



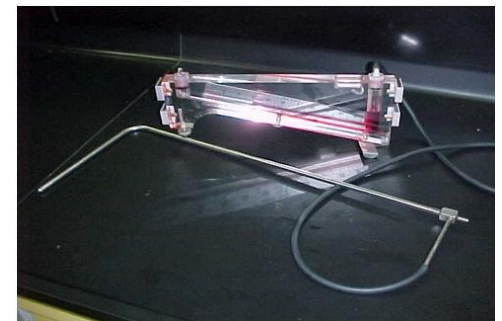
کارگاه نمونه برداری از آلاینده های شیمیایی محیط کار

بخش ۷

ارزیابی عملکرد سیستم های تهویه صنعتی



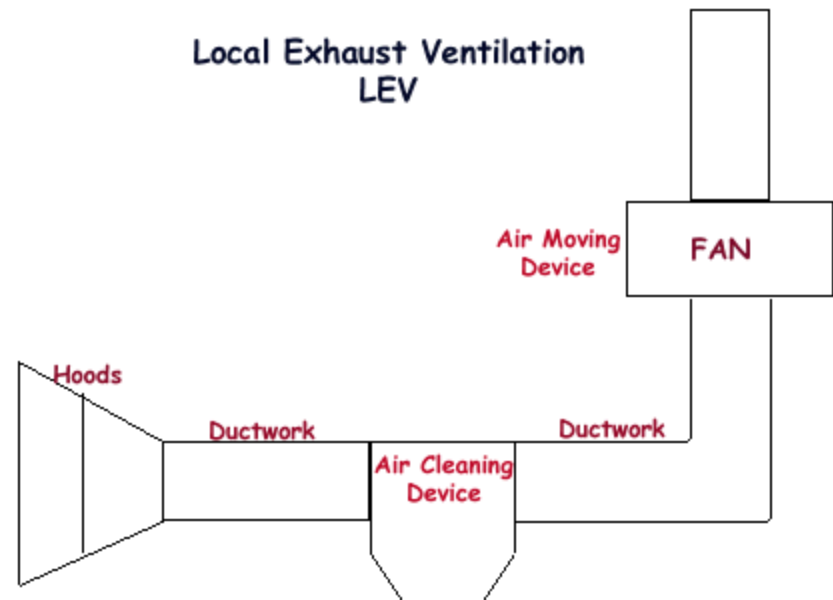
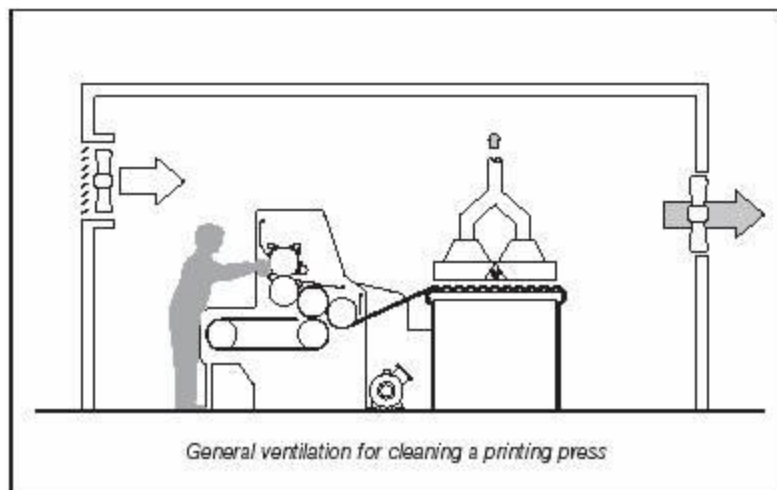
مدرس: دکتر محمد حاج آقازاده
دانشگاه علوم پزشکی ارومیه
دانشکده بهداشت - گروه بهداشت حرفه ای
hajaghazadeh@gmail.com

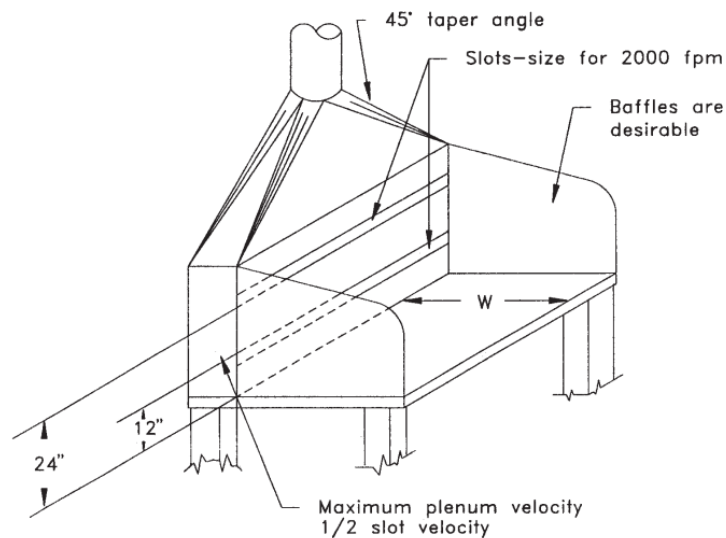


فروردین ۱۳۹۶

سیستم های تهویه صنعتی:

