به نام خدا

موضوع : نحوه چیدمان ورودی ها وخروجی های هوای ساختمان(دودکش)

کارشناس : مهندس مریم نیک پسند

در این بحث بیشتر به مبحث دودکش می پردازم ، و برای طرح موضوع از فصل ۴۵ اشری اپلیکیشن استفاده میکنم که قبل از شروع بحث فصل مورد نظر رو ارائه می کنم

حداقل فاصله بین دهانه خروجی آلاینده ها مثل اگزاست و یا آلاینده های جدی تر مانند دودکش بویلرها و دیزل ژنراتور از دهانه های ورودی هوا و یا بنجره ها چقدر باید باشد؟

دهانه خروجی دودکش ها در کدام قسمت ساختمان باید قرار گیرد و ضوابط و استاندارد ها چه ضوابطی را برای این موضوع وضع کردند؟

طبق مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان دودکش بویلرها باید از بالاترین نقطه ساختمان حداقل ۱ متر بالاتر قرار گیرند.

ب) دهانه خروجی

(۱) دهانه خروجی انتهای بالایی دودکش قائم ساختمانی با دمای پایین باید روی بام و خارج از ساختمان قرار گیرد.

(۲) دهانه خروجی دودکش باید دست کم یک متر از نقطه ای از بام که دودکش از آن خارج می شود بالاتر باشد. این دهانه خروجی باید از بلندترین قسمت ساختمان در شعاع ۳ متر از دودکش، دست کم ۶۰ سانتیمتر بالاتر باشد.

بنابر استاندارد ۵۴ nfpa نیز داریم:

12.6.2 Termination.

12.6.2.1 A chimney for residential-type or low-heat appliances shall extend at least 3 ft (0.9 m) above the highest point where it passes through a roof of a building and at least 2 ft (0.6 m) higher than any portion of a building within a horizontal distance of 10 ft (3 m). *(See Figure 12.6.2.1.)*

12.6.2.2 A chimney for medium-heat appliances shall extend at least 10 ft (3 m) higher than any portion of any building within 25 ft (7.6 m).

در شرایط معمول بهترین محل برای دودکش بام ساختمان می باشد. البته باید در نظر داشت که قرار گیری دودکش روی بام نیز ضوابطی دارد که در ادامه به آن خواهم پرداخت.

اما حالا فرض کنید موتورخانه ساختمانی در زیر زمین و با فاصله از ساختمان اصلی واقع شده است و امکان بردن دودکش به روی بام ساختمان به دلیل حرکت افقی بیش از حد دودکش و سرد شدن و از بین رفتن خاصیت دودکشی وجود نداشته باشد! در این حالت تکلیف چیست آیا میتوان دودکش را در محوطه رها کرد؟ و این قضیه مشکلی برای ساکنین ساختمان های اطراف پیش نخواهد آورد؟

سرفصل این بخش عبارت است از:

CHAPTER 45

BUILDING AIR INTAKE AND EXHAUST DESIGN

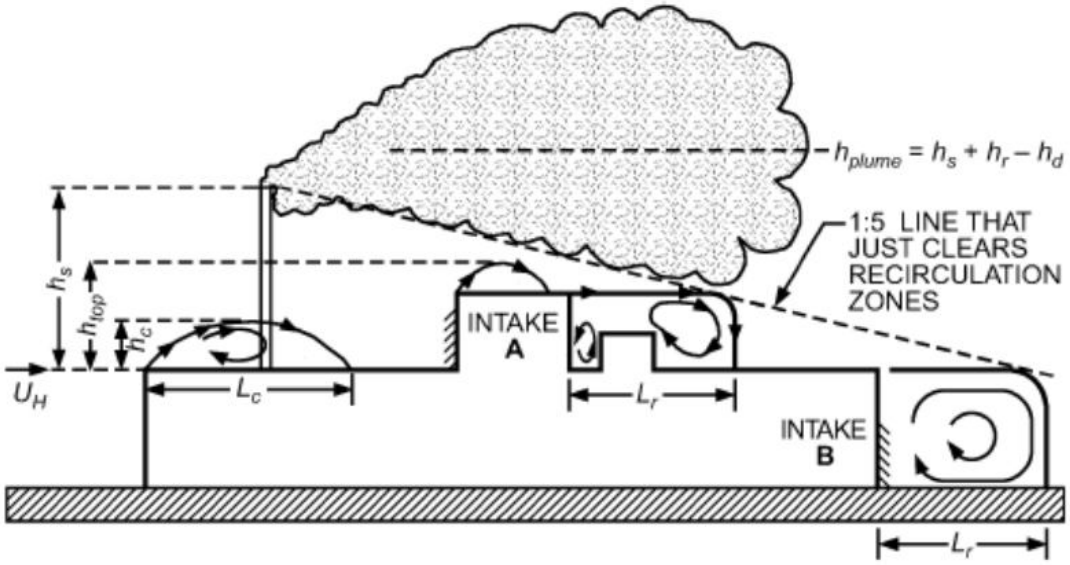
Exhaust Stack and Air Intake Design Strategies 45.1
Geometric Method for Estimating Stack Height 45.5
Exhaust-To-Intake Dilution or Concentration Calculations 45.7
Other Considerations 45.10

