

**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

ЛУЩ В.І., ЛАЗАРЕНКО О.В.

ДИМОВИДАЛЕННЯ НА ПОЖЕЖІ

Навчальний посібник

ЛЬВІВ 2017

УДК 614.841
ББК 38.96
Л 82

*Рекомендовано до друку рішенням вченої ради
Львівського державного університету безпеки життєдіяльності
(протокол №5 від 27 грудня 2017 року)*

Рецензенти:

Ковалишин Василь Васильович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

Дмитровський Сергій Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, начальник Головного управління ДСНС України у Львівській області, генерал-майор служби цивільного захисту

Гаврилко Олександр Андрійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри „Будівельні конструкції та мости” Національного університету „Львівська політехніка”

Луц, Василь Іванович.

Димовидалення на пожежі: навчальний посібник / В. І. Луц, О. В. Лазаренко. – Львів : ЛДУ БЖД, 2017. – 100 с.

Навчальний посібник для курсантів і слухачів навчальних закладів пожежно-технічного спрямування. Може бути корисним для практичних працівників підрозділів ДСНС України.

© Луц В.І., 2017
© Лазаренко О.В., 2017
© ЛДУБЖД, 2017

ЗМІСТ

Умовні скорочення.....	5
Вступ.....	6
Розділ 1. Пожежа в огороженні та сценарії її розвитку.....	7
1.1. Загальний процес розвитку пожежі в огороженні	7
1.2. Сценарії розвитку пожежі	10
1.2.1. Етап первинного розвитку пожежі.....	10
1.2.2. Займання твердого матеріалу.....	11
1.2.3. Поширення полум'я	13
1.2.4. Етап динамічного розвитку пожежі	15
1.2.5. Продукти згорання і їх небезпека.....	16
1.3. Явище на пожежі «Флешовер» (англ. «Flashover »).....	17
1.3.1 Умови, що призводять до «Флешовер»	