موضعی - عمومی





$Q = 350 \text{ cfm/ft of hood length}$
 Hood length = required working space
 $W = 24''$ maximum, if $W > 24''$ see chapter 3
 Minimum duct velocity = 2000 fpm
 $h_e = 1.78 VP_s + 0.25 VP_d$

General ventilation, where local exhaust can not be used:

Rod, diam.	Cfm/welder
5/32	1000
3/16	1500
1/4	3500
3/8	4500

or

- A. For open areas, where welding fume can rise away from the breathing zone:
 cfm required = 800 x lb/hour rod used
- B. For enclosed areas or positions where fume does not readily escape breathing zone:
 cfm required = 1600 x lb/hour rod used

For toxic materials higher airflows are necessary and operator may require respiratory protection equipment.

Other types of hoods

Local exhaust: See VS-90-02

Booth: For design see VS-90-30

$Q = 100 \text{ cfm/ft}^2$ of face opening

MIG welding may require precise air flow control

AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

WELDING VENTILATION BENCH HOOD

DATE 1-91

FIGURE VS-90-01

اهداف آزمون و نظارت سیستم تهویه

- ثبت راندمان اولیه سیستم و تطابق آن با مشخصات طراحی
- تعیین تطابق با استانداردهای موجود
- تامین داده های اولیه و پایه
- نظارت بر شرایط سیستم در طول عمر آن
- بررسی امکان افزایش شاخه های جدید
- تعیین برنامه های تعمیرات و نگهداری سیستم

تجهيزات مورد نیاز اندازه گیری

- تجهيزات تولید کننده دود مانند لوله دودزا
- بادسنج (پره ای، حرارتی)
- فشارسنج و لوله پیتوت
- صداسنج و ارتعاش سنج
- وسیله اندازه گیری طول (متر، متر نواری)
- سایر تجهيزات (پارچه کهنه، چراغ قوه، دریل، مته دریل، آینه، دورسنج (تاکومتر))

نظارت و آزمون هودها

- عدم قرارگیری کارگر در ابر آلودگی (پلوم)
- تست دود
- اندازه گیری سرعت ربایش
- اندازه گیری سرعت روبرو
- اندازه گیری فشار استاتیک هود