در صورت عدم طراحی درست خروجی ها و ورودی های هوای ساختمان ممکن است که هوای خروجی ساختمان به خصوص خروجی حاصل از دودکش ها قبل از آنکه به خوبی با هوای خارج رقیق شود و تاثیرآلاینده های آن خنثی شود دوباره به ساختمان برگردد و باعث آزار ساکنین اعم از بوهای نامطبوع، خطرات سلامتی و کاهش کیفیت هوای داخل به خصوص کسانی که در نزدیکی دهانه ورودی هوا هستند شود.

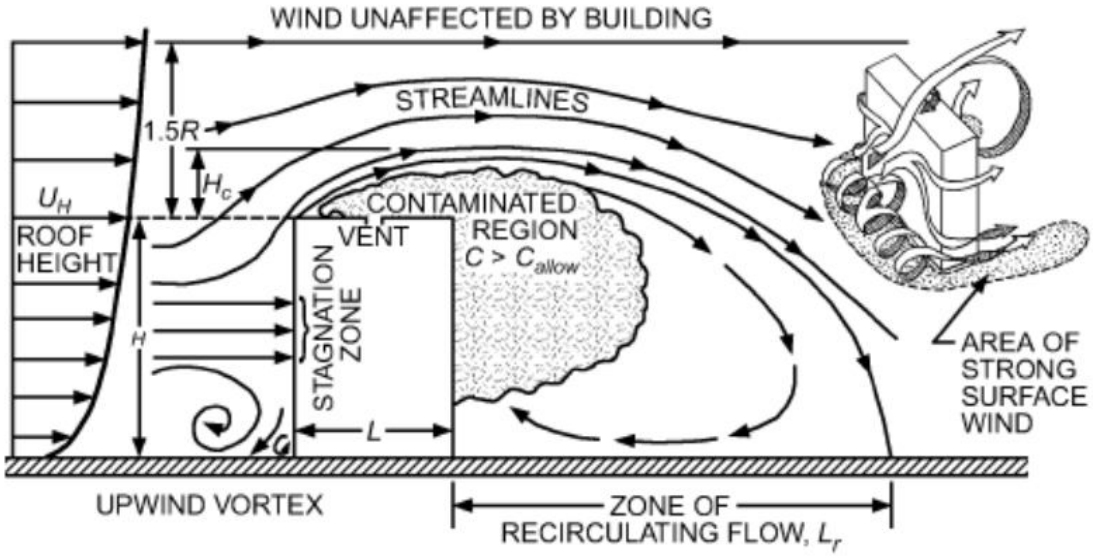
هدف نهایی از طراحی دودکش شامل جریان خروجی، سرعت مناسب جریان و ارتفاع قابل قبول برای این است که مطمئن شویم در نقاط حساس در اطراف دودکش کیفیت هوا مناسب می باشد

اولین نکته ای که در این بخش مطرح می شود همانطور که قبلا هم اشاره شد، در مورد ارتفاع دودکش این است که طبق توصیه این رفرنس خروجی دودکش باید بالاتر از بلندترین قسمت ساختمان قرار گیرد.

TASISAT SAFT



نکته دیگر که باید به آن توجه داشته باشیم این است که ساختمان ها و سازه های بلند در اطراف دودکش ممکن است بر رقیق سازی خروجی های دودکش تاثیر نامطلوب داشته باشند. زیرا ممکن است دودکش در ناحیه چرخش دوباره (RECIRCULATING ZONE) ناشی از برخورد باد به این سازه های غول پیکر واقع در پایین دست قرار گیرد و به جای دور شدن از سطح ناشی از گرما و خاصیت دودکشی به نزدیک سطح و مجاورت ورودی های هوا برگردد.



نکته دیگر این است که همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است دودکش ها بهتر است تا حد امکان مستقیم حرکت کنند و بدون کلاهک باشند.

