



دورة التحكم في الدخان وتصميم هندسة الحريق: ضغط السلالم وشفط الدخان والنمذجة الحاسوبية



دورة التحكم في الدخان وتصميم هندسة الحريق: ضغط السلاسل وشفط الدخان والنمذجة الحاسوبية

مقدمة:

دورة التحكم في الدخان وتصميم هندسة الحريق، بما فيها ضغط السلاسل وشفط الدخان والنمذجة الحاسوبية CFD، تمتد 10 أيام وتُخاطب مهندسي الحريق ومصممي التكييف والتهوية ومهندسي التشغيل والاختبار ومراجعي المخططات، وتنتهي بأساس تصميم التحكم في الدخان وتقرير هندسة الحريق لمبنى حالة. فكثير من المشاريع تتسلم مراوح ضغط سلاسل لا تحافظ على فرق الضغط، ومعدلات شفط للردقات مقدرة بقواعد تقريبية، ودراسات محاكاة لا يستطيع أحد التحقق منها، فتتعرثر الموافقات. ويعمل المشاركون أصلاً في حساب أنظمة التهوية أو مراجعة استراتيجيات الحريق، ويتعلمون عبر بناء النماذج على أوراق الحساب ومخرجات المحاكاة. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة في التحكم في الدخان.

أهداف الدورة:

- تحديد أهداف التحكم في الدخان ومعايير القابلية للبقاء وتقسيم مناطق الدخان في الأبراج والمراكز التجارية والردقات والمواقف والأنفاق انطلاقاً من استراتيجية الحريق
- حساب تدفق هواء ضغط السلاسل وآبار المصاعد من مساحات التسرب وفروق الضغط وقوة فتح الأبواب وسرعة الهواء عبر الباب المفتوح
- تحديد معدلات شفط الدخان في الردقات والمراكز التجارية من معدل انطلاق الحرارة لحريق التصميم ونوع العمود الدخاني وارتفاع طبقة الدخان وحدود هواء التعويض
- إعداد نماذج FDS وحسابات الإخلاء لمقارنة الوقت المتاح للهروب الآمن بالوقت المطلوب له ضمن التصميم المبني على الأداء
- توصيف مراوح الدخان والمخمدات وتسلسل أنماط التشغيل وأدوات تحكم رجال الإطفاء بالتنسيق مع التخصصات الأخرى في المبنى
- تخطيط اختبارات القبول والاختبارات الدورية لأنظمة التحكم في الدخان وفق إجراءات NFPA 92 ومؤشرات الجاهزية

الفئة المستهدفة:

- فرق هندسة الحريق المسؤولة عن استراتيجيات الحريق والحلول المبنية على الأداء في مشاريع المباني
- فرق تصميم التكييف والتهوية والأعمال الكهروميكانيكية المسؤولة عن حساب أنظمة الضغط والشفط وهواء التعويض
- استشاريو الحماية من الحريق الذين يعدون حسابات التحكم في الدخان وتقارير التصميم لغرض الاعتماد
- فرق التشغيل والاختبار المسؤولة عن فحص أنظمة الضغط والشفط قبل التسليم
- فرق مراجعة المخططات والاعتماد الفني التي تدقق مقدمات التحكم في الدخان ودراسات المحاكاة
- فرق هندسة المرافق المسؤولة عن إبقاء أنظمة التحكم في الدخان جاهزة في الأبراج والمراكز التجارية العاملة

محاور الدورة:

اليوم 1: فيزياء حركة الدخان وأهداف التحكم وسياق المبنى

- الطفو وتأثير المدخنة وتأثير الرياح على حركة الدخان
- معايير القابلية للبقاء للرؤية والحرارة والغازات السامة
- احتواء الدخان مقابل إدارة الدخان كهدفين للتصميم
- خصائص أنواع المباني من أبراج ومراكز تجارية ومواقف
- مراجعة تقرير استراتيجية الحريق وخط الأساس لتقسيم مناطق الدخان

اليوم 2: NFPA 92 و NFPA 101 وسيناريوهات حريق التصميم

- نطاق NFPA 92 معيار أنظمة التحكم في الدخان ومناهج التصميم ومتطلبات التوثيق
- أحكام الإخلاء في NFPA 101 كود سلامة الأرواح وفصل الخيار المبني على الأداء
- منظومة معايير ISO/TC 21/SC 11 للتحكم في الدخان والحرارة
- اختيار حريق التصميم باستخدام منحنيات نمو معدل انطلاق الحرارة
- منحنيات الحريق الثابتة ومنحنيات t-squared مع أثر سيطرة الرشاشات