نصب غلط هود: مواجهه بیش از حد کارگر

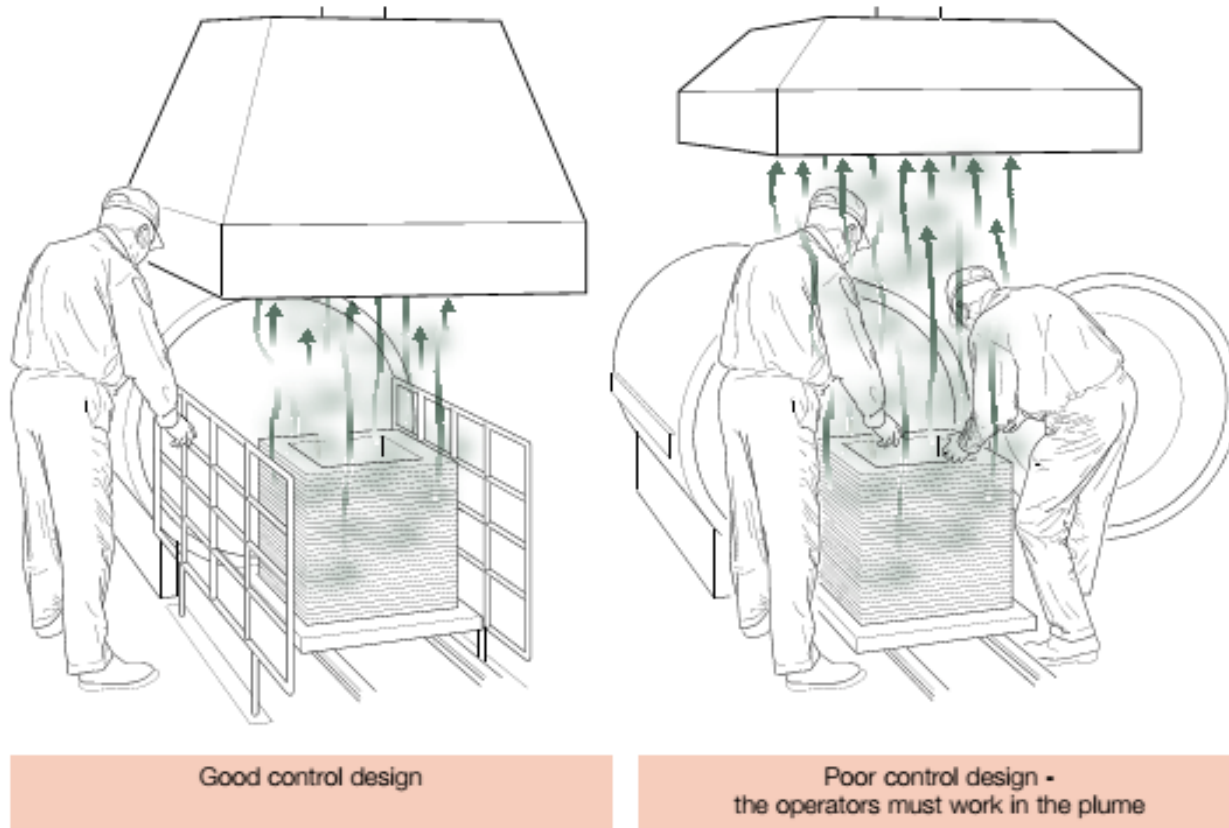


Figure 27 Canopy hoods over a hot process

تست دود

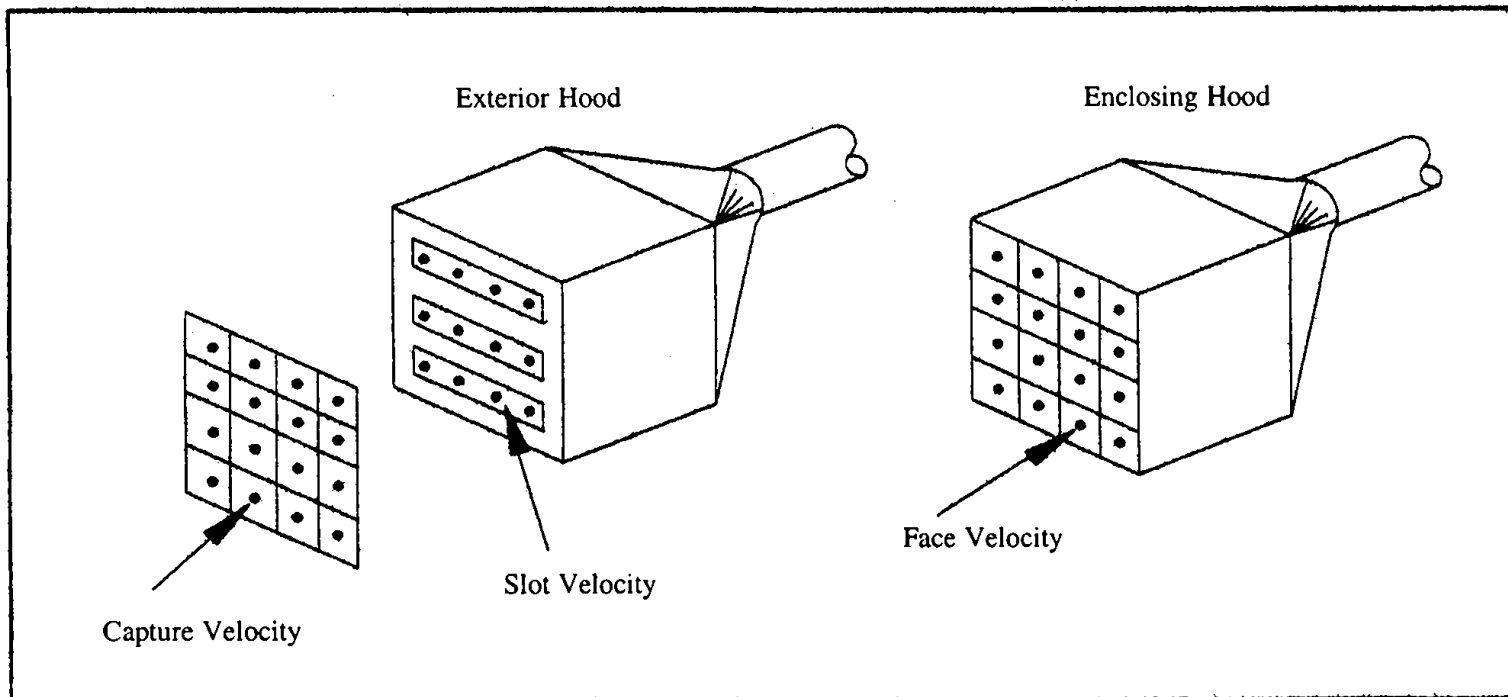


Dräger Air-Flow Tester Kit - CH00216



اندازه گیری سرعت ربایش (بدام اندازی)