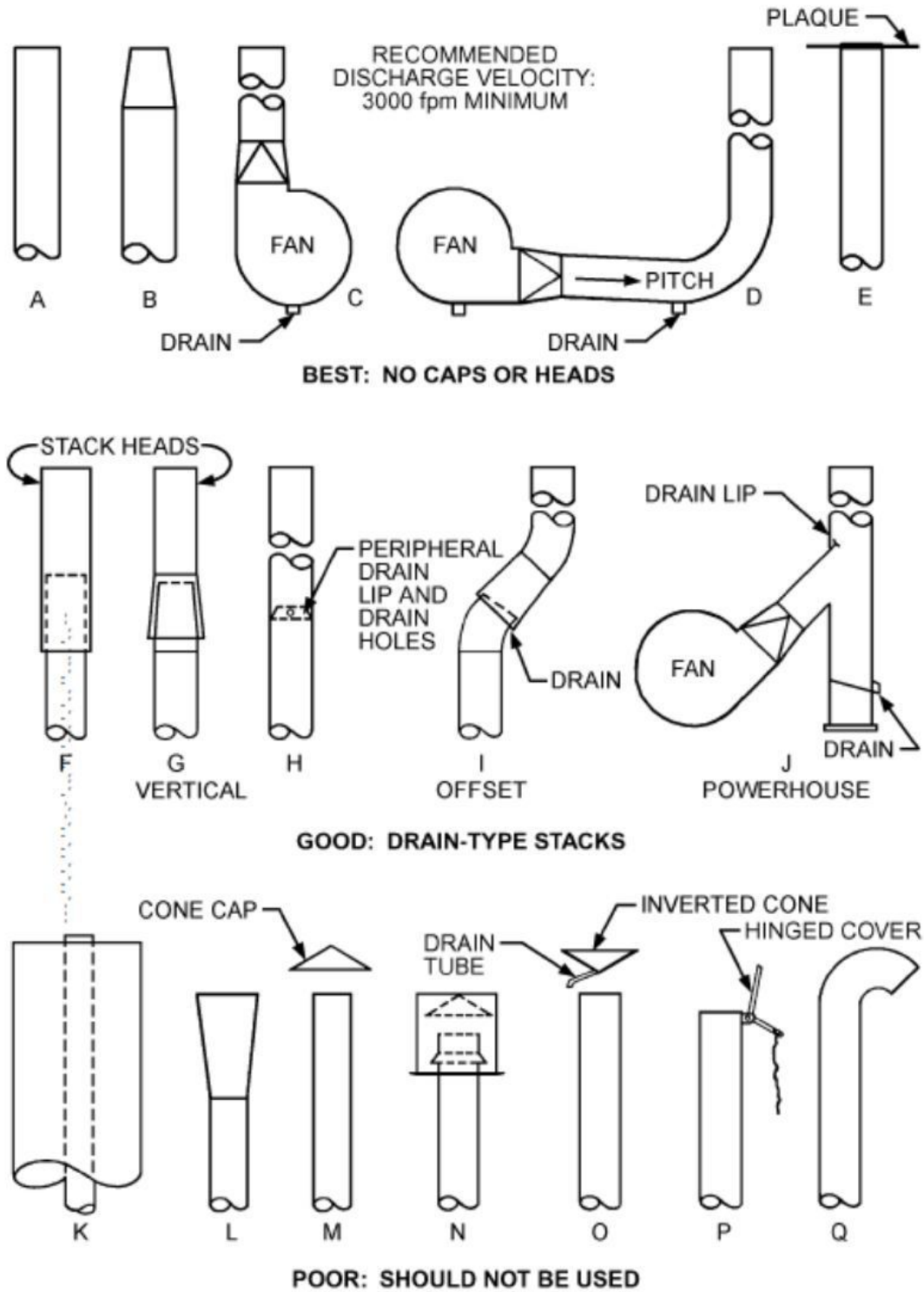


Fig. 2 Stack Designs Providing Vertical Discharge and Rain Protection

چرا که کلاهک های دودکش منجر به انحراف دود خروجی می شود تاثیر نامطلوبی بر خاصیت بالاروندگی دود گرم در اثر کمتر بودن چگالی آن نسبت به هوای اطراف دارد. همچنین کلاهک موجب کاهش ممنتوم ناشی از سرعت خروجی از دودکش می شود.

همچنین ذکر این نکته هم خالی از لطف نیست که کلاهک های مخروطی شکل کوچک دودکش معمولا تاثیری بر روی جلوگیری از ورود آب باران به داخل دودکش ها نمی شوند زیرا معمولا قطرات باران به صورت مستقیم فرود نمی آیند و معمولا با باد همراه است که موجب حرکت مورب قطرات باران می شود.

طبق نقل قول از اشری سرعت دود خروجی از دودکش در حدود ۲۵۰۰ فوت بر دقیقه و بالاتر مانع از این می شود که قطرات کندانس شده به داخل دودکش بریزد و همچنین مانع از ورود باران به داخل دودکش می شود. از این رو همانطور که در شکل فوق نشان داده شده است سرعت خروجی توصیه شده ۳۰۰۰ فوت بر دقیقه مناسب است.

