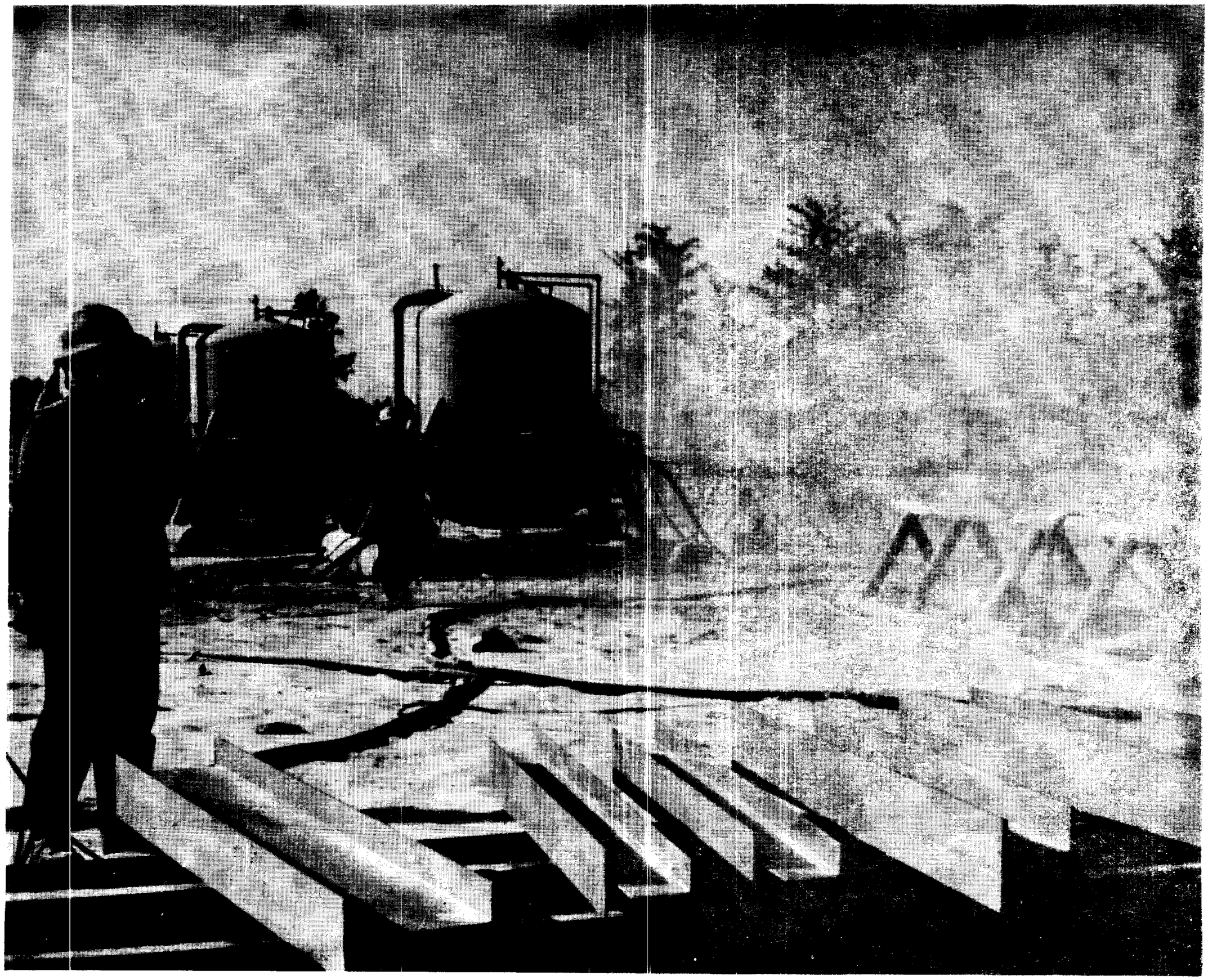
گرد و غبار در منابع

دکتر بهزاد صمیمی



مقدمه

مسئلهٔ گرد و غبار در محیط حرفه و کار از مهمترین فصول بهداشت صنعتی بشمار میرود . اول بدلیل آنکه در انواع بسیاری از صنایع این مشکل خودنمائی می‌کند ــ دوم باین علت که ذرات بسیار ریز گرد و غبار تا مدتهای زیاد بدون جلب توجه در هوا معلق میمانند ــ دلیل سوم آنستکه عواقب ناشی از استنشاق و جایگزینی این ذرات در ریه انسان در بسیاری موارد وخیم بوده و منجر به بیماری‌های کشنده‌ای می‌گردد و بالاخره دلیل چهارم اینکه اثرات و علائم بیماری زائی ناشی از استنشاق این ذرات آنی و در مدت کم جلب توجه کننده نیست بنابراین کارگرانی که در تماس با آن هستند چنانچه از حفاظت کافی بهره‌مند نباشند پس از مدتها تماس علائم بیماری در آنها ظاهر می‌گردد که در بسیاری از موارد درمان قطعی و بازگردانیدن کارگر بسلامت اولیه دیگر امکان پذیر نیست ــ پس باین مسئله هم پزشک صنعتی و هم متخصص بهداشت صنعتی هردو بایستی توجه بسیار مبذول نمایند .

ماده‌ای که بنام گرد و غبار در صنعت از آن یاد می کنیم بر خلاف تصور بسیاری افراد غیر متخصص تنها ذرات ریز خاک نیست بلکه در حقیقت عبارت از ذرات بسیار ریز هر نوع مادهٔ جامدی است که در صنعت در اثر اعمالی مانند کوبیدن ــ خورد کردن ــ آسیاب کردن ــ اره کردن ــ مخلوط کردن ــ سائیدن و صیقل دادن و غیره ایجاد و در اثر کوچکی ابعاد و وزن بسیار سبک خود در فضا بحالت تعلیق در آمده و بالنتیجه باهوائی که کارگر تنفس می‌کند وارد دستگاه تنفسی او می شوند . بسیاری از این ذرات در دستگاه تنفسی تحتانی جایگزین گردیده و سبب اختلالات و بیماریهای مختلفی می‌گردند .

