

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A POLVO DE ANTRACITA ASSESSMENT OF THE OCCUPATIONAL EXPOSURE TO ANTHRACITE DUST

Heliadora Díaz Padrón ¹
Rita María González Chamorro ²
María Elena Pastor Arango ³
Enrique José Ibarra Fernández de la Vega ⁴

RESUMEN

Se realizó un estudio de corte transversal de tipo analítico en el ambiente laboral de la fábrica de producción de antracita, procedente de los residuales de las plantas de extracción de níquel de la región oriental de Cuba, con el objetivo de caracterizar la contaminación de los puestos de trabajo y, de acuerdo a sus resultados, tomar las medidas pertinentes para su reducción. Se monitoreó la totalidad de los trabajadores expuestos en las producciones de antracita insuflada y para ajuste durante 4 días consecutivos, determinando la concentración de polvo total y su fracción respirable. Se presentó más sobreexposición en la producción de antracita insuflada que en la de insuflada y ajuste, alcanzando valores de hasta 4 veces el límite promedio admisible. En ambas producciones el nivel de fracción respirable estuvo similar. Se emitieron recomendaciones para reducir la fuente generadora del contaminante.

Palabras clave: antracita, exposición ocupacional, fracción respirable

ABSTRACT

A cross-sectional study of analytical type was realized in the work environment of the factory of anthracite production, proceeding from the extraction nickel plants of the eastern region of Cuba, with the aim of characterizing the contamination of jobs and, according to their findings, take appropriate measures for its reduction. There were monitored all exposed workers in the production of anthracite insufflated and for adjustment, during 4 consecutive days, determining the concentration of total dust and its respirable fraction. An overexposure was detected in the production of insufflated anthracite in relation to the production of anthracite for adjustment, reaching values of up to 4 times the average permissible limit. In both productions the level of respirable fraction was similar. Recommendations were issued to reduce the generating source of the contaminant.

Keywords: anthracite, occupational exposure, respirable fraction

INTRODUCCIÓN

Carbón es el nombre general que se da a los residuos de sustancias vegetales fosilizadas que se han convertido en compuestos ricos de carbono después de haberse cubierto de una capa de roca sedimentaria que las aisló del aire y después de haber sido sometidas a presión y temperaturas altas durante eras geológicas ¹.

Existen diferentes tipos minerales de carbono en función del grado de carbonificación que haya experimentado la materia vegetal que originó el carbón. Estos van desde la turba, que es el menos evolucionado y en el que la materia vegetal muestra poca alteración, hasta la antracita, que es el carbón mineral con una mayor evolución, la cual depende de la edad del carbón, así como de la profundidad y condiciones de presión, temperatura, entorno, etc., en las que la materia vegetal evolucionó hasta formar el carbón mineral.

La antracita es un mineral de carbón, oscuro y con tonalidades azules brillantes, y suele ser usado en la fundición de metales especialmente el hierro, mezclado con carbones bituminosos; se le puede utilizar también como filtros para agua, así como, en combinación con la hulla, para generación de vapor y su ulterior uso en la generación de electricidad. Es el carbón mineral con una mayor evolución que tiene la mayor cantidad de carbono puro; supera fácilmente el 90 %, con un poder calórico de entre 23 y 33 MJ/kg, y se origina en el proceso denominado carbonificación.

Uno de los medios filtrantes de carbón más empleados básicamente es el carbón activado triturado y tami-

¹ Ingeniera química, Máster en Salud de los Trabajadores, Investigadora Auxiliar, Profesora Instructor. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

² Licenciada en Química, Máster en Química Analítica, Investigadora Auxiliar. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

³ Licenciada en Lengua y Literatura Rusa, Máster en Salud de los Trabajadores, Investigadora Agregado, Profesora Instructor. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

⁴ Licenciada en Química, Máster en Salud de los Trabajadores, Investigador Titular, Profesor Auxiliar. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

Correspondencia:

MSc Heliadora Díaz Padrón

Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores

Calzada de Bejuca km 7½ nº 3035 entre Heredia y 1ª, La Esperanza, Arroyo Naranjo, La Habana, Cuba, CP10900

E-mail: heliadora.diaz@infomed.sld.cu

zado, con gránulos que van desde 0,5 μm hasta 3 μm . Es un buen complemento para los filtros de medios múltiples, en compañía de arena o arena verde de manganeso. Se caracteriza por producir mejoras confiables en la extracción de turbidez, debido principalmente a su mayor capacidad para retener sólidos ².