As shown in Figure 2, stacks should be vertically directed and uncapped. Stack caps that deflect the exhaust jet have a detrimental effect on exhaust plume rise. Small conical stack caps often do not completely exclude rain, because rain does not usually fall straight down; periods of heavy rainfall are often accompanied by high winds that deflect raindrops under the cap and into the stack (Changnon 1966). A stack exhaust velocity V_e of about 2500 fpm prevents condensed moisture from draining down the stack and keeps rain from entering the stack. For intermittently operated systems, protection from rain and snow should be provided by stack drains, as shown in Figure 2F to 2J, rather than stack caps.

برای سیستم های با کارکرد منقطع بهترین راه برای حفاظت در برابر باران و برف، در نظر گرفتن تجهیزاتی برای درین می باشد. همانطور که در شکل بالا نیز نشان داده شده است.

هرچه سرعت و دمای خروجی از دودکش بالاتر باشد، باعث بیشتر شدن خاصیت دودکشی می شود. و این امر موجب کاهش احتمال آلودگی در ورودی های می شود. سرعت خروجی دودکش باید بالاتر از ۲۰۰۰ فوت بر دقیقه باشد تا از موجب حفظ خاصیت دودکشی و رقیق شدن مناسب دود خروجی شود. اما در سرعت های بالاتر از ۳۰۰۰ فوت بر دقیقه به علت ارتعاش محدودیت خواهیم داشت.

محاسبه سرعت دود خروجی از دودکش باید در حالت کمترین نرخ جریان خروجی صورت بگیرد. سرعت کم در خروجی از دودکش موجب وقوع پدیده ای به نام Downwash یا پس زدگی در اثر باد در خروجی دودکش می شود. که موجب کاهش

ارتفاع مفید دودکش و پس زدن دود می شود.

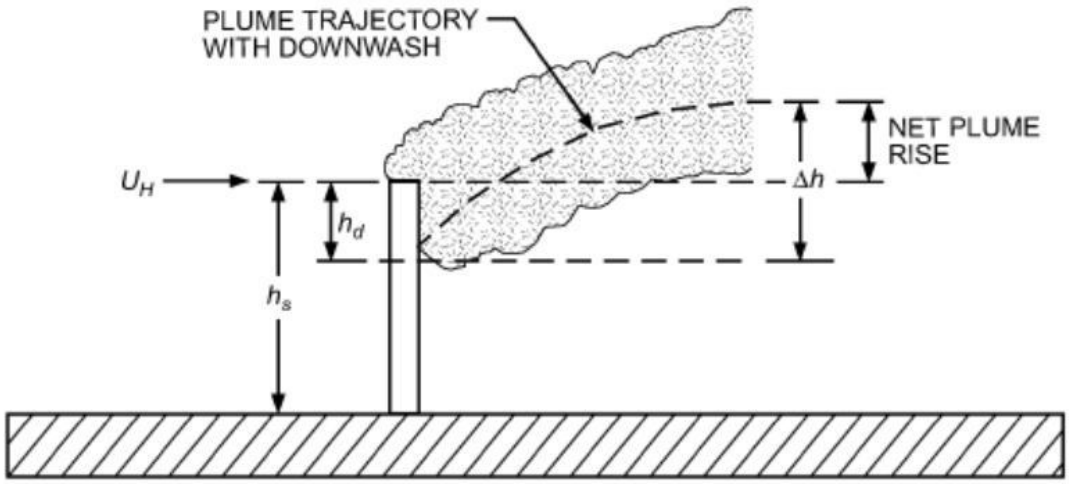


Fig. 3 Reduction of Effective Stack Height by Stack Wake Downwash

به طور کلی هر چه دودکش بلندتر باشد (ارتفاع از نقطه خروجی بیشتر باشد) سرعت خروجی کمتری نیاز است. پس زدن دود زمانی اتفاق می افتد که خروجی دودکش با سرعت کم به سمت ناحیه خلا (wake) ایجاد شده در اثر باد پشت دودکش کشیده می شود. سرعت خروجی از دودکش باید حداقل ۱٫۵ برابر سرعت باد در ارتفاع قرار گیری دودکش در منطقه باشد تا پدیده downwash اتفاق نیفتد.

نکاتی جهت جانمایی بهتر ورودی های هوا:

به جز زمانی که آنالیز پراکندگی انجام می شود دریچه های ورودی هوا نباید با دریچه های خروجی هوا تا حد امکان در یک راستا قرار بگیرند. این موضوع به خصوص برای دودکش های با سرعت خروجی کم و یا دودکش های پوشیده شده با کلاهک مهم تر است. دریچه های ورودی هوا نباید در نزدیکی محل های با ترافیک بالای وسایل نقلیه قرار گیرند. دانستن جهت باد غالب در منطقه کمک بسیاری به جانمایی محل ورودی های هوا می کند . هنگامی باد در جهت عمود بر دیواره ساختمان می وزد ، در حدود دوسوم بالایی ساختمان، جریان هوا به دو قسمت بالا و پایین تقسیم می شود. جریان به سمت پایین موجب بلند شدن گرد و خاک در اطراف ساختمان می شود. جهت بهره گیری از این خاصیت جریان بهتر است دودکش در بالاترین نقطه ساختمان و ورودی های هوا در یک سوم پایین ساختمان اما بالاتر از منطقه ای که تحت تاثیر این گرد و غبار می باشد قرار گیرد.