بیماری پنوموکونیوز

زنکر Zenker در ۱۹۶۶ پنوموکونیوز را به این ترتیب تعریف کرده . جایگزینی ذرات گرد و غبار در Node های لنفی ریه " دراین تعریف بهیچوجه نه اشاره‌ای به ایجاد فیبروز وراکسیون‌های زیان‌رساننده شده و نه بانوع گرد و غبار رابطه ای را نشان می دهد .

اگر این تعریف را قبول بکنیم این حقیقت را نیز باید بپذیریم که تمام ما به درجاتی از این بیماری مبتلاهستیم . در ریه ساکنین شهرها پیگمانتاسیون های Anthracotic که نتیجه آلودگی هوا است و در ریهٔ روستائیان گردوغبارموجود در بیابان و ایجاد شده از کار بادانه‌های غلات وجود دارد ــ تنها دلیلی که وجود این اجسام خارجی را ماپنوموکونیوزنمی نامیم این است که به وسیلهٔ عکسبرداری با اشعه x قابل رویت نیستند . زیرا بیشتر این نوع گرد و غبار دارای Radiopacity کم هستندو وجودشان ایجاد سایهٔ مستقیم در عکس نمی نماید . بنابراین ریه‌های مادر عکس بعنوان یک ریهٔ سالم تشخیص داده می‌شود در حالیکه ما می‌دانیم که مقداری گردو غبار ته‌نشین شده در آنها وجود دارد .

در حقیقت به دلائل پزشکی ــ قانونی اغلب معنی پنو ــ موکونیوز محدود شده است به فیبروز ریه در نتیجه تماس باگردو غبار صنعتی ــ برای گرد و غبار معمولی چنین اصطلاحی رابه‌کار نمی‌برند . در قوانین بعضی از ایالات متحده آمریکا پنوموکونیوزرا در شمار بیماری‌هائی که به ناتوانی از کار منجر می‌گردد آورده‌اند درحالی‌که در بعضی ایالات دیگر عقیده بر این است که محدود کردن تعریف بیماری به این صورت یک تعریف مصنوعی است و سبب می‌شود که جایگزینی گرد و غبارهائی که پنوموکونیوزخوش خیم ایجاد می‌نمایندو تولیدفیبروزدرریه نمی کنند نادیده گرفته شود

خواص گردو غبار در هوا .

برای شناسائی بیشتر ذرات گرد و غبار معلق در هوا لازم است درمورد خواص آنها بدون اینکه وارد فرمول‌های مشکل شویم بطور خلاصه بحثی به میان آوریم :

۱ ــ سرعت ته نشینی Sedimentation Rate .

ذرات میکروسکپیک معلق در هوا مانند هر جسم معلق آزاد دیگری در هوا تحت تاثیر قوه جاذبهٔ زمین قرار دارند ولی به دلیل کوچک بودن اندازه و کمی وزن خود و در عوض مقاومت نسبتا "قابل توجه هوا نمی توانند برطبق قانون سقوط آزاد اجسام به طرف زمین سقوط کنند . بهمین دلیل سرعت ته نشینی برای ذرات درشت تر بیشتر است و به همین ترتیب نمونه هائی که از گرد و غبار هوا به وسیله ته نشین شدن تهیه می کنیم نمایندهٔ حقیقی گرد و غبار موجود در هوا نبوده بلکه بیشتر محتوی ذرات درشت تر هستند زیرا ذرات ریز مدت بیشتری در فضا معلق باقی می مانند . ته نشینی این ذرات ریز که از کمتر از یک میکرون تا ۱۷ میکرون قطر دارند قانونی بنام قانون Stoke راپیروی میکند (قابل اطمینان تا ۱%)

$$V = \frac{2(\rho - \rho')\ gr^2}{9\mu}$$

V =سرعت نهائی ته نشینی ذره در فضا به حسب سانتیمتر در ثانیه V = terminal settling velocity Cm/see

ρ (رو) = دانستیه ذرات بحسب گرم بر سانتیمتر مکعب P= Density of particles gm/cm^3

ρ' = دانسیته هوا یا محیطی که ذره در آن معلق است بحسب گرم بر سانتیمتر مکعب P = Density of air, gm/cm^3

g= عدد ثابت نیروی جاذبه زمین بحسب سانتیمتر بر ثانیه بتوان ۲ g = Gravitational constant cm/sec^2

μ =غلظت هوا یا محیطی که ذره در آن معلق است بحسب پویز (poise ($۱/۸۱\times۱۰^{-۴}$) = Viscosity of air, poise (1.81 x 10^{-4} at 20°C and 760 mmHg)

درتحت شرایط ۲۰ درجه حرارت سانتیگراد و ۷۶۰ میلیمتر جیوه فشار هوا

r=شعاع ذره بحسب (سانتیمتر) r = particle radius (cm)

هنگامیکه اندازه ذرات معلق در فضا آنقدر کوچک بشود که به معدل فضای آزاد Mean free path بین مولکولهای هوا (که عبارت است از رقمی برابر 6.53×10^{-2} μm در ۲۰ درجه سانتیگراد و ۷۶۰ میلیمتر جیوه فشار هوا میباشد) برسد ، اثر مقاومت هوا در برابر ته نشینی ذرات کمتر می شود برای اینکه ذرات می توانند با حرکات مارپیچی از بین مولکولهای هوا به طرف پائین بلغزند بنابراین سرعت ته نشینی آنها بیشتر میشود که در این صورت برای محاسبه سرعت ته نشینی آنرا به وسیله فرمولی به نام کانینگهام Cunningham تصحیح کرد ـ برای این کار جدولی به همین نام وجود دارد که بجای استفاده از فرمول از آن استفاده می شود ـ این فاکتور مثلا "برای ذراتی که قطرشان ۰/۵ میکرون باشد ۱/۱۶۴ وبرای ذرات باقطر ۰/۰۱ میکرون ۱/۵۵۴ است که در صورت کسر فرمول قرار میگیرد .

$$C = 1 + A_1 \frac{\lambda}{r} + B \frac{\lambda}{r} \exp\left(\frac{-br}{\lambda}\right)$$

C= فاکتور گانتیگهام بدون بعد C = Cunninghum factor, dimensionless

A_1 =عدد ثابت مساوی ۱/۲۴۶ A_1 = Constant = 1.246

λ = معدل فضای آزاد بین مولکولهای هوا ($۶/۵۳\times۱۰^{-۶}$) به حسب سانتیمتر λ= Mean free path of air molecules (6.53 x 10^{-6} cm at 20°C & 760mmHg)

B = عدد ثابت مساوی ۰/۴۲ B = constant = 0.42

r =شعاع ذره بحسب سانتیمتر r = particle ratius, cm

b= عدد ثابت مساوی ۰/۸۷ b= constant = 0.87

و اما ذرات کمتر از یک میکرن حرکتی به نام حرکت براونی Brownian motion نیز در فضا دارند که به صورت حرکات زیگزاگ می باشد این نوع حرکت خود در جابجا شدن این ذرات دخالت دارد . مثلا برای ذرات با قطر ۰/۲۵ میکرن مقدار سرعت حرکت در حرکت براونی بیشتر از سرعت سقوط آن در اثر جاذبه است .