La antracita suministra el 25 % de la energía primaria consumida en el mundo, sólo por detrás del petróleo. Además, es de las primeras fuentes de energía eléctrica, con 40 % de la producción mundial (según datos de 2006) ³.

En la planta de extracción niquelífera de Nicaro, provincia de Holguín, existe una planta de producción a escala piloto, la que utiliza como materia prima la antracita, que procede de los residuales de las plantas de níquel de la provincia y la transforma, a través de un proceso tecnológico de secado y cribado, en dos productos finales empacados como carbón insuflado y de ajuste, de gran utilidad para la industria siderometalúrgica.

En este proceso se genera una cantidad de polvo de antracita que puede ser perjudicial para el trabajador expuesto de no cumplimentarse con las normas higiénico sanitarias en los puestos de trabajo, ya que estos productos pasan al aire, manteniéndose en suspensión por períodos que dependen de las propiedades físicas de las partículas (densidad, tamaño y forma) y de las condiciones microclimáticas ambientales (movimiento del aire, temperatura, humedad relativa, etc.).

La exposición al polvo de antracita puede originar antracosis, un tipo particular de neumoconiosis, que son enfermedades respiratorias secundarias a la inhalación de los polvos inorgánicos.

Las partículas mayores de 10 μm de diámetro suspendidas en el aire inhalado, se depositan en las porciones proximales de las vías respiratorias; las de menor tamaño penetran profundamente hasta los bronquiolos respiratorios y los alvéolos, cada uno de los sacos aéreos terminales de los pulmones, en los que se intercambian oxígeno y dióxido de carbono.

Una forma clínica especial de silicosis es la producida por la silicoantracosis, una neumoconiosis propia de los mineros de carbón, en la que la silicosis se acompaña de una antracosis difusa y macular. Aparecen nodulillos de 1 a 2 mm, aislados o en grupos. Los núcleos hialinos están rodeados por amplias bandas formadas por fagocitos con polvo de carbón y tejido fibroso. Estos focos se forman de preferencia en las bifurcaciones bronquiales. El contenido total de polvo de los pulmones, en su mayoría polvo de antracita, es de 20 a 30 g. Se caracteriza por tos, expectoración y disnea de esfuerzo. No existe ningún tratamiento eficaz. El mejor tratamiento son las medidas preventivas ^{4,5}.

El objetivo de este trabajo es la evaluación higiénico sanitaria de los puestos de trabajo con exposición a este contaminante para, con sus resultados, tomar las medidas que contribuyan a la disminución de las fuentes

generadoras de los mismos de acuerdo a las recomendaciones dadas.

MATERIAL Y MÉTODO

Se monitoreó el aire de la zona de trabajo en 5 puestos laborales representativos de los que presentan exposición ocupacional a antracita de las áreas de producción en la fábrica piloto de antracita insuflada y para ajuste en la planta de extracción niquelífera de Nicaro, provincia Holguín.

Para ello se tomaron 4 muestras estacionarias ubicadas en los diferentes puntos del área de producción, 16 personales para la determinación de la concentración de polvo total y 9 muestras para las de la fracción respirable, representativas de los 5 puestos de trabajo, durante 4 días consecutivos de ambas producciones, abarcando cada muestra el 75 % del tiempo de la jornada laboral.

Como colectores de los contaminantes particulados se utilizaron microciclones y portafiltros provistos de filtros de policloruro de vinilo, conectados a bombas de muestreo personal reguladas a un flujo de 2 L/min para las muestras personales, y para las muestras estacionarias se utilizó una bomba de aspiración eléctrica regulada a un flujo de 12,7 L/min. Para el análisis de las muestras se aplicó el método gravimétrico, para polvo total según la norma cubana NC 19-01-31 6, y para la fracción respirable el método n° 0600 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (NIOSH) de los EE.UU. ⁷.