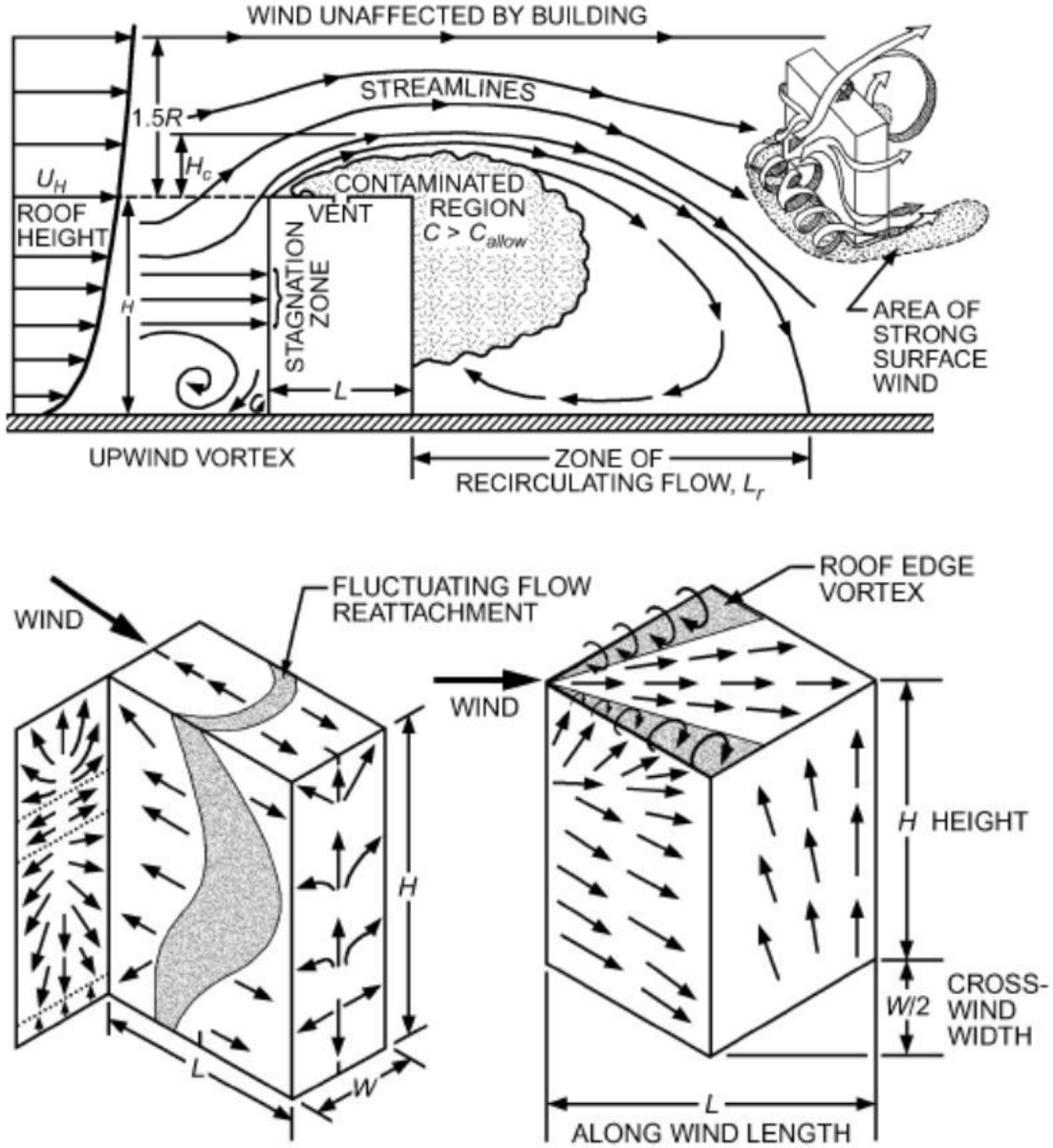


Fig. 5 Surface Flow Patterns and Building Dimensions

اما مسئله مهم دیگر توانایی تعیین نواحی چرخش باد روی بام و پشت ساختمان ناشی از Wake و به تبع آن تعیین حداقل ارتفاع دودکش برای آنکه در این نواحی قرار نگیرد می باشد. هنگامی که دودکش در این نواحی قرار میگیرد دود ها به سرعت

در این گردابه ها گرفتار شده و به سمت سطوح پایین تر ارسال می شوند.