۲ ـ انعقاد یا بهم چسبیدگی ذرات و تشکیل فلکولهای بزرگ Coagulation and floculation

---

ذراتی مانند بخارات Fumes که قطر متوسط آنها حدود ۰/۳ میکرون است بیشتر از ذرات اجسامی مانند کوارتس بیکدیگر چسبیده و تشکیل ذرات بزرگتری را می دهند و این سبب می گردد که با سرعت بیشتری ته نشین می شوند ـ علت این امر بیشتر به خاطر حرکات براونی است که این ذرات کوچک دارند.

درحالیکه ذرات گردوغبار حقیقی کمتر Coagulation پیدا می‌کنند و درصورت اتفاق چنین عملی ذرات آن کمتر بهم چسبیدگی پیدا میکنند . باین دلیل ته‌نشین شدن ذرات گردوغبار بمراتب آهسته‌تر از ته‌نشینی ابرهای متشکله از بخارات Fumes میباشد . همچنانکه ذرات گردوغبار ته‌نشین شده و ابر قابل رویت آن ظاهرا" برطرف می‌شود اندازه ذراتی که درفضا بصورت معلق باقی میمانند کاهش می‌یابد ودرعوض پراکندگی آنها بیشتر می‌شود . بعبارت دیگر نسبت ذرات بهم چسبیده بذرات جدا از هم نیز کاهش می‌یابد درحالیکه دریک ابرتشکیل شده از بخار فلزات باگذشت زمان هم درصد فلکول هاوهم اندازه ذرات باهم تقلیل حاصل میکنند .

اگر رژیم درهم Turbulence درهوا وجودداشته باشد باعث تسریع درتشکیل فلکول ها میشود زیرا باعث بهم خوردن و تصادم بیشتر ذرات می‌شود ولی سبب سرعت ته‌نشینی ذرات نمی‌گردد زیرا وجود توربولانس در هوا خود یک عامل جلوگیری کننده از ته نشینی ذرات است .

رطوبت در درجات پائین اشباع اثربسیارکمی در مدت زمان تشکیل فلکول‌ها دارد در حالیکه رطوبت اگربحد اشباع برسد یک عامل مفید در سرعت ته نشین ذرات خواهد بود زیرا آب برروی سطح خارجی ذرات متراکم شده وبالنتیجه باعث ازدیاد قطر و وزن ذرات می‌شود .

۳ــ مرطوب کردن Wetting : مرطوب کردن ذرات در حقیقت یک پدیده فنومن Adsorption است که در آن سطح ذره به وسیله فیلمی از آب پوشیده می‌شود ــ اغلب محلول‌ها تمایل به این دارند که دریک سطح صاف منتشر شوند اما برای مرطوب کردن گردوغبار اغلب بایستی نیروی زیادی صرف نمود . شاید بدلیل اینکه ذرات ابتدا بوسیله قشری ازمولکولهای هوا محاصره شده‌اند . سه عامل درمورد مرطوب کردن گردوغبار موردتوجه است .

الف . بایستی یک تماس شدید و مداوم بین ذرات و آب ایجاد کرد .

ب . بایستی آب را بلافاصله درمحل ایجادگردوغبار پاشید ــ زیرا گرمائی که درمحل سرچشمه ایجاد گردوغبار دراثر سائیدن ــ کوبیدن و غیره در ذرات ایجاد می‌شود هوارا دفع نموده ومانع پوشش ذرات بوسیله مولکولهای هوامیگردد ــ بنابراین در این لحظه چنانچه آب به آن برسد بهتر جذب ذرات خواهد شد .

ج حتی‌الامکان از مواد مرطوب کننده Wetting-agents بایستی استفاده کرد .

۴ ــ خواص الکتریکی . ذرات گردو غبارحامل شارژ الکتریکی هستند وبه‌این علت بوسیله ذراتی که شارژ قطب مخالف را داشته باشند جذب می شوند . بنابراین اگر به ذرات معلق گردوغبار شارژ الکتریکی داده شود نتیجتا" عمل فلوکولاسیون سریع تر انجام خواهد شد ــ کوشش‌هائی دراین مورد انجام شده ولی نتیجه زیاد موفقیت آمیز نبوده است . دستگاه Electro static Precipetator که با موفقیت هم برای کنترل وکم کردن گردوغبار در فضا و هم بمنظورنمونه‌برداری به کار می‌رود براساس همین پدیده جذب دوبارالکتریکی مخالف کارمی‌کند ولی مکانیسم آن بصورت جذب ذرات گردوغبار بتوسط صفحاتی که دارای دوقطب مخالف هستند انجام می‌شود نه به‌وسیله جذب ذرات بوسیله یکدیگر و تشکیل فلکول‌های سنگین‌تر .