Los valores hallados de las concentraciones de polvo total, así como de fracción respirable en el ambiente laboral, fueron evaluados de acuerdo con lo establecido en la norma cubana 19-01-63:91 y en normas internacionales (NIOSH, ACGIH, INSHT) ⁷⁻¹⁰.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En forma tabulada se recogen los resultados del estudio ambiental de los puestos de trabajo, reflejando el comportamiento de este contaminante en forma de polvo total y de fracción respirable. El monitoreo de los puestos y áreas de trabajo se realizaron para los dos tipos de producción, de antracita insuflada y de antracita insuflada y ajuste (tabla 1).

En los 5 puestos de trabajo denominados *operador de planta*, incluyendo al jefe de turno, realizaban las mismas funciones en todo el proceso, y podemos observar en la tabla anterior que en 3 de estos puestos laborales monitoreados se obtuvieron concentraciones promedio que excedían hasta 4 veces el valor establecido en las normas, lo que representa el 60 % de los puestos de trabajo afectados con sobreexposición individual. Se reflejan también las concentraciones halladas en 3 de las áreas que forman parte del proceso tecnológico de la fábrica, donde se alcanzaron valores de concentraciones que superan de 1 a 2 veces el límite máximo estipulado

(10 mg/m³). En general, podemos plantear que ese día la concentración de polvo total de antracita promedio en la planta fue de 24,60 mg/m³, cifra que excede ligeramente

2,6 veces la concentración promedio admisible, con un rango de 5,8 a 45,37 mg/m³ ^{6, 8-10}.

Tabla 1
Exposición ocupacional a polvo. Producción de antracita insuflada

Puestos y áreas de trabajo	Concentración promedio de polvo en aire (mg/m ³)					
	Polvo total			Fracción respirable		
	C _i	\bar{C}	Intervalo	C _i	\bar{C}	Intervalo
Operador de planta	45,37			2,10		
Operador de planta	8,43			0,10		
Operador de planta	35,72			0,96	0,81	0,10-2,10
Operador de planta	39,70			0,20		
Operador de planta (jefe de turno)	5,80	24,60	5,80-45,37	0,70		
Tolva que alimenta el panfeedel	17,60					
Punto medio entre el panfeedel y la zaranda	29,60					
Secado	14,60					

También se presentan las mediciones realizadas de la fracción respirable del polvo de antracita, cuyas partículas pueden acceder a la zona alveolar del sistema respiratorio del trabajador. Se encontraron valores promedio de estas fracciones por encima de los límites promedio admisibles (0,4 mg/m³) en 3 de los 5 operarios de la fábrica monitoreados, lo que representan el 60 % con sobrexposición, y son coincidentes con los valores de polvo total más elevados. En general, la concentración media fue de 0,81 mg/m³, valor que excede ligeramente 2 veces la concentración promedio admisible recomendada para este tipo de contaminante, y el intervalo de esta fracción respirable estuvo entre 0,1 y 2,1 mg/m³. Hay que tener en cuenta que la exposición a partículas respirables pudiera producir una inflamación inmunológicamente mediada en los pulmones, originando una alveolitis por hipersensibilidad, la cual puede ser provocada por aquellas partículas menores de 5 µm, y además se señala que su acción está debida por la retención de estas partículas insolubles, que no tienen caminos metabólicos dispuestos en el organismo humano, aparte de la depuración pulmonar y de la expectoración ^{6,8-12}.

En la tabla 2 se observan las concentraciones obtenidas de polvo de antracita en los puestos de trabajo de tipo individual y por área. El 37,5 % de los puntos evaluados presentaron niveles del contaminante por encima del valor límite admisible (10 mg/m³), por lo que hubo una ligera sobrexposición a esta sustancia nociva en los mismos. El valor promedio de la industria en la jornada de 8 horas fue de 8,13 mg/m³, valor que resulta inferior a los límites promedio admisibles. El intervalo presente fue de 0,46 a 16,17 mg/m³. En cuanto a los niveles de fracción respirable obtenidos en los puntos personales, el 50% de los mismos alcanzaron valores de 1 a 2 veces