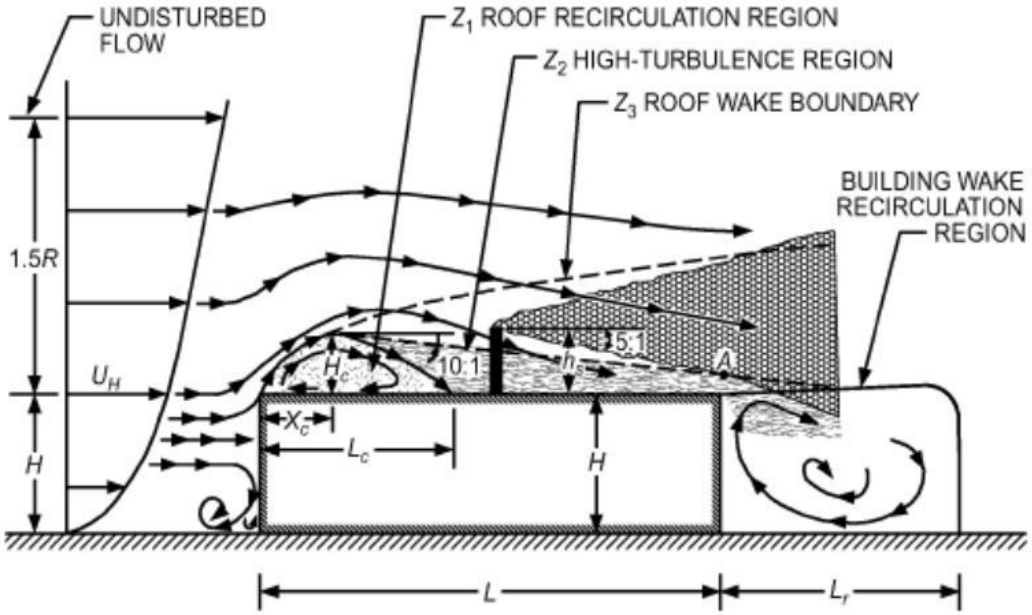


Fig. 6 Design Procedure for Required Stack Height to Avoid Contamination
(Wilson 1979)

ویلسون (۱۹۷۹) نشان داد که برای یک ساختمان با سطح بام مسطح، ارتفاع ناحیه گردش دوباره بالادست جریان در لبه ساختمان، Hc، واقع در مکان Xc و طول چرخش دوباره Lc متناسب است با ضریب مقیاس اندازه ساختمان R.

$$R = B_s^{0.67} B_L^{0.33}$$

که در آن اندازه ضلع کوچکتر مقابل جریان باد، و اندازه ضلع بزرگتر مقابل جریان باد می باشد

که در آن Bs اندازه ضلع کوچکتر مقابل جریان باد، و Bl اندازه ضلع بزرگتر مقابل جریان باد می باشد.

$$H_c = 0.22R$$

$$X_c = 0.5R$$

$$L_c = 0.9R \qquad L_r = R$$

در صورت وجود موانعی در بام برای هر کدام از این موانع تحلیل فوق باید صورت بگیرد. همانطور که در شکل بالا دیده می شود سه ناحیه مجزا وجود داردکه با Z۱، Z۲ و Z۳ نشان داده شده است. ناحیه اول Z۱ ناحیه چرخش جریان ناشی از برخورد باد با لیه ساختمان می باشد. ناحیه دوم Z۲ ناحیه جریان با توربولانس ویا آشفتگی زیاد است که در اثر ساختمان در نزدیکی بام ایجاد شده است. و ناحیه سوم Z۳ نیز مرز ناحیه Wake ایجاد شده در اثر وجود ساختمان است. بالاتر از این ناحیه جریان باد دوباره به حالت عادی خود باز می گردد. توربولانس زیاد در زیر مرز ناحیه ۲ باعث برگشت دادن جریان های خروجی اگزاست ها، ونت ها و دودکش ها به سمت سطح بام که محل قرار گیری ورودی های هوا می باشد می شود. تعیین این نواحی نیازمند محاسبات پیچیده ای می باشد. ولی به صورت تجربی نتیجه گرفته شده است که با رسم خطی با شیب ۱:۱۰ از بالاترین نقطه ناحیه چرخش می توان مرز ناحیه با توربولانس بالا رو تعیین کرد. معمولا برای تحلیل دود خروجی از دودکش در معرض باد، از پروفیل گوسی زنگوله ای شکل استفاده می شود. با رسم خطی با شیب ۱:۵ از نقطه خروجی دود از دودکش به سمت بالا و پایین می توان این پروفیل را رسم کرد. نکته مهم این است که این دو خط (پروفیل دود و مرز ناحیه چرخش دوباره) نباید با هم تقاطع داشته باشند تا از ورود دود به این ناحیه خودداری شود. به عنوان مثال در شکل زیر ارتفاع دودکش برای جلوگیری از پخش مجدد دود در سطح بام نا مناسب می باشد و در نقطه A با هم تقاطع دارند. که در صورتی که در ضلع پشت ساختمان (ناحیه Lr) پنجره و یا ورودی هوا قرار داشته باشد دودبه دلیل وجود جریان چرخشی در این ناحیه به داخل ساختمان راه پیدا می کند