۵ ــ خواص ظاهری و چشمی (Optical) . ذرات گردوغبار وهمچنین ذرات رطوبت نور را از خود منعکس می‌کنند و بهمین دلیل است که گاه می‌توان آنهارا درهوا دید زیراخود ذرات بسیار کوچک و غیر قابل رویت هستند ــ این خاصیت بنام

پدیده‌تیندال Tyndall نامیده‌می‌شود ــ بوسیله‌این‌پدیده می‌توان درکارگاهها وجود گردوغبار را با تابیدن اشعه نورانی کشف‌کرد ــ چنانچه‌اندازه‌قطرذرات‌ازطول‌موج‌نور (که ۰/۷ میکرون است) بیشتر باشدمیزان شدت اشعه Tyndall مستقیما" بستگی به مقدار سطح ذرات وغلظت آنها درفضا دارد . بنابراین بایک غلظت‌ثابت شدت اشعه Tyndall مستقیما" بستگی به‌اندازهٔ ذرات خواهد داشت

۶ــ غلظت گردوغباروتاثیرمقدارسطح خارجی ذرات :

وقتیکه یک قطعه جامد را خورد کنیم بطوریکه بصورت ذرات میکروسکپی درآید مقدار سطح کل جسم مورد نظر بمقدار زیاد افزایش می‌یابد . مثلا" اگر یک قطعه ماده معدنی به حجم یک سانتیمترمکعب (باسطح خارجی ۶سانتیمتر مکعب) را خوردکنیم بطوریکه‌ذراتی به‌قطر یک میکرن ایجاد شود تعدادی‌برابر 10^{12} دره ایجاد خواهد شد با سطح خارجی کل برابر ۶ مترمربع (با مقایسه با ۶ سانتیمتر مکعب سطح خارجی اولیه)ــ این ازدیاد شدید سطح خارجی ذرات درمورد انواع کرد وغباری که اثرات سوء شیمیائی و غیره روی بدن دارند می تواند مسئول ایجاد بیماری‌هائی مانند سیلکوزیس باشد .

غلظت گرد و غبار در هوا از مقدار حداقلی که در هوای پاک‌وجود دارد تا ۲ میلیون ذره در هر فوت مکعب هوا در عملیات شکافتن سنگ یا حداکثر ۷۷میلیون‌ذره‌درفوت‌مکعب‌هوا درعملیات‌شکافتن‌سنگ‌ممکن‌است‌متغیرباشد .

۷ ــ جایگزینی ذرات گردوغباردردستگاه‌تنفسی . تقریبا

کلیه ذراتی که قطر شان بین ۰/۲ تا ۱/۵ میکرن‌است‌درآلوئول‌ها و بونکیول‌های‌ریوی‌جایگزین‌می‌شوندکه‌آنرا Alveolar retention می‌نامند ذرات‌درشت‌تراز۱/۵میکرن شانس‌کمتری‌ازگروه‌فوق‌الذکر برای ورود به آلوئول ها دارند و ممکن است در طول برونکیول ها باقی بمانند . هر چه اندازهٔ ذرات بیشترشوداحتمال اینکه قبل از رسیدن به آلوئول‌ها ته‌نشین شوند بیشتر میباشدو بالاخره شانس ذرات بزرگتر از ۱۰ میکرون برای‌رسیدن به آلوئول ها تقریبا" صفر است . این ذرات درشت درسطح جدار بافتهای مخاطی دستگاه تنفسی فوقانی ته نشین شده و به توسط حرکات موجی شکل پرزهای مخاطی (Ciliates) و همچنین عکس‌العمل های تنفسی مانند سرفه و عطسه به‌بیرون رانده شده ودفع می‌شوند . درحالیکه ذرات کوچکتر به توسط جریان هوا انشعابات برونکیول‌ها راتعقیب نموده و در سرناسر مجاری در درختچه ریوی پراکنده می‌شوند ــ هرچه اندازه‌ذرات کوچکتر باشد باسهولت بیشتری از پیچ و خم‌های برونکیول ها گذشته وبطرف الوئول هاپیش می‌روند . بسیاری‌از این ذرات می‌توانندخودرا به‌آلوئول ها رسانیده و جایگزین شوند . میزان جایگزینی برای ذرات با قطر ۱ تا ۲ میکرن با مقایسه با ذرات دیگربه‌حداکثرمیرسد . ته‌نشینی ذرات با قطر کمتراز ۰/۲ میکرن که پائین‌تر از حد قابل رویت هستند بعلت حرکات Brownian مجددا" افزایش می‌یابد امابه‌علت سطح بسیار کم این ذرات و فقدان یاکمی‌اثر فیبروژنیک Fibrogenic action این ذرات‌جایگزینی آنها در ریه از نظر بیماری‌زائی زیاد موردتوجه نبوده و واجد اهمیت کمتری می‌باشد .

تقسیم‌بندی گرد و غبار بر حسب اثر انها بر روی بدن

به وسیلهٔ این نوع تقسیم بندی گرد و غبار درصنایع می‌توانیم رابطه‌ای بین ترکیبات شیمیائی گرد و غبار و اثرات فیزیولوژیک و آناتومیک آن برروی بدن برقرارنمائیم

تقسیم‌بندی گرد وغبار ازاین نظربه ترتیب‌ذیل‌خواهدبود :

دسته اول . گرد و غبار بی اثر (Inert Dust) . که ایجاد پنوموکونیوز خوش خیم (Benign) با راکسیون خیلی کم

(و یا اصلا" هیچ) در ریه می‌نمایند ــ این نوع گرد و غبار درمجاری و سلولهای لنفاوی قرارمی‌گیرند وبه وسیلهX-Rayهم قابل‌رویت هستند ولی‌بنظر نمی‌رسد که اثر آماده کنندگی برای ابتلابه سل‌در ریه‌ایجاد نمایند . از انواع این‌دسته عبارتنداز .

۱ــ کربن (Smokeودوده Soot)که‌ایجادبیماری Anthracosis می‌کند ــ که در بیشتر موارد خوش خیم است ولی چنانچه مقدارگردوغبار ته‌نشین شده در ریه بسیارسنگین باشدمنجر به عارضه نفخ ریه Emphysema وناتوانی‌های ناشی از آن می‌شود .

۲ــ کلسیم (سیمان ــ مرمر ــ گچ)ــ این ذرات به وسیله X-Ray قابل رویت هستند . بیماری ایجاد شده‌راکلسیکوزCacicosis می‌نامند . دراین نوع پنوموکونیوز معمولا" ریه برای‌پذیرش عفونت‌های قارچی مثل هیستوپلاسموز Histoplasmosis مساعد می‌شود .