superiores a los establecidos (0,4 mg/m³) en las normas nacionales e internacionales consultadas. El valor medio de estos puntos individuales también estuvo por encima del valor límite permisible, y trabajaron en un intervalo de 0,28 a 0,9, por lo que pudiéramos expresar que estos trabajadores estuvieron ligeramente sobrexpuestos a estos polvos. Fue coincidente uno de los puestos de trabajo con concentraciones de polvo y fracción respirable con niveles por encima del valor límite admisible. Estos valores no tienen correspondencia con los encontrados de polvo total, y esto suponemos que sea debido a que los operadores individualmente usaban aire comprimido para la limpieza de su ropa, proceder que conllevó a una elevación de la contaminación secundariamente en ese día de la toma de muestra. En el área de llenado del producto terminado, el nivel de la concentración de polvo fue de 0,46 mg/m³, valor que resulta 4,6 veces inferior al establecido en las normas, y pudiéramos decir entonces que este puesto de trabajo no constituye una fuente generadora significativa del contaminante estudiado ^{6,8-10}.

A manera de conclusiones podemos decir que:

1. Se presentó más sobrexposición a polvo en la producción de antracita insuflada que en la de antracita insuflada y de ajuste, representando el 60,0 y 37,5 %, respectivamente, de afectación, en los cuales la contaminación alcanzó un valor máximo de hasta 4 veces el valor límite promedio admisible.
2. Se observó sobrexposición a la fracción respirable de este polvo en ambas producciones, representando el 60 y 50 % en cada una, en los que la concentración llegó a un nivel máximo de aproximadamente 5 veces su valor.

3. Considerando ambos parámetros de exposición, se encontró contaminación simultánea creciente en 3 de los 5 operadores de planta que se encontraban en ambas producciones.

Tabla 2
Exposición ocupacional a polvo. Producción de antracita insuflada y ajuste

Puestos y áreas de trabajo	Concentración promedio de polvo en aire, mg/m ³					
	Polvo total			Fracción respirable		
	C _i	\bar{C}	Intervalo	C _i	\bar{C}	Intervalo
Operador de planta (jefe de turno)	5,26			0,70		
Operador de planta	12,10			0,28	0,58	0,28-0,90
Operador de planta	16,17			0,90		
Operador de planta	3,80	8,13	0,60-16,17	0,43		
Operador de planta	3,50					
Tolva # 2	9,90					
Tolva # 8	13,83					
Área de llenado	0,46					

BIBLIOGRAFÍA

- Organización Internacional del Trabajo. Enciclopedia de medicina, higiene y seguridad del trabajo. Ed. española. Vol. I Madrid: OIT; 1974. p. 334.
- Antracita [Internet] [citado 12 Feb 2012]. Disponible en: <http://www.articuloz.com/propiedad-inmobiliaria-articulos/antracita-488150.html>.
- Carbón [Internet] [citado 12 Feb 2012]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/corb%63%133n>.
- Avellaneda A, Izquierdo M. Descripción en lenguaje coloquial [Internet] [citado 12 Feb 2012]. Disponible en: http://iier.iseiii.es/er/prg/er_bus2.asp?cod_enf=2917.
- Attfield MD, Petsonk EL and Wagner GR. Coal worker's lung diseases. En: Internacional Labour Office. Encyclopaedia of occupational health and safety. 4th ed., Vol. I, Geneva: ILO; 1998. 10.46-10.48.
- Comité Estatal de Normalización. SNPHT. Aire de la zona de trabajo. Niveles límites admisibles de las sustancias nocivas. NC 19-01-63. La Habana: CEN; 1991.
- National Institute for Occupational Safety and Health. Manual of analytical methods. 4th ed. Method N° 0600. Cincinnati: NIOSH; 1994.
- National Institute for Occupational Safety and Health. Pocket guide to chemical hazards. Publication N° 2005-149. Cincinnati: NIOSH; 2005.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati: ACGIH; 2006. p. 47.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. Madrid: INSHT; 2011. p. 39.
- Winder C. Occupational respiratory diseases. En: Occupational toxicology. 2nd ed. Washington: CRC Press LLC; 2004. p. 100-1.
- Maldonado Torres L y Méndez Vargas MM. Neumoconiosis por carbón en cualesquiera de sus formas. Enfermedades broncopulmonares de trabajo. Contaminación del medio o ambiente del sitio de labor. México DF; 2000. p. 54-7.

Recibido: 21 de diciembre de 2012

Aprobado: 6 de octubre de 2013