

TITULO: Estudio de la contaminación por polvos en la industria de la goma.

TITLE: Study of the dust concentration in the rubber processing factory.

AUTORES:

Lic. Rafael Avila Avila, Profesor Asistente.

Ing. Ramiro Velázquez cruz, Aspirante a Investigador.

Ing. Dermidio Parra Valdés, Aspirante a Investigador.

PAÍS: Cuba

RESUMEN: e realiza un estudio de la concentración de polvos en una fábrica de producción y procesamiento de la goma. Fue determinada la concentración total de polvo y su valor promedio temporal mediante un método gravimétrico y la técnica de muestreo continuo a tiempo parcial. Se demuestra que un determinado por ciento del total de los trabajadores, está expuesto particularmente a concentraciones totales de polvo en aire que superan los límites permisibles. Se ofrecen recomendaciones, especialmente para los puestos más contaminados.

PALABRAS CLAVES: CONTAMINACION AMBIENTAL; EXPOSICION OCUPACIONAL; CONCENTRACION; POLVO; INDUSTRIA DE LA GOMA.

ABSTRACT: A study of the dust concentration was performed in a rubber production and processing factory. It determined the total concentration of dust and its time average in the air by means of a gravimetric method and a partial time continuous sampling technique. It was showed that a percent of workers are particularly exposed to total dust concentrations in the air which exceed some times the allowable levels. Some recommendations are made specially for the must dust contaminated jobs.

KEY WORDS: ENVIRONMENTAL POLLUTION; OCCUPATIONAL EXPOSITION; CONCENTRATION; DUST; RUBBER INDUSTRY.

INTRODUCCIÓN

Una gran variedad de polvos dispersos en el medio ambiente, constituyen aerosoles sólidos formados por partículas que se originan a causa de la ruptura mecánica durante distintas operaciones tales como pulido, molienda, trituración y explosiones [1]. La elevada concentración de polvos en el aire del entorno laboral, representa un serio problema en diferentes industrias, pues en general, cualquier tipo de polvo se considera cierto peligro potencial con probabilidades de estar asociado a la generación de patologías profesionales [1].

Así la contaminación debida a la producción de polvos durante el proceso productivo de preparación de diferentes productos de la goma, puede conllevar a problemas toxicológicos de los trabajadores, en los lugares donde se forma una zona geoquímica artificial, que muestre concentraciones por encima de la norma. En el medio laboral, la exposición a ciertos agentes como el polvo, suele ser muy intensa y por tanto, más susceptible de producir enfermedades.

Ejemplos de esta circunstancia los constituyen el cáncer del escroto en los deshollinadores en relación con el hollín y la silicosis, enfermedad pulmonar debida a la exposición al polvo de sílice [2].

Una mayor concentración de partículas en el aire implica mayor riesgo de enfermedad. Desde tiempos antiguos, un hecho conocido es que los obreros que laboran en condiciones de alta concentración de polvo son menos saludables que aquellos no expuestos a tales condiciones [1]. Los polvos dan lugar a deposiciones y acciones biológicas en el tracto respiratorio, efectos que dependen de sus características relativas a "la polución ambiental por partículas sólidas y la forma de penetración" [3].

Tanto los polvos de origen animal o vegetal, agrupados en la clase de los polvos orgánicos, como los inorgánicos, despiertan un gran interés debido a su nocividad y en consecuencia, porque la exposición prolongada a ellos, puede provocar cambios, afectando el aparato respiratorio. La exposición al polvo está asociada con un exceso de bronquitis y existe una evidencia creciente de que la exposición ocupacional está relacionada con obstrucciones de las vías respiratorias [4]. Los polvos de carbón constituyen específicamente causa de bronquitis crónica, los silíceos se asocian a lesiones patológicas con anomalías morfológicas de las vías respiratorias y otros como los de asbestos causan fibrosis pulmonar intersticial, inflamación y fibrosis peribronquial [5].

Existe cierta predisposición, fundamentada en datos científicos, para apoyar la hipótesis de que la exposición al polvo mineral causa la enfermedad crónica de las vías respiratorias, a pesar de que se necesitan investigaciones para cuantificar la relación dosis respuesta y evaluar la exposición mixta [5].

En el caso de los polvos inorgánicos insolubles en los fluidos biológicos, su inhalación origina acumulación de partículas en el tejido pulmonar, reacciones fibróticas vinculadas a la reducción de la capacidad para respirar, invalidez, muerte, úlceras nasales, irritación crónica en los ojos y rash cutáneo [3].