۳ــ آهن‌که دراثرجوشکاری ــ چرخ‌سمباده‌ــ اره کردن‌وسوزانیدن در فضا پراکنده می‌شود ــ به این نوع از پنوموکونیوز Siderosis می نامند ــ ضایعات در این بیماری در X–Ray قابل رویت هست منتها به صورت دانه‌های‌مجزا ازیکدیگر (Discrete nodulation)

۴ــ مواد سابنده‌مصنوعی Abrasive مثل اکسیدآلومینوم Carborundum , emery که اخیرا" در صنعت جانشین سنگ‌سمباده‌طبیعی‌شده‌اند ــ درمورداین مواردواختلالات و عواقب آن هنوز اطلاعات‌و مدارک‌مدللی‌در دست نیست

۵ ــ آلومینیم (hydrated aluminum) که‌دربعضی نقاط ازآن‌برای‌معالجه‌بیماری سلیکوزاستفاده‌می‌شودــ عوارض ایجاد شده به وسیلهٔ ورود خود آن چندان مورد اهمیت نیست .

۶ــ باریم و Tin که به‌ترتیب ایجاد Stanosis, Baritosis نماید که ایجاد پنوموکونیوز توام با فیبروز Fibrotic Pneu– moconicosis می‌نماید ــ این‌دسته عبارتنداز .

۱ــ سیلیس Silica . که به صورت سیلیس آزاد (Free Silica) که عبارت از اکسید سیلیس (Sio_2) کریستالیزه مانند کوارتز ــ فلینت و غیره عامل بیماری سیلیکوز Silicosis می‌باشد ــ فرم بی‌شکل (Amorphous) اکسید سیلیس اثر فیبروژنیک در ریه (Fibrogenic-action) وبیماری‌زائی مانندکریستال آزاد آن ندارد ــ دراین‌بیماری فیبروزکاملا" مشخص و Typical درتمام‌نسج ریه‌گسترده می‌شود که در رادیوگرافی به‌وضوح قابل تشخیص است . در مراحل نهائی این بیماری نفخ ریه Emphysema توام باکم شدن‌حجم تنفسی ریه درنتیجه فیبروز گسترده ونارسائی قلب Cor pulmonale از عوارض مشخص آن به شمار می‌رود که دراغلب موارد بابیماری سل Tuberculosis نیز توام می‌شود .

ناتوانی از کار دراین بیماری از نظر پزشکی و قانونی زمانی تائید می‌گردد که فیبروز ریه توام با (Conglomeration) پیشرفته‌و یاتوام‌با سل و یا نفخ پیشرفته ریه باشد . ضایعات تولید شده در ریه‌ها بطور مزمن پیش‌رونده (Progressive) است چنانکه اگر هم در مراحل پیشرفته بیماری بیمار را از تماس با گردوخاک جدا نمائیم باز بیماری به پیش روی‌خود ادامه داده و محتملا" به مرگ منجر خواهد گردید .

۲ــ اسبستوس Asbestos . که نام شیمیائی آن Hydrated magnesium silicate است که بصورت فیبرهای رشته‌ای بلند است ــ این الیاف بطور مکانیکی سبب انسداد مجاری برونکیول‌ها می‌گردند . دراین بیماری نیز ممکن است فیبروز درنتیجهٔ خوردشدن (Break down الیاف‌آسبستوس

ایجادشود ــ موضوع قابل توجه در مورد این دسته از گرد وغبارتاثیر و رابطهٔ مستقیم وثابت شده ان در ایجادتومور های معمولا "بدخیم در ریه است . از نظرآماری وجودرابطه مثبتی‌بین اعتیاد به سیگار و ازدیاد موارد تومورهای‌بدخیم درریه‌در بیماری‌آسبستوزیس‌به‌ثبوت رسیده‌است . دراتوپسی انجام‌شده از ریه دربیماران مبتلا به تومورمقادیر معتنابهی الیاف Abestos جدا شده است ــ یک مورد سرطان‌ریه که ذکر آن جالب به نظر می رسد مربوط به همسر یکی از کارگران اسبستوس است که پس‌از اتوپسی مقادیر زیاد الیاف آسبستوس در ریه‌اش مشاهده می‌شود و پس ازتحقیق معلوم می‌گردد که این خانم سالهای متمادی همه روزه‌لباس های‌شوهرش‌را پس‌از مراجعت از کار به وسیله برس گردگیری می‌کرده است .

۳ ــ سیلیکات‌های دیگر مثل تالک ــ کائولن ــ سنگ صابون ــ مایکافلدسپار ــ که‌درمورد تمام اینها موارد فیبروز ریه گزارش شده‌است .البته‌تصورمی‌رود که ایجادفیبروز در حقیقت به دلیل‌وجود مقداری‌کوارتس‌بصورت‌ناخالص‌در این‌مواد باشد .

۴ــ Bauxide (هیدروکسیدآلومنیم‌آهن‌دار) که‌ایجادفیبروز پراکنده در ریه می‌نماید .

۵ــ خاک دیاتومه ــ به صورت سیلیکای غیر متبلور که به علت وجود کریستوبالایت در آن ایجاد فیبروز پراکنده در ریه می‌نماید .

۶ــ گردذغال‌سنگ :که بیماری پنوموکونیوز کارگران معادن‌زغال سنگ را ایجاد می‌کند که فیبروز کمی در ریه ایجاد می‌کند و بطورمعمول‌ناتوانی‌کاری ایجاد نمی‌کند ولی البته در صورتی که نفخ مخاط‌ریه به مراحل پیشرفته‌ای برسد ناتوانی ازکار ازآن‌لحاظ ایجادخواهد شد و در بعضی موارد فیبروزگسترده وپیش رونده نیز مشاهده شده است .

۷ــ بریلیوم (به صورت اکسید بریلیوم) مولد بیماری Granulomatosis که ایجاد فیبروزو تورم مخاط داخلی آلوئول‌ها می‌نماید ــ این‌بیشتر یک‌راکسیون‌حساسیت‌مخلوط آلوئول‌ها نسبت به‌این ماده‌شناخته شده نه یک پنوموکونیوز حقیقی ولی درهرحال ناتوانی از کار قابل ملاحظه‌ای ایجاد میکند .

جایگزینی ذرات گرد وغبار در دستگاه تنفسی

تقریبا" کلیهٔ ذرات کـه قطرشان بین ۲ تا ۱/۵ میکرون است‌در آلوکول‌ها و برونکیول‌های ریوی جایگزین میشوندکه آنرا Alveolar retention مینامند ذرات درشت تر از ۱/۵ میکرن شانس کمتری از گروه فوق الذکر برای ورود به آلوئول‌ها دارند و ممکنست در طول برونکیول ها باقی بمانند .