اليوم 3: تصميم ضغط السلاسل وأبار المصاعد

- معايير فرق الضغط عبر أبواب السلاسل والردهات الفاصلة
- حساب قوة فتح الباب مع حمل جهاز الإغلاق وحمل الضغط
- طريقة سرعة الهواء عبر الباب المفتوح في السلاسل المضغوطة
- تقدير مساحات التسرب في الجدران والأبواب والآبار
- ترتيبات ضغط آبار المصاعد وطوابق اللجوء

اليوم 4: حساب شفت الدخان في الردهات والمراكز التجارية

- معادلات تدفق الكتلة للعمود المتمائل محوريا وعمود الشرفة وعمود النافذة
- حساب ارتفاع سطح طبقة الدخان وزمن امتلاء الحيز
- معدل الشفت الحجمي وفحص اختراق الطبقة عند كل فتحة سحب
- حدود سرعة هواء التعويض وتخطيط مواقع فتحات الإدخال
- خزانات الدخان في المراكز التجارية وحواجز التوجيه واختيار الستائر

اليوم 5: دراسة حالة موجهة لتصميم الدخان في برج وردة ومركز تجاري

- حساب ضغط السلاسل في برج الحالة على ورقة جداول إلكترونية
- مصنف حساب العمود الدخاني ومعدل الشفت في ردة الحالة
- تخطيط خزان الدخان وهواء التعويض في المركز التجاري الحالة
- فحص حساسية تأثير المدخنة على ضغوط برج الحالة
- مراجعة حزمة حسابات الأسبوع الأول ومناقشتها مع الأقران

اليوم 6: تهوية المواقف والأنفاق مع نمذجة الدخان بالمحاكاة الحاسوبية CFD

- تخطيط مراوح الدفع النفث في المواقف وحساب قوة الدفع
- التهوية الطولية للأنفاق والسرعة الحرجة لمنع الارتداد العكسي للدخان
- دقة الشبكة في FDS والشروط الحدية وإعداد مصدر الحريق
- عرض شرائح الرؤية والحرارة في Smokeview
- دراسة حساسية الشبكة في CFD وفحوص معقولة النتائج

اليوم 7: التصميم المبني على الأداء ونمذجة الإخلاء وضمان التصميم

- موجز التصميم المبني على الأداء والاتفاق على معايير القبول
- مقارنة ASET و RSET على تسلسل الأوقات مع هامش الأمان
- نمذجة الإخلاء للأوقات ما قبل الحركة وأوقات الانتقال
- معالجة عدم اليقين وسيناريوهات الحساسية في هندسة الحريق
- قائمة تحقق المراجعة المستقلة لتقارير هندسة الحريق

اليوم 8: المراوح والمخمدات وأنماط التشغيل والتنسيق بين التخصصات

- تصنيف حرارة مروحة شفت الدخان واختيار نقطة التشغيل
- توصيف مخمدات الدخان والمخمدات المركبة وتحديد مواقعها
- مصفوفة تسلسل أنماط الدخان لكل منطقة حريق
- لوحة تحكم رجال الإطفاء في الدخان وأوامر التجاوز وعرض الحالة
- سجل تنسيق التصميم مع فرق العمارة والتكييف والكهرباء

اليوم 9: التشغيل التجريبي واختبارات القبول والتحقق من الأداء

- إجراءات اختبار القبول وفق NFPA 92 وسجلات الشهود
- طرق القياس الميداني لفرق الضغط وقوة فتح الأبواب
- تخطيط اختبار الدخان الساخن والملاحظة البصرية لحركة الدخان
- تكرار الاختبارات الدورية وسجلات صيانة أنظمة الدخان
- مؤشرات الجاهزية لعيوب أنظمة الدخان وحالات تعطلها

اليوم 10: بناء نموذج أساس تصميم التحكم في الدخان والتقارير

- استراتيجية الحريق لمبنى المنظمة الحالة واختيار السيناريوهات
- تجميع حسابات الضغط والشفط للمبنى الحالة
- نتائج CFD والإخلاء للمبنى الحالة مقابل معايير القابلية للبقاء
- خطة اختبار التشغيل وجدول معايير القبول للمبنى الحالة
- استكمال أساس تصميم التحكم في الدخان وتقرير هندسة الحريق