De las consideraciones expuestas y partiendo de que una tarea prioritaria del sistema consiste en preservar los niveles de salud de los trabajadores, se desprende la necesidad de atención directa a éstos, teniendo en cuenta además el conjunto de factores profesionales de riesgo.

El polvo se identifica como un riesgo ambiental por factor químico [1] y el estudio completo en el medio laboral involucra el conocimiento de su concentración, el grado de dispersión, el tamaño y la forma de las partículas, la composición química y sus fuentes productoras, entre otros factores.

La obtención de variados tipos de gomas para diferentes usos, involucra una mezcla, sobre la base de caucho natural o sintético y el negro de humo, de diferentes aditivos aceleradores, retardadores y antioxidantes, con el objetivo de obtener la goma con la característica deseada. Los polvos fundamentales adicionados, se emiten y dispersan durante el proceso tecnológico.

El objetivo fundamental del trabajo consiste en la determinación de la magnitud de la exposición laboral ambiental al polvo en trabajadores de la Unión de la Goma en Holguín, de acuerdo a la dinámica laboral. Con este fin se evalúa la concentración de polvos en diez puestos de trabajo correspondientes a diferentes áreas.

MATERIALES Y METODOS.

La determinación de la concentración total de polvo en el aire de la zona de trabajo fue realizada mediante un método gravimétrico, cuyos fundamentos lo establece la Norma Cubana NC-19-01-31:82 [6].

Se emplearon los siguientes utensilios, aparatos y medios de medición:

- Portamuestras (placas Petri).
- Filtros Petrianov de 110 mm de diámetro, de efectividad de retención de 99.9 % según el fabricante.
- Cronómetro electrónico con apreciación de 0.01 segundo.
- Barómetro con valor de la menor división de la escala de 1 mBar (1 hPa).
- Balanza analítica VLR-200, 2 CLASS, con valor de la menor división de la escala de 0.05 mg.
- Equipo aspirador de aire atmosférico KIMOTO, que garantiza el gasto de aire. Consta fundamentalmente de un motor eléctrico alimentado por corriente alterna de 220 V, portafiltro y un flujómetro que, mediante una curva de calibración permite conocer el gasto de aire que pasa el filtro.
- Psicrómetro N 2542, GOST 6353-52 que consta de:
 - Termómetro de bulbo seco con rango de medición entre -25 y 50 °C, y valor de la división de la escala de 0.2 °C.
 - Termómetro de bulbo húmedo con rango de medición entre -30 y 50 °C, y valor de la división de la escala de 0.2 °C.

Los filtros fueron preparados en el laboratorio con humedad relativa controlada en los límites establecidos [6]. Dichos filtros, una vez pesados en la balanza analítica, fueron colocados en portamuestras debidamente limpios y etiquetados.

El procedimiento para el muestreo y las mediciones de los parámetros termodinámicos en las condiciones de trabajo, así como el procesamiento de las muestras fueron realizados en términos generales de acuerdo a lo previsto por la referida NC [6], velando por el cumplimiento de las debidas normas de protección e higiene.

El muestreo incluyó el uso de muestras combinadas de corta y larga duración, de forma que el tiempo total de muestreo representara un 75 % de la jornada laboral [7].

La determinación de la masa de polvo por vía gravimétrica se efectuó a partir de su retención cuantitativa sobre el filtro Petrianov. El volumen de aire normalizado (V_0) fue calculado empleando la ecuación de estado que supone un comportamiento idealizado del gas [6,7]. La concentración total de polvo en aire (C) fue calculada a partir de su definición operacional [6].

La determinación de la concentración promedio se realizó a partir de las contribuciones totales en cada intervalo de tiempo y la consideración de un factor adimensional resultado de la razón entre el tiempo de la toma de la muestra y el tiempo total de medición por puesto de trabajo[7].

RESULTADOS DEL TRABAJO

Los resultados de los estudios se resumen en el gráfico 1 del anexo.

Como se puede apreciar, las mayores concentraciones promedios de polvo en aire se localizan en el Molino, en el Nivel Medio 330, en el Pesaje Bruto y en el BACHOFF correspondiente al Taller de Mezcla. Los valores sobrepasan los 10 mg/m³, sobresaliendo el molino con 15.3 mg/m³ y el Pesaje Bruto con 13.3 mg/m³.

Los puestos de trabajo Almacén, y Pesaje Exacto muestran valores de concentración inferiores a 2 mg/m³.