هرچه‌اندازه‌ذرات‌بیشتر شود احتمال اینکه قبل ازرسیدن به‌آلوئول‌هاته‌نشین شوند بیشتر میباشد و بالاخره شانس ذرات بزرگتر از ۱۰ میکرن‌برای رسیدن‌به‌آلوئول‌ها تقریبا" صفراست این ذرات درشت‌درسطح‌جدار بافتهای مخاطی دستگاه تنفسی فوقانی‌ته‌نشین‌شده‌و بتوسط حرکات موجی شکل پرزهای مخاطی (Ciliates) و همچنین عکس‌العمل‌های تنفسی مانند سرفه و عطسه‌به بیرون‌رانده‌شده‌ودفع میشوند . درحالیکه ذرات کوچکتر بتوسط جریان هوا انشعابات برونکیول ها را تعقیب نموده و در سرتاسرمجاری‌دردرختچه‌ریوی پراکنده میشوند ــ هر چه اندازه ذرات‌کوچکترباشدباسهولت‌بیشتری‌ازپیچ‌و خم‌های برونکیول ها گذشته و بطرف آلوئول‌ها پیش میروند ــ بسیاری از این ذرات میتوانندخود را به آلوئول‌ها رسانیده و جایگزین شوند میزان جایگزینی‌برای ذرات با قطر ۱ تا ۲ میکرون با مقایسه با ذرات دیگربه‌حداکثرمیرسدته نشینی ذرات باقطر کمتر از ۰/۲ میکرن که پائین تر از حد قابل رویت هستند بعلت حرکات Brownian مجددا" افزایش می یابد اما بعلت سطح بسیار کم این ذرات و

فقدان یا کمی اثر فیروژنیک Fibrogenic action این ذرات جایگزینی‌آنها در ریه از نظربیماری‌زائی زیاد مورد توجه نبوده و واجد اهمیت کمتری میباشد .

سیلیکوز سریع

بیماری سیلیکوز از زمان‌های قدیم به عنوان بیماری مولده به وسیله گردوغبار شناخته شده است منتها در سال های اخیر مطالعات وسیعی که در بسیاری نقاط دنیا انجام شده نکات تازه و اطلاعات جدیدی را در مورد این بیماری و نحوه و مکانیسم ایجادو پیشرفت آن ـ روش‌های پیش‌گیری وحفاظت‌و غیره‌روشن نموده است . این بیماری یکی ازپرشیوع‌ـ ترین‌بیماری‌های حرفه‌ای در تمام دنیا است و با توجه به اینکه مواد سیلیسی در حقیقت ۷۰ درصد خاک کره ارض را تشکیل می‌دهد جای تعجب نیست که این بیماری چنین شیوع زیادی داشته باشد .

موضوع‌مورد تاکید در این مقاله سیلیکوز پیشرفته وعلل ایجادآن می‌باشد . دراین موردباید گفت که بامحاسبه‌ای

که‌شده‌است طول‌مدت متوسط‌کار یک کارگر را که در صنایع‌ایجاد کننده سیلیکوز کار می‌کند ۴۰ سال معین کرده‌اند درحالیکه‌در سال‌های‌اخیربخصوص درانگلستان و آمریکا به‌مواردی ازسیلیکوز پیش رفته برخورد شد که بیشتر مبتلایان کارگران جوان بودندو پس ازبررسی معلوم گردید که این کارگران تمام‌مدت سابقه کارو یامدتی از آنرا بعنوان Sandblaster مشغول کار بوده‌اند .

Sandblasting عبارت است از عمل شلیک مداوم جریانی از ماسه به توسط‌فشار قوی هوای فشرده بر علیه سطوح مختلف . در صنعت بخصوص در صنایع مختلف فلزکاری از این عمل به منظور برطرف کردن و تراشیدن زنگ زدگی ـ رنگ های کهنه و ناهمواری‌های سطوح فلزات و ایجاد یک سطح صاف و صیقلی استفاده می شود در صنایع کشتی سازی و لوله سازی و همچنین ساختمان Barge و سکوها Platform و شناور های Float عظیم برای استخراج نفت از دریا Sandblasting مورد استفاده بسیاری دارد . ماده سابنده اصلی که بیشتر برای این منظور به کار می‌رود عبارتست از ماسه مرکب از تقریبا " صد درصد اکسید سیلیس (Sio_2) کریستالیزه.در نتیجه تصادم شدیدذرات ماسه‌به سطوح‌فلزی گردوغبار بسیار سنگینی درمحل ایجاد می‌گرددکه به علت ریزی و سبکی ذرات آن به سرعت در فضا منتشر می شود . بعلت گرد و غبار شدید سلیس درمحوطه Sandblasting و بالابودن نسبت ذرات بسیار ریز گرد سیلیس(کمتر از ۵ میکرن) و سهولت نفوذ آنها در دستگاه تنفسی باید گفت که Sandblasting یک حرفه خطرناک بشمار می‌رود و چنانچه کارگر مجهز به وسائل استحفاظی لازم نبوده و یا نکات ایمنی را به دقت مراعات ننماید سلامتش در معرض خطر جدی قرار خواهد گرفت .

درمطالعه‌ای‌که‌دراین مورددر ایالت لوئیزیانای‌ایالات متحده‌آمریکا به‌توسط دانشگاه تولین انجام شد به بیش ازیکصد مورد سیلیکوز پیشرفته‌دربین‌کارگران Sandblaster ، برخورد شد مرگ و میر دربین این کارگران بیش از ۲۵ درصد بود که