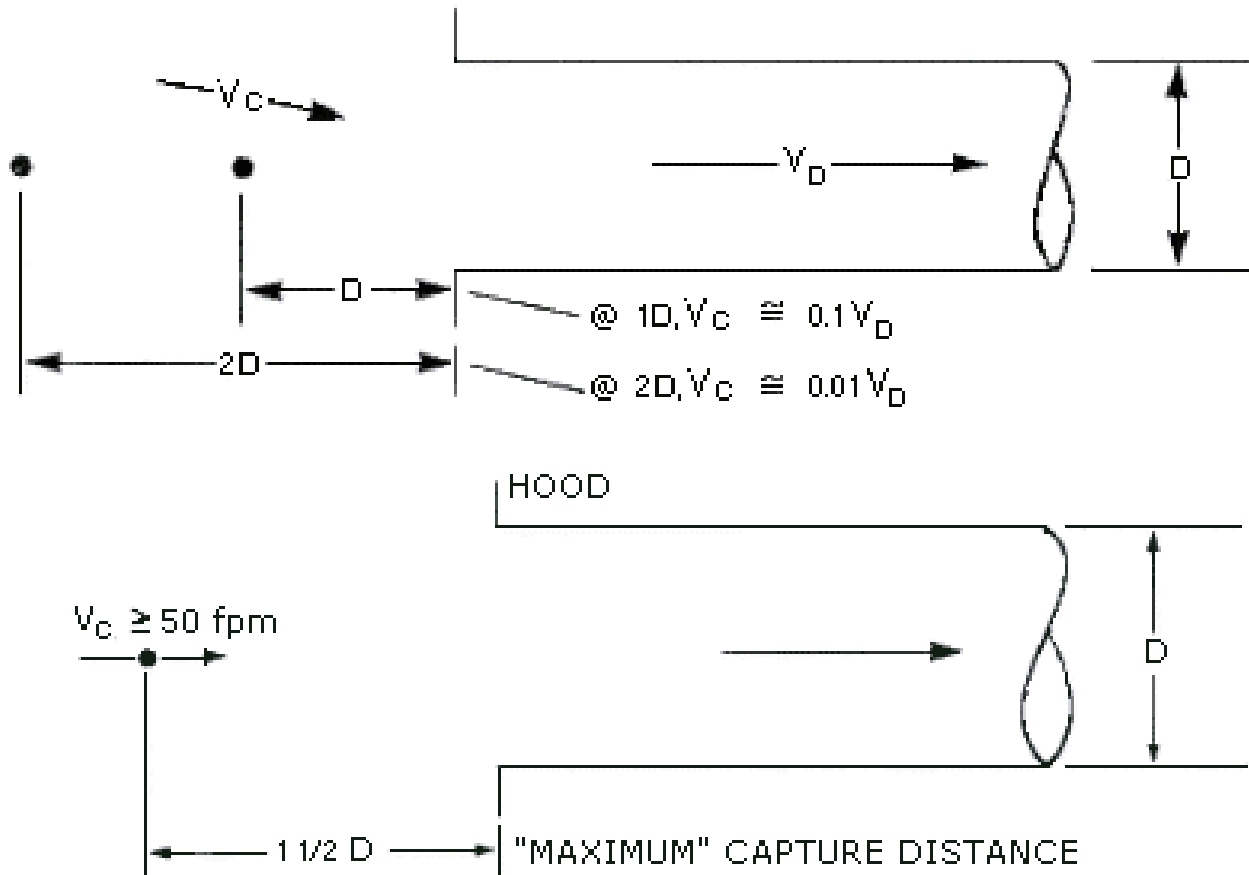
ارزیابی هود از طریق مقایسه آن با سرعتهای ربایش توصیه شده
برای هود مورد آزمایش



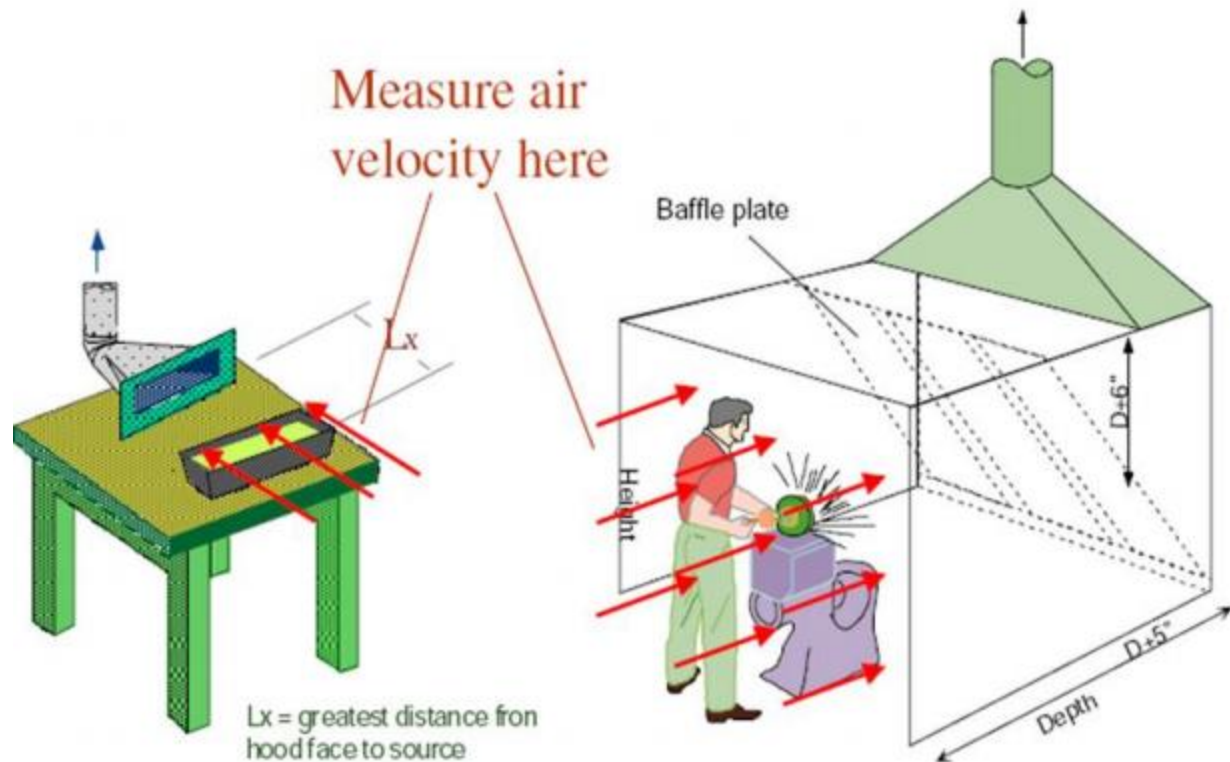
محدوده سرعت های ربایش (فوت بر دقیقه)