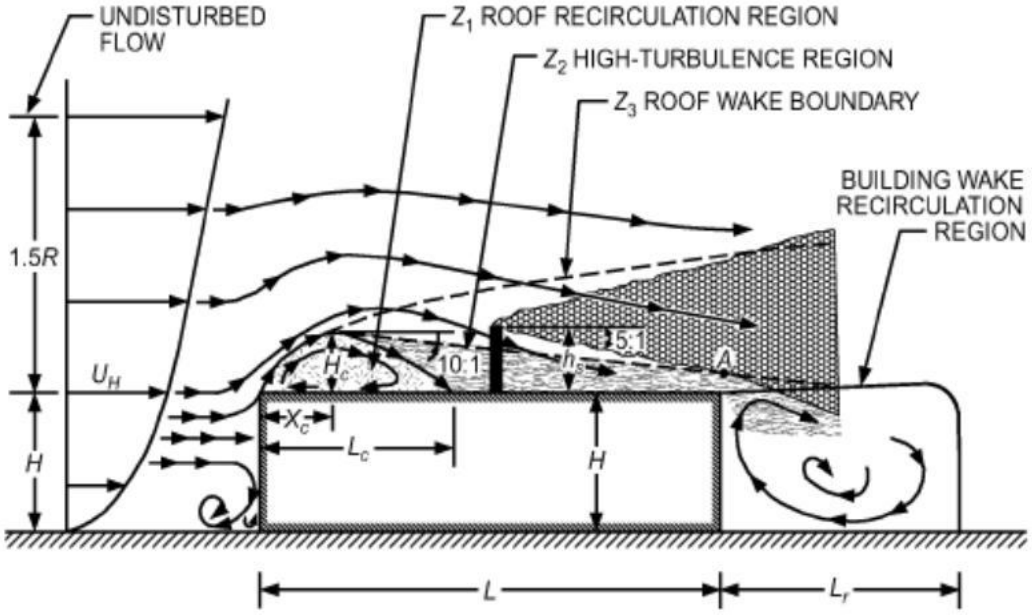


Fig. 6 Design Procedure for Required Stack Height to Avoid Contamination
(Wilson 1979)

پس تا اینجا مشخص شد قرار دادن دودکش در بام نیز ممکن است مشکلاتی برای ورودی ها و نیز ساکنان طبقات بالا به وجود آورد. به خصوص اگر در ضلع پایین دست جریان باد در ساختمان پنجره وجود داشته باشه . ناحیه ای که با طول Lr

مشخص شده است . بنابراین برای تعیین ارتفاع مناسب دودکش برای اطمینان از عدم ورود دود به داخل ساختمان باید به شکل زیر عمل کرد:

قدم اول: محاسبه ارتفاع و محدوده چرخش نواحی ۱، ۲. در صورت وجود ورودی هوا در ضلع پشت ساختمان تعیین طول Lr.

قدم دوم: برای دودکش با کلاهک جلوگیری از ورود آب باران که جلوی حرکت طبیعی دود خروجی به سمت بالا را میگیرد، خطی با شیب ۱:۵ از خروجی دود رسم می کنیم این خط نباید هیچ کدام از نواحی فوق الذکر را قطع کند.

در صورت عدم استفاده از کلاهک ارتفاع دودکش تا ۶ برابر قطر دودکش از مقدار به دست آمده فوق می تواند کمتر شود. برای محاسبه این ارتفاع در این بخش با در نظر گرفتن ممنتوم جت خروجی محاسباتی ارائه شده که به دوستان پیشنهاد می کنم حتما نگاهی به این معادلات بکنن و اگه سوالی بود من در حد توانم در خدمت خواهم بود.

فرض کنید موتورخانه ساختمانی در زیر زمین و با فاصله از ساختمان اصلی واقع شده است و امکان بردن دودکش به روی بام ساختمان به دلیل حرکت افقی بیش از حد دودکش و سرد شدن و از بین رفتن خاصیت دودکشی وجود نداشته باشد! در این حالت تکلیف چیست آیا میتوان دودکش را در محوطه رها کرد؟ و این قضیه مشکلی برای ساکنین ساختمان های اطراف پیش نخواهد آورد؟

در این حالت برای بررسی این موضوع که آیا این امکان وجود دارد یا خیر مبحث دیگری در این فصل مطرح می شود تحت عنوان میزان محاسبه میزان غلظت آلاینده ها از خروجی دودکش تا نزدیک ترین ورودی ساختمان.