اغلب آنها کارگران جوان و کمتراز ۴۰ سال‌بودند ــ طول‌متوسط مدت کار این کارگران بعنوان Sandblaster از ابتدای کار تا هنگام مرگ کمتراز ۱۰ سال بود . در هشت مورد از موارد تلفات‌کارگران‌به‌مدت‌کمتراز۳سال به این شغل اشتغال‌داشتند ــ این‌هشت نفراغلب ماموركار درداخل کشتی‌ها و قایق‌های‌کوچک بودند . درانگلستان همچنین به مواردی از سیلیکوز فقط پس از ۸ ماه کار بعنوان Sandblaster برخورد شده،مرگ میر درنتیجه سیلیکوز در کارگرانی که فقط یکسال ونیم به این شغل اشتغال داشته‌اند مشاهده شده است . در ایالت لوئیزیانا بعلت فعالیت‌های‌زیاد مربوط به‌استخراج‌وتصفیه نفت و همچنین تمرکز کمپانی‌های‌عظیمی‌که‌کار استخراج نفت در فلات‌قاره‌را دربسیاری از کشورها منجمله خلیج فارس بعهده دارند برای ساختن سکو Platform های‌عظیم تاسیسات‌زیرآبی‌نفت وهمچنین‌وجود کارخانجات عظیم کشتی سازی شغل Sandblasting دراین صنایع یکی از حرفه‌های اصلی به‌شمار می‌رود ــ مطالعات دانشگاه‌تولین‌همچنین‌نشان دادکه غلظت گردوغبار کل سیلیس (Total) درنزدیکی‌سرچشمه کردوغبار بسیارزیاد است بطوریکه مقدار و غلظت متوسط ذرات گردو غبار کوچکتر از ۱۰میکرن که بعنوان نفوذ کننده در دستگاه تنفسی (Respirable dust) نامیده‌می‌شوددرمحیط Sandblasting برابر۹/۸میلیگرم درمترمکعب وحداکثر۵۳/۴میلیگرم در متر مکعب تعیین‌گردیده. باوجود آنکه کارگران Sandblaster درهنگام کاربمنظور محافظت در برابر باز پرتاب ذرات ماسه و همچنین‌جلوگیری از استنشاق گرد و غبار سنگین ایجاد شده از ماسک‌ها و نقاب‌های استحفاظی مختلف استفاده می‌نمایند معذالک به علل متفاوتی نظیرفقدان‌و یاناقص بودن و یاخراب بودن وسائل استحفاظی‌ــ غلط بودن روش استفاده از این وسائل ــ بی احتیاطی و عدم دقت خودکارگر و بسیاری عوامل دیگر سبب می‌گردد که باوجود استفاده‌ازاین وسائل‌کارگران‌در معرض تماس باغلظت های‌بالای گرد و غبار خطرناک سیلیس قرار گیرند .

بررسی تعداد ۲۸۱ نمونه هوا که‌از زیر یکی‌از انواع قدیمی نقاب‌های محافظ کارگران و نزدیک دهان کارگران تهیه شده‌بودنشان دادکه‌بامقایسه غلظت گردوغبار سیلیس در نمونه ها با TLV (Threshold Limit Values) در۹۵درصدازموارد کارگران باغلظت‌هائی بمراتب بالاتر از TLV درمدت ۸ ساعت کاردرتماس بوده‌اند . باین معنی که رقم معدل غلظت گردوغبار در زیر نقاب‌های محافظ ۲۳/۲ برابر TLV (بادامنه‌ای برابر ۱/۳۶ تا ۱۲۰ برابر TLV)بوده است . نقاب های مدرن غلظت های کمتری را نشان دادند ولی در تقریبا" تمام موارد معدل گردوغبار سیلیس استنشاق شده به وسیله کارگر در مدت۸ساعت کاراز TLV بیشتر بود ،زیرا باوجودیکه‌میزان‌حفاظت‌دراستفاده از نقاب‌های‌مدرن‌رضایت‌بخش‌است‌معذالک‌کارگران‌درساعاتی که اشتغال‌به‌کارهای دیگر دارند و از نقاب استفاده نمی‌نمایندخود رادرمحوطهٔ‌کارخانه درمعرض‌تماس باغلظت‌های بالای گردوغبار معلق درهوا قرار می‌دهند .

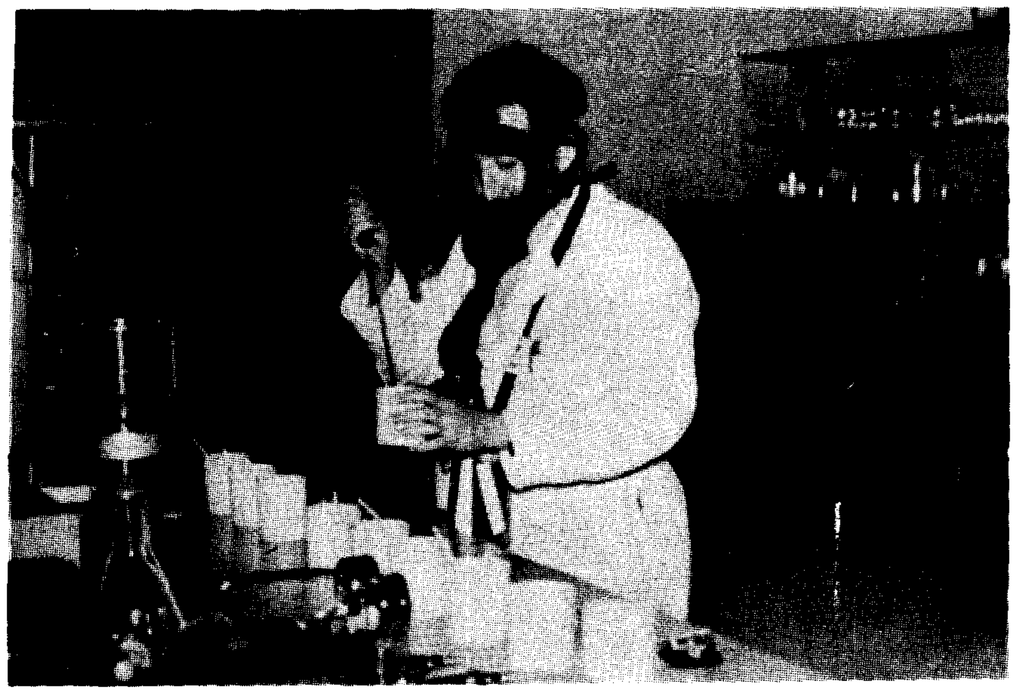
درمورد سایرکارگرانی‌که‌به شغل‌های دیگر نظیرجوشکاری رنگ کاری ــ هدایت جرثقیل‌ها ــ و غیره مشغولند نیز بررسی نشان داد که بسته به نزدیکی محل کار آنان به منطقهٔ Sandblasting همواره‌تعداد قابل توجهی ازاین‌کارگران درمعرض تماس با غلظت‌های بالاتر از TLV هستند در حالیکه این کارگران معمولا" نیز از ماسک‌های محافظ تنفسی استفاده نمی‌نمایند .