شرایط انتشار آلودگی	مثال	سرعت ربایش
انتشار بدون سرعت اولیه در هوای کاملاً آرام	تبخیر از مخازن شستشو و غیره	۵۰-۱۰۰
انتشار با سرعت اولیه کم در هوای نسبتاً آرام	اتاقکهای اسپری، پر کردن متناوب ظروف، نوار نقاله های سرعت پایین، جوشکاری، آبکاری، اسید شویی	۱۰۰-۲۰۰
تولید فعال در منطقه ای با حرکت سریع هوا	رنگ آمیزی در اتاقکهای کم عمق، پر کردن بشکه ها، بارگیری با نوار نقاله، خردکن ها	۲۰۰-۵۰۰
انتشار با سرعت اولیه بالادر منطقه ای با حرکت سریع هوا	سنگزنی، سایش، صیقل کاری	۵۰۰-۲۰۰۰

اثر فاصله بر سرعت ربایش

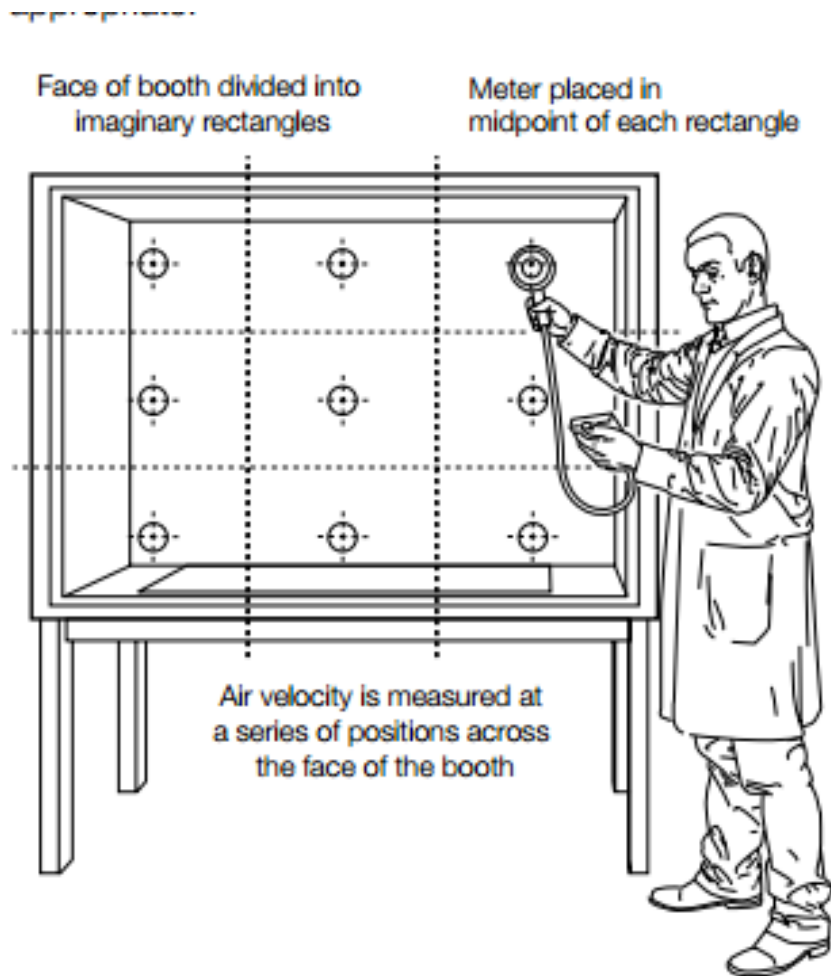


اندازه گیری سرعت ربایش



1

اندازه گیری سرعت روبرو



• تجهیزات مورد استفاده :

۱. آنومتر حرارتی
۲. آنومتر پره ای (نباید بیشتر از ۵٪ سطح دهانه هود باشد)

