только контакт с прооксидантным фактором.

Уровень ГПЛ и МДА крыс, которым вводилась изучаемая пыль, был соответственно на 36 и 42% выше, чем в контроле. Данный факт указывает на функциональную несостоятельность системы антиоксидантной защиты получивших пыль животных.

Таким образом, попадание в организм пыли ферросплавного производства влечет за собой формирование окислительного стресса, т.е. состояния, характеризующегося дисбалансом между системой антиокислительной защиты и перекисным окислением липидов.

В результате создаются предпосылки для развития широкого спектра заболеваний, в том числе и злокачественных новообразований, что согласуется с результатами эпидемиологических исследований [3].

Полученные нами результаты свидетельствуют о необходимости разработки и внедрения мероприятий по снижению запыленности в цехах по производству ферросплавов, что может быть достигнуто, прежде всего, внедрением современных технологических решений, улучшением работы вентиляционных установок, максимальной изоляцией отдельных участков. Немаловажное значение должно придаваться мероприятиям организационного характера, позволяющим максимально сократить время контакта работающих с пылью. Не теряет своего значения использование средств индивидуальной защиты органов дыхания (респираторы) и кожи (защитные кремы). Наконец, важным профилактическим мероприятием может стать внедрение средств биопрофилактики с антиоксидантными свойствами, такими как β -каротин, комплекс витаминов А и Е, тамерит, что позволило бы повысить устойчивость организма рабочих к неблагоприятному воздействию пыли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека: Гигиенические нормативы (ГН 1.1.725-98). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 23с.

2. Покровская Л.В. Некоторые итоги изучения условий труда в новых цехах для производства ферросплавов // Актуальные проблемы гигиены в металлургической и горнодобывающей промышленности. – М.: Изд-во НИИ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, 1985 – С.75-79.
3. Сапирин А.Н. Окислительный стресс как возможный универсальный этиологический фактор развития различных патологических процессов // Сб. тр. национальной научн.-практ. конф. «Свободные радикалы в болезни человека». Смоленск, 19-22 сентября 1999 г. – Смоленск, 1999. – С.42-44.
4. Axelsson G., Rylander R., Schmidt A. Mortality and incidence of tumours among ferrochromium workers // Brit. J. ind. Med. – 1980. – Vol.37. – P.121-127.
5. Langard S., Andersen A., Ravnstad J. Incidence of cancer among ferrochromium and ferrosilicon workers; an extended observation period // Brit. J. ind. Med. – 1990. – Vol.47. – P.14-19.

Р.А. Титаренко, С.А. Берзин, С.М. Демидов

РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 15 ЛЕТ

Уральская государственная медицинская академия

Рак молочной железы (РМЖ) является сложной проблемой здравоохранения как развитых, так и большинства развивающихся стран из-за высокой заболеваемости и смертности. В настоящий период времени он лидирует по частоте среди злокачественных новообразований у женщин, и эта тенденция сохраняется уже на протяжении нескольких десятилетий. В России РМЖ занимает первое место в структуре онкологической заболеваемости у женщин и является одной из главных причин смертности женщин трудоспособного возраста.

Изучение динамики соотношений заболевших в умерших от РМЖ показывает, что, несмотря на совершенствование методов лечения, это соотношение меняется мало и составляет в РФ 49-50%. Это приводит к мысли о возможности изменения самого заболевания, что вполне может нивелировать совершенствование методов лечения. И мы решили изучить, не меняются ли в динамике некоторые характеристики РМЖ – те, которые принято считать важными прогностическими. Прежде всего, к группе таких прогностически значимых факторов относятся: возраст больных, состояние менструального статуса, стадия заболевания, гистологическая форма рака, степень его злокачественности, инвазия лимфатических и кровеносных сосудов молочной железы, интенсивность в клеточный состав опухолевой инфильтрации, количество лимфатических узлов, пораженных метастазами, и ряд других факторов. Поэтому мы решили последить, как изменялись некоторые из этих факторов на протяжении 15 лет у больных РМЖ в Свердловской области. Материалом для исследования явились истории болезни больных РМЖ, лечившихся в Свердловском областном онкологическом диспансере в 1985-2000 гг., которые отбирались слепым методом, по 50 из каждого периода. Сравнялись со стороны опухоли – процент узловых и диффузных форм, частота обнаружения в удаленных препаратах метастатических лимфатических узлов при клини-