بررسی‌انجام‌شده برروی عوامل محیطی ایجادسیلیکوز سریع پروژه‌ای بود که ازطرف انستیتوی ملی بهداشت و حفاظت صنعتی آمریکا به دانشگاه تولین واگذار گردیده‌بود . این پروژه دردوقسمت‌پزشکی و بهداشت‌محیط‌کار اجراگردید که مسئولیت قسمت بهداشت محیط کار آن بعهده‌اینجانب‌قرارداشت دراین قسمت از بررسی دوازده هدف‌مختلف‌مورد بررسی و مطالعه‌قرار

گرفت‌که با توجه به اینکه ذکر این هدف‌ها و نتایج بدست آمده از حوصله این مقاله خارج است لازم میدانم فقط بطور مختصر بعلل اصلی محیطی که سبب ایجاد بیماری‌سیلیکوز سریع در کارگران می‌گردد اشاره نماید :

۱ ـ اثر ابعاد ذرات گرد و غبار

نحوه و مکانیسم عمل Sandblasting و شیک‌دانه



های ماسه سیلیکا به سطوح سخت با فشار زیاد سبب می‌گرددکه دانه‌های‌سیلیس در اثر اصابت شدید به سطوح شکسته وبه‌ذرات بسیار ریز تبدیل شوند بطوریکه در بررسی میکروسکپیک نمونه‌ها ۹۷/۵ درصد ذرات موجود درهوادارای قطری کمتر از ۱۰میکرن که حد نفوذ پذیری به دستگاه تنفسی تحتانی می‌باشد بودند. به‌این ترتیب ملاحظه می‌شود که درگردوغبار ایجاد شده نسبت ذرات بزرگتراز ۱۰ میکرن که نمی‌توانند بعلت درشتی خودرا به آلوئول‌ها و برونکیول های ریوی برسانند بسیار کم است.

۲ـ اثرغلظت ذرات گردوغبار

بطوریکه قبلا" نیز اشاره شد سنگینی ابر غبار ایجاد شده درمحوطه Sandblasting یعنی‌حضور ۱۴تا ۷۷ میلیون (معدلی برابر ۳۷ میلیون) ذره سیلیکای کوچکتر از ۱۰میکرن درهر فوت مکعب هوا نشان دهندهٔ شدت تماس کارگر با غبار سیلیس و دخول و جایگزینی این ماده خطرناک در ریهٔ‌کارگران می‌باشد.

۳ـ اثر درصد سیلیکای متبلور

دراندازه‌گیری‌های‌انجام‌شده به وسیله روشهای‌مختلف (Spectroscopy, X–Ray difraction , Colorimetric)

معلوم‌گردیدکه درصدکوارتس آلفا یاسیلیکای‌متبلور درگردوغبار معلق‌درهوا زیاداست بطوریکه‌این‌رقم درنمونه‌های محتوی‌ذرات کوچکترازه ۱میکرن بطور متوسط ۵۷ در صد (۱۹ تا ۱۰۰ درصد) بود. به‌این ترتیب‌باباالابودن‌درصد کوارتس متبلور درگردوغبار که عامل ایجاد راکسیون فیبروژنیک در ریه می‌باشد یکی دیگراز علل ایجاد و پیشرفت سریع بیماری روشن می‌گردد.

۴ـ استفاده از وسائل حفاظتی کهنه و خراب

دربررسی‌تاریخچه شغلی‌بیماران و بازرسی کارخانجات ملاحظه‌گردیدکه این‌کارگران اغلب از وسائل استحفاظی‌استفاده نموده‌اند که به دلیل کهنگی و نقائص متعدد ایمنی لازم رادر برابر گردوغبار معلق درهواایجاد نمی‌نموده است. در بعضی‌از کارخانجات هنوز کارگران ازاین نوع وسائل استحفاظی استفاده می‌نمودند. بکار بردن نقابهای فاقد جریان هوای پاک ـ نقاب ها و ماسک‌های پاره شکسته ـ صافی‌های کهنه و مستعمل ـ عدم تعویض‌صافی‌های‌هوادرکمپرسورهائی‌که هوای‌ماسک‌ها از آن‌تامین میشود از جمله این نقائص می‌باشند.

۵ـ بی‌احتیاطی و عدم اطلاع کارگران

بررسی انجام شده نشان داد که اکثریت کارگران از خطرات‌استنشاق‌غبار سیلیکا آگاه‌نبوده و از عوارض آن وبیماری وخیمی که احتمالا" در انتظارشان بوده بی خبر بودند علاوه براین بسیاری‌از کارگران دانسته و ندانسته دراستفاده ازوسائل استحفاظی‌رعایت نکات ایمنی‌را نکرده و با سهل انگاری خودرا در معرض تماس باغبار سیلیکا قرار می‌دادند. به عنوان مثال می‌توان‌برداشتن‌ماسک محافظ‌را در هوای آلوده به‌منظورکشیدن سیگار ـ نوشیدن قهوه یا مکالمه با یکدیگر ذکر نمود.

در این مورد متاسفانه در اغلب کارخانجات مقررات سختی‌که‌کارگران را ازاین بی احتیاطی‌منع نماید وجودنداشت.

BIBLIOGRAPHY:

1- Patty, F.A.: Industrial Hygiene and Taxicology Vol. 1, New York, Inter Science Publishers Inc., 1948.

2- Hunter, D.: The Diseases of Occupations. The English Universities Press Ltd. Third Edition, London 1962.

3- Dinker, P. and Hatch, T.: Industrial Dust. 2nd ed. McGraw Hill Book Co., New York, 1965.

4- Samimi, B.: Silica Dust in Sand-Blasting Operations, Unpublished Ph.D. Dissertations Tulane University, New Orleans, Lousiana, (1973).

5- Samimi, B., Weill, H. and Ziskind, M.: Respirable Silica Dust Exposure of Sand-blasters and Associate workers. Achives of Environmental Health, Vol. 29, No. 2, Aug., 1974.

6- Allen, G, Samimi, B. Ziskind, M. and Weill, H.: X–Ray diffraction Detormination of oc - Quartz in Respirable and Total Dust Samples from Sand-Blasting Operations. America Industrial Hygiene Association Journal, Vol. 35, No. 11, Nov. 1974