Figure 48 Testing large hood face velocities

آنومتر حرارتي

آنومتر پره اي



Range 30 fpm – 6,000 fpm



Range 50 fpm – 3,000 fpm

کاربرد سرعت در دهانه هود

۱. برآورد هوای ورودی به هود

۲. تعیین یکنواخت بودن مکش هوا در دهانه هود

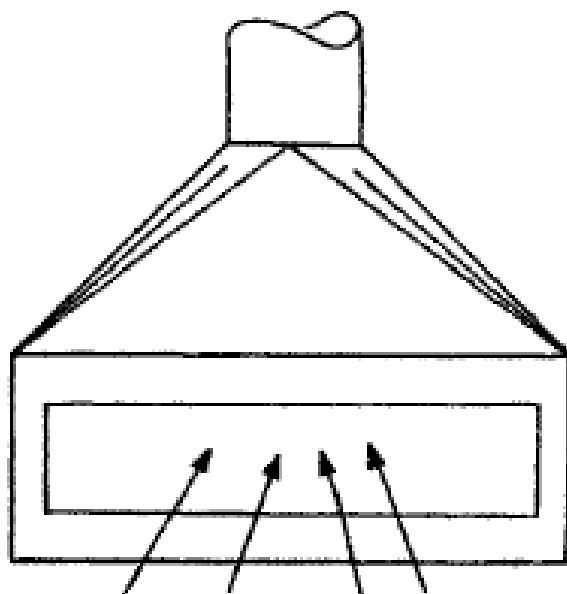
- (در صورتی که تمام اندازه گیریها در محدوده تعیین شده توسط رابطه زیر باشند هود دارای مکش یکنواخت است)

$$Q_{exhaust} = A_{hood} \times \bar{V}_{face}$$

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

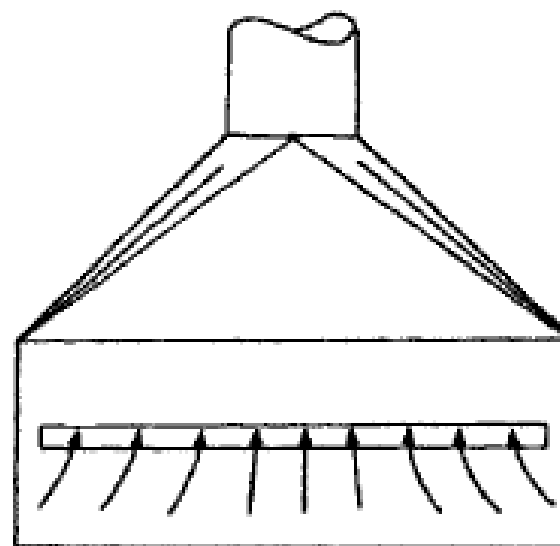
$$\bar{V} \pm (0.2 \times \bar{V}) = [0.8 \bar{V} \leftrightarrow 1.2 \bar{V}]$$

توزیع یکنواخت هوا در هود



Slot too wide

(a)

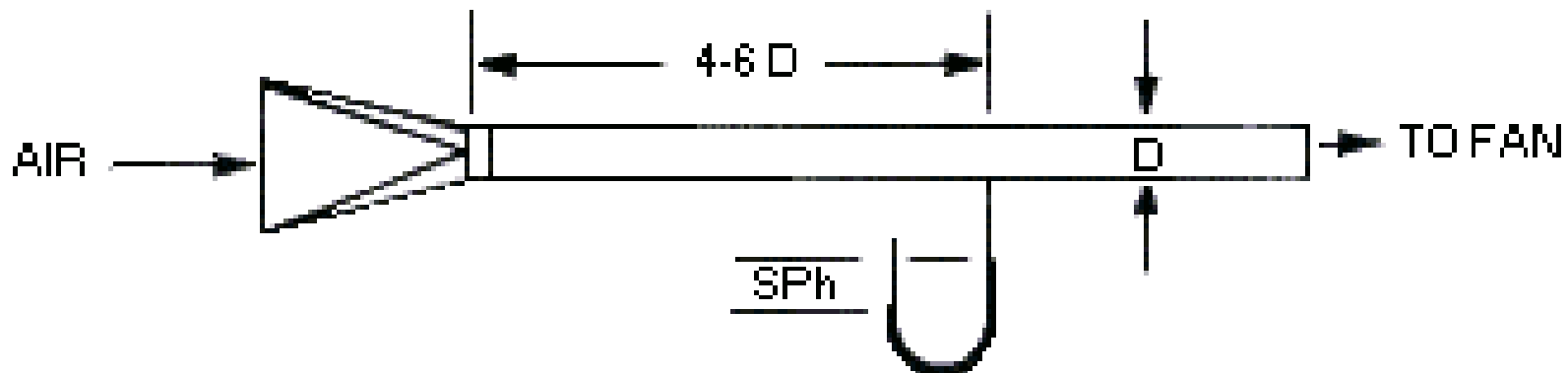


Slot properly sized-air flow evenly distributed

(b)

اندازه گیری فشار استاتیک هود

- نحوه اندازه گیری: در فاصله ۴ تا ۶ برابر قطر از محل اتصال هود به کانال
 - با استفاده از یک فشار سنج معمولی از بدنه کانال
 - با استفاده از لوله پیتوت



$$SP_h = VP_d + h_e$$

کاربرد فشار استاتیک هود

– فشار استاتیک هود شاخص مناسبی برای برآورد هوای ورودی به هود می باشد.