دودخروجی از دودکش پس وارد شدن به اتمسفر با هوا مخلوط شده و غلظت آلاینده های آن کاهش می یابد. این کاهش غلظت با افزایش قاصله و تماس با حجم بیشتر هوا بیشتر کاهش می یابد.

دود خروجی از ساختمان مخلوطی از هوای ساختمان و آلاینده ها با میزان غلظت Ce (نسبت جرم آلاینده به حجم هوا) در هوای اطراف پراکنده می کند. مخلوط خروجی با هوای اتمسفر ترکیب شده و غلظت آلودگی C را تشکیل می دهد. اگر میزان غلظت آلاینده ها، C، از میزان مجاز غلظت در ورودی های هوا بیشتر باشد ممکن است هوای ورودی کیفیت لازم را نداشته باشد. میزان رقیق شدن آلاینده ها بین خروجی دود و ورودی هوا با ضریب D به شکل زیر تعریف می شود:

$$D = C_e / C$$

where

C_e = contaminant mass concentration in exhaust, lb/ft^3
C = contaminant mass concentration at receptor, lb/ft^3

TASISAT SAFTWARE

اگر در رابطه فوق به جای مقدار C مقدار غلظت مجاز در ورودی ساختمان جایگزین شود، میزان مجاز D در ورودی های هوا

$$D_{req} = C_e / C_{allow}$$

تعیین می گردد.

به طور کلی میزان رقیق شدن آلاینده ها، D، تحت تاثیر سه پدیده قرار دارد:

۱. باد ابرهای آلودگی را به سمت پایین دست جریان منتقل می کند.
۲. اغتشاش باد ابر دود را به سمت جانبی و عمودی پراکنده می کند.این پراکندگی با افزایش فاصله افزایش می یابد.
۳. دود بر اساس خاصیت بوآنسی و مومنتوم عمودی اولیه در خروجی از دودکش تمایل دارد به سمت بالا حرکت کند.

و با ضرب کردن این عدد در میزان مجاز آلاینده های CO، CO۲، NOX در ورودی ساختمان حداکثر میزان مجاز آلاینده ها در خروجی از دودکش را بدست آورد.

حال اگر رفرنسی موجود باشد که میزان این آلاینده های را در خروجی از دودکش برای بویلر های مختلف تعیین کرده باشد یا به عبارت بهتر بویلر ها قبل از ورود به بازار تحت تست قرار گرفته باشند و میزان خروجی آلاینده ها در آنها مشخص باشد می توان با مقایسه این اعداد با اعداد بدست آمده از روش فوق تصمیم گرفت که آیا قرار گرفتن دودکش در محوطه برای ساکنین مشکل زاست یا نه. یا عبارت بهتر با وجود دودکش در محوطه همتراز با پنجره های ساختمان و ورودی های دیگر هوا کیفیت هوای ورودی به ساختمان میزان مجاز است یا خیر.

روش فوق اساس تحلیل صورت گرفته برای یکی از پروژه های ما است. که کارفرما اوکی گرفته ولی هنوز نتونستیم برا اجرا از ناظر گاز تایید بگیریم. قضیه در نظام مهندسی تهران هم مطرح شده ولی مهندسان شمن عدم انکار روش تحلیل خیلی با احتیاط راجع بهش نظر میدن.

پروژه به این صورت که دو بلوک مسکونی به فاصلا ۳۰ متر از یکدیگر قرار دارن موتورخانه این دو بلوک در یک فضای مشترک بین دو ساختمان همتراز با زیرزمین سوم اجراشده و روی موتورخانه در همکف بین دو ساختمان فضای سبز قرار دارد دودکش ها با ارتفاع ۶ متری در فضای سبز در فاصله ۱۵ متری از هر کدام از این دو ساختمان قرار گرفته اند و میزان رقیق شدن دود خروجی از این دودکش ها در نزدیک ترین ورودی هوا حساب شده اند.

اگه بخواهیم دودکش ها رو از داخل ساختمان به بام منتقل کنیم این عمل باید از طریق تونل های تاسیساتی ارتباطی بین موتورخانه و ساختمان صورت بگیره در این صورت دودکش باید چیزی در حدود ۲۵ متر افقی حرکت کنه.

نکات :

ارتفاع دودکش ۶متر از کف تمام شده می باشد

رقیق سازی به طور طبیعی بعد از خروج دود از دودکش تا محل ورودی هوا صورت میگیره

TASISAT SAFTWARE

TASISAT SAFTWARE