المهارات التي ستكتسبها:

- تحليل حركة الدخان
- توصيف حريق التصميم
- حساب تدفق هواء الضغط
- حساب العمود الدخاني ومعدل الشفط
- تصميم تهوية المواقف والأنفاق
- نمذجة الدخان باستخدام FDS
- تحليل أوقات الإخلاء
- اختبار قبول أنظمة الدخان

لماذا تحضر هذه الدورة:

- تسليم أساس تصميم التحكم في الدخان وتقرير هندسة الحريق لمبنى حالة إلى مهندس الحريق الرئيسي ومدير التصميم الكهروميكانيكي والمراجع المعتمد
- الحكم على قدرة مروحة السلم أو معدل الشفط أو تخطيط مراوح الدفع أو نتيجة المحاكاة على إبقاء مسارات الهروب صالحة قبل إصدار المخططات
- تفادي إخفاق اختبارات الضغط وتضخم المراوح أو قصورها ورفض دراسات المحاكاة وإعادة تصميم أبار الدخان أثناء التنفيذ
- نقل معادلات العمود الدخاني وحسابات التسرب وملفات إدخال FDS وسجلات الاختبار الميداني إلى المصممين والفنيين الأحدث خبرة

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يسلم المشاركون أساس تصميم التحكم في الدخان وتقرير هندسة الحريق إلى مهندس الحريق الرئيسي ومدير التصميم الكهروميكانيكي والمراجع المعتمد، فيستندون إليه في تثبيت قدرات المراوح وأبعاد الآبار ومواقع المخمدات ومعايير القبول المبنية على الأداء في المشروع. ويستعمل فريق التشغيل خطة الاختبار فيه لمعاينة فحوص الضغط وقوة الأبواب والشفط. وبعد أول اختبار قبول، يقارن الفريق الضغوط والتدفقات المقيسة بحسابات التصميم، ويسجل الفروق، ثم يحدث افتراضات التسرب ومدخلات النمذجة.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشاركون قبل دورة التحكم في الدخان وتصميم هندسة الحريق؟

يحتاج المشاركون إلى فهم أساسيات تدفق الهواء والضغط، وقراءة المخططات المعمارية، وخبرة في حساب التهوية أو مراجعة استراتيجيات الحريق، ويفيد إحضار حاسوب محمول عليه برنامج جداول إلكترونية لحسابات الضغط والعمود الدخاني والشفط، أما الخبرة السابقة في برامج المحاكاة فمفيدة وليست شرطاً.

بم تختلف دورة التحكم في الدخان وتصميم هندسة الحريق عن دورات تصميم إنذار الحريق أو الرشاشات؟

تصمم هذه الدورة الأنظمة التي تبقى الدخان خارج مسارات الهروب: ضغط السلالم وشفط الدخان ومراوح الدفع وتهوية الأنفاق، مدعومة بالمحاكاة الحاسوبية ونمذجة الإخلاء. أما دورات إنذار الحريق فتتناول الكشف والتنبيه، ودورات الرشاشات تتناول الإطفاء المائي وحساباته الهيدروليكية.

لماذا يعتمد التحكم في الدخان وتصميم هندسة الحريق على المحاكاة الحاسوبية CFD وليس على الحسابات اليدوية وحدها؟

تناسب الحسابات اليدوية الحيزات البسيطة، لكن الردهات والمراكز التجارية والمواقف غير المنتظمة تولد تدفقات دخان لا تتنبأ بها معادلات العمود بدقة. وتعرض أدوات مثل FDS الرؤية والحرارة مع مرور الوقت، فتدعم الحل المبني على الأداء عند ربطها بأوقات الإخلاء.

ماذا يعود به المشارك من دورة التحكم في الدخان وتصميم هندسة الحريق؟

يعود المشارك بأساس تصميم التحكم في الدخان وتقرير هندسة الحريق لمبنى حالة، ومعه أوراق حساب الضغط والشفط، ونموذج ملف إدخال FDS، وتسلسل أوقات ASET و RSET، ومصفوفة تسلسل أنماط الدخان، وخطة اختبار التشغيل.