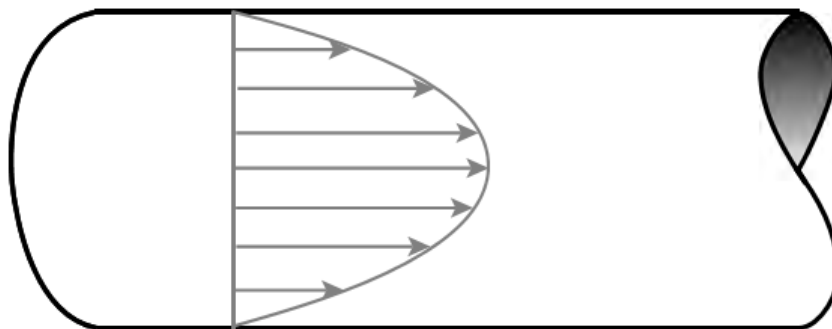
$$Q_{exhaust} = 1096 \times A \times Ce \times \sqrt{\frac{SP_h}{\rho}} \quad Ce = \left(\frac{VP}{SP_h} \right)^{\frac{1}{2}}$$

– اگر هود تغییر نکرده باشد اما فشار استاتیک هود تغییر نماید، در آن صورت هوای ورودی به هود تغییر کرده است و آنرا را می توان با فرمول زیر برآورد کرد.

$$Q_{new} = Q_{initial} \left[\frac{SP_h(new)}{SP_h(initial)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

اندازه گیری سرعت هوا در داخل کانال

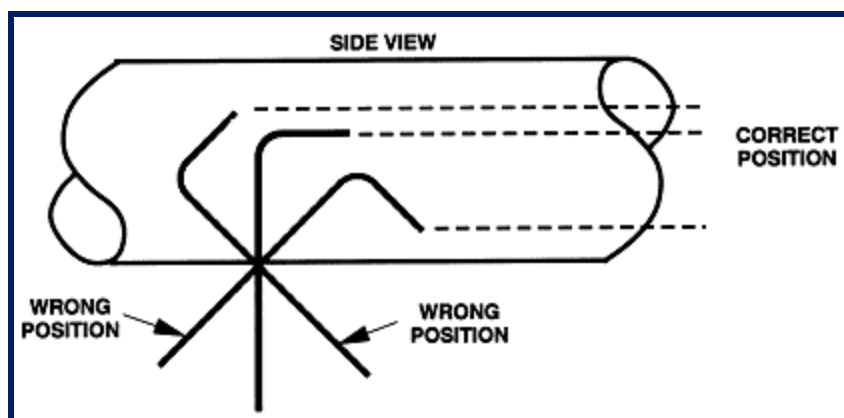
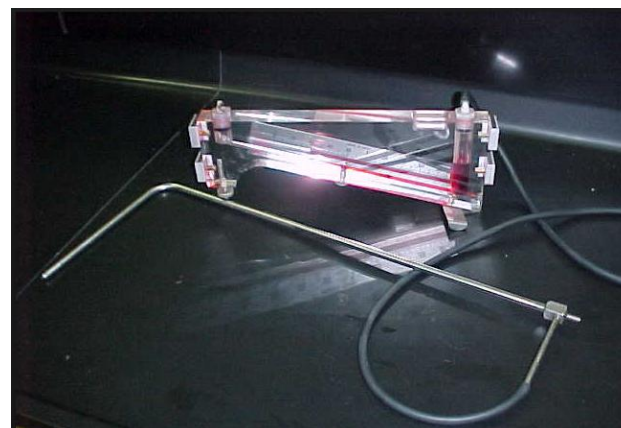
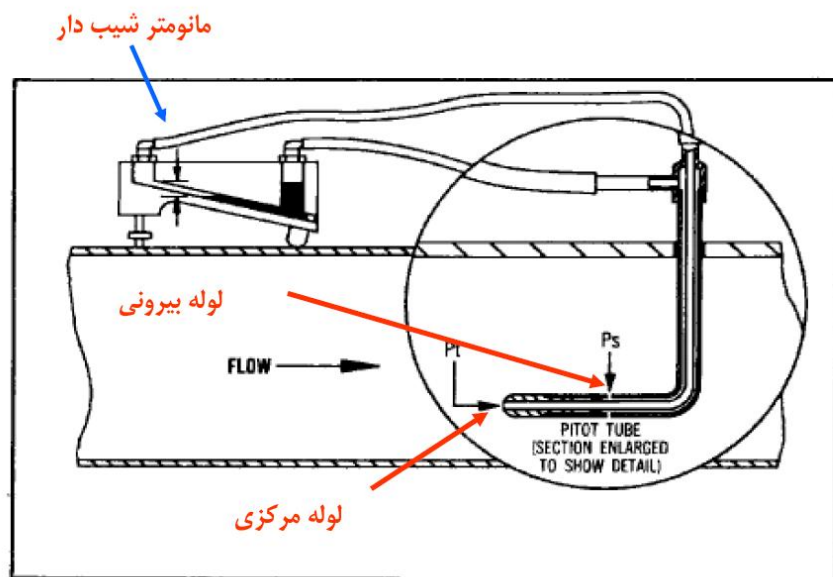
- سرعت هوا در داخل کانالهای تهویه بیشتر به صورت آشفته (توربولانسی) است لذا مقدار آن در سطح کانال یکسان نیست.
- اندازه گیری مستقیم سرعت در یک نقطه از کانال از دقت کافی برخوردار نیست.
- استفاده از فشار سرعت و برآورد سرعت هوا از آن دقیق تر است.



اندازه گیری فشار سرعت در کانال با استفاده از لوله پیتوت

- لوله پیتوت استاندارد نیازی به **کالیبراسیون ندارد**.
- هنگام استفاده از لوله پیتوت از باز بودن سوراخ های آن مطمئن شوید
- لوله پیتوت را بطور صحیح در کانال قرار دهید.
- دقت لوله های پیتوت وابسته به سرعت جریان هوا است.

اندازه گیری فشار سرعت با لوله پیتو: مانومتر شیب دار و دیجیتالی



خطای لوله های پیتوت در اندازه گیری سرعت هوا

Velocity, fpm	% error (\pm)
4000	0.25
3000	0.3
2000	1.0
1000	4.0
800	6.0
600	15.0

برآورد سرعت از فشار سرعت اندازه گیری شده

- ۱- ابتدا فشارهای سرعت بدست آمده را با توجه به چگالی محل اندازه گیری تصحیح می کنیم.
- ۲- هر فشار سرعت را به سرعت متناظر تبدیل می کنیم.
- ۳- از سرعت ها میانگین گرفته و سرعت در کانال بدست می آید.

$$VP_C = VP_M \times \frac{0.075}{\rho}$$

$$V = 1096 \sqrt{\frac{VP}{\rho}}$$

$$\rho = \rho_s \times dF$$

$$dF = \frac{P_a}{P_s} \times \frac{T_s}{T_a}$$

حداقل سرعت کانال

طراحی سرعت فوت بر دقیقه	نمونه	طبیعت آلاینده
هرسرعت دلخواه (سرعت بهینه اقتصادی ۱۰۰۰-۲۰۰۰	تمام بخارات، گازها و دود	بخارات، گازها و دود
۲۰۰۰-۲۵۰۰	فیومهای جوشکاری	دمهها (فیومها)
۲۵۰۰-۳۰۰۰	الیاف پنبه، گردوغبارات چوب و پودرسنگ	گردوغبارات سبک و خیلی ریز
۳۰۰۰-۴۰۰۰	گردوغبارات ریز پلاستیک، پودرهایی که برای تهیه پلاستیک ذوب می شوند، گردوغبار حاصل از الیاف پنبه، گردوغبار صابون	گردوغبارات خشک و پودرها (گردها)
۳۵۰۰-۴۰۰۰	گردوغبارات حاصل از سنگزنی، حلاجی الیافها، آسیاب قهوه، جابجایی مواد معمولی، برش آجر، ریختهگری عمومی، بستهبندی و توزین آزیست، گردوغبار الیاف پشم، کفش سازی، گرانیت پودرسنگ، سفال، سنگ آهک و صنایع بافندگی	گردوغبارات متوسط صنعتی
۴۰۰۰-۴۵۰۰	گردوغبارات خاکاره (سنگین و تر)، سنگزنی و تراش فلزات، ریختهگری (بخش لرزه)، سندبلاست، قالبهای چوبی و گردوغبار سرب	گردوغبارات سنگین
۴۵۰۰ و به بالا	گردوغبارات مرطوب سیمان، سرب با ذرات ریز سرب، ذرات آزیست حاصل از برش لولهها و یا قالبهای آزیست و غیره	گردوغبارات سنگین و یا مرطوب

تعداد نقاط و محل اندازه گیری توسط لوله پیتوت

- در کانال گرد اندازه گیری در ۲ محور عمود بر هم انجام می شود.
- در لوله های ۶ اینچ (۱۵ سانتیمتر) و کوچکتر: حداقل ۶ نقطه در هر محور
- در کانالهای بزرگتر از ۶ اینچ حداقل ۱۰ نقطه در هر محور
- در کانالهای خیلی بزرگ یا دودکش ها ۲۰ نقطه در هر محور

• محل اندازه گیری

• توصیه ACGIH:

- در پائین دست هر منبع آشفته گی : 7.5 برابر قطر کانال (4-6:OSHA)
- در بالا دست هر منبع آشفته گی : 3 برابر قطر کانال (2-3:OSHA)
- منبع آشفته گی: زانویی و ورودی هود

محل اندازه گیری فشار سرعت در کانال های گرد و مستطیلی شکل