En el Taller TG, la mayor concentración promedio de polvo se localiza en la Autoclave Yugoslava cuyo valor es de 7.0 mg/m³.

El conocimiento de las regularidades del proceso tecnológico induce a pensar que el negro de humo aporta la mayor contribución a la composición de los polvos en distintos locales de trabajo, a saber en el Taller de Mezcla, fundamentalmente en los puestos Pesaje Bruto, Molino y el Nivel 330.

Atribuimos los altos valores de las concentraciones en estos puestos al hecho de que el negro de humo, el caucho y los restantes aditivos, son sometidos a operaciones mecánicas continuas e intensas que suministran la energía cinética necesaria para dispersar las partículas y proyectarlas a distancias en las cuales se producen las manipulaciones de los obreros.

Si se considera que los efectos de los polvos sobre el organismo humano no son aditivos y bajo el supuesto de que el aporte de éstos a la masa total es tan pequeño que se puede despreciar en comparación con el aporte del negro de humo industrial, se concluye que en los puestos citados anteriormente las concentraciones promedios superan en casi tres veces al valor de la concentración promedio admisible 4.0 mg/m³ [8].

En los puestos de trabajo Bachoff del Taller de Mezcla y Autoclave Yugoslava perteneciente al Taller TG, el polvo es esencialmente talco. En ellos las concentraciones promedios superan el nivel límite admisible (NLA) [8] en 2.5 y 1.8 veces respectivamente.

El Bachoff y la Autoclave Yugoslava constituyen así importantes fuentes emisoras de polvo. En el primero, el talco se dispersa en grandes cantidades a expensas de diferentes acciones mecánicas, en especial, el movimiento de vaivén o la oscilación del sistema que aporta gran energía para la proyección de las partículas. En la segunda, el desprendimiento y la dispersión son causados por la apertura de la propia autoclave y la posterior extracción y manipulación de los productos, en los que intervienen agentes físicos de tipo mecánico y no mecánico.

En el Almacén y el Pesaje Exacto, si bien las concentraciones promedios no fueron elevadas como muestran las tablas, resulta imprescindible considerar otras sustancias [9] que pueden contribuir en mayor medida a la composición del polvo y cuyas concentraciones promedios admisibles pueden resultar más bajas. Dada la variedad de polvos que pueden ser objeto de dispersión en estos puestos, se requiere de un análisis químico detallado, en aras de determinar la composición porcentual así como las concentraciones de cada uno.

En el Boffeo Collman, el Molino Mezclador y la Extrusora, las mediciones dieron por resultado concentraciones de polvos por debajo de los límites admisibles.

En el anexo 2 aparecen los gráficos correspondientes al comportamiento de la concentración en cada puesto de trabajo, en el transcurso del tiempo correspondiente a la jornada laboral. Los mismos fueron confeccionados y ajustados de acuerdo a las facilidades que brinda el EXCEL.

La aparición de máximos y mínimos en las curvas de evolución temporal para diferentes instantes, puede atribuirse a la intensificación o reducción de las operaciones tecnológicas en el proceso de fabricación inherentes, a cada puesto de trabajo.

Así, la presencia de picos de concentración se asocia a determinadas fases de la producción en las que diversas operaciones intensifican los procesos de formación, dispersión y transporte de polvos.

Los puntos de mínimo de concentración corresponden a instantes en los que la intensidad de las operaciones fabriles se reduce por diversos motivos relacionados con fallas técnicas, paradas planificadas y horario de descanso reglamentario, entre otros.

El aumento o disminución de concentración entre máximos y mínimos se atribuye a las tendencias de intensificación o reducción de las operaciones que generan altas cantidades de polvos.

Esto se puede ilustrar de forma más clara al analizar la variación de la concentración en el nivel 00 en la que influyó una parada del proceso productivo debido a un fallo en el inicio de la jornada laboral y el arranque casi al final de la misma.

De esta forma las curvas que representan el comportamiento dinámico de la concentración ponen de manifiesto una vez más la relación estrecha entre la contaminación de la atmósfera local por polvos en la industria y los procesos de producción continua con todas sus regularidades.

CONCLUSIONES

El presente estudio acerca de la exposición ocupacional al polvo permite realizar las siguientes conclusiones:

- La concentración promedio de polvo en aire se encuentra por encima de los niveles límites admisibles para las sustancias nocivas correspondientes en el cincuenta por ciento de los puestos de trabajo muestreados. Ellos son: Molino, Pesaje Bruto, Nivel Medio 330, Bachoff y Autoclave Yugoslava.
- Los valores de las concentraciones promedios en los puestos de trabajo con una alta incidencia de la contaminación, superan desde 1.75 hasta 3.75 veces aproximadamente, los valores de las concentraciones promedios admisibles.
- El 43.24 % de los trabajadores del Taller de Mezcla está expuesto directamente a concentraciones de polvo en aire por encima de los valores permisibles. Este porcentaje comprende a los obreros que realizan operaciones de forma continuada en puestos de gran contaminación.
- Un menor por ciento de trabajadores del Taller TG labora en puestos muy contaminados. El de mayor contaminación por polvos resultó la Autoclave Yugoslava con cinco obreros, los cuales representan el 25% aproximadamente.
- El comportamiento de la concentración con el tiempo en las condiciones de medición de la misma, pone de manifiesto la vinculación estrecha entre los procesos de fabricación de la goma y las operaciones generadoras de polvos y su dispersión, con el aumento o reducción de la contaminación industrial por esta sustancia en los puestos de trabajo.

RECOMENDACIONES

- Caracterizar el polvo dispersado en relación con su composición, fundamentalmente en los puestos Pesaje Exacto y Almacén.
- Realización de un monitoreo periódico del aire en los diferente locales y puestos de trabajo que permita conocer y controlar su calidad.
- Completar el sistema de medidas para prevenir y minimizar la emisión de polvos y otras sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo. La adopción de este sistema debe hacerse a partir de un análisis de la organización y

ejecución del proceso tecnológico, de la reevaluación de las operaciones que más inciden en la contaminación microlocal, de un examen de las consecuencias de la concepción arquitectónica [10] y de las condiciones óptimas que impliquen menores riesgos para el trabajador.

- Elevar y fortalecer la cultura de la seguridad, la protección y la higiene mediante la adopción de un programa de educación y salud ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Cuba. Ministerio de Salud Pública. Curso de Medicina del Trabajo./ Minsap. La Habana: Editorial Orbe, 1978. 425 p.

[2] Enfermedades laborales y ambientales. En Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 99. Soporte Magnético.

[3] Díaz Padrón, Heliodora.../et. al/. Evaluación de la exposición al polvo en puestos de trabajo de Contingentes de la construcción. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología (La Habana). 36(2): 147-151, Mayo-Agosto, 1998.

[4] Holmes, E.; E. Garshick. The reproducibility of the self-report of occupational exposure to asbestos and dust. Journal of occupational medicine. 33(2): 134-138, feb., 1991.

[5] Christiani, D.C. Organic dust exposure and chronic airway disease. Am. J. Resp. Crit. Care Med. 154: 833-834, 1996.

[6] NC-19-01-31:82. SNPHT. Aire de la zona de trabajo. Determinación total del polvo.

[7] NC-19-01-60:87. SNPHT. Aire de la zona de trabajo. Determinación y evaluación de las concentraciones de las sustancias nocivas. Requisitos generales.

[8] NC- 19-01-63: 91. SNPHT. Aire en la zona de trabajo. Niveles límites admisibles de las sustancias nocivas.

[9] Caracterización nociva toxicológica de los compuestos químicos. Documento no publicado. Holguín; Unidad administrativa de la goma Arsenio Escalona (POLIGOM, MINBAS), Recape, 1998.

[10] Medicina del trabajo./H. Desoille.../et al./. La Habana: Ed. Científico Técnica, 1987. 904 p.

[11] Segarra Obiol, Francisco. Enfermedades broncopulmonares de origen ocupacional / Francisco Segarra Obiol. La Habana: Ed. Científico-Técnica, 1987. 678 p.

[12] Peña Ramos, J. Normas de Procesos: Taller de Mezcla / J. Peña Ramos, M. Alkins Montalvo. Holguín; Unidad administrativa de la Goma Arsenio Escalona, 1999. 2h.

DATOS DE LOS AUTORES

Nombres:

Lic. Rafael Ávila Ávila, Profesor Asistente.

Ing. Ramiro Velázquez cruz, Aspirante a Investigador.

Ing. Dermidio Parra Valdés, Aspirante a Investigador.

Correo:

Centro de trabajo:

Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y tecnológicos (CISAT).

Grupo de Aplicaciones Nucleares (GAN). Delegación Territorial CITMA. Calle: Peralta No. 16. Entre: Cables y Aricochea. Holguín. CP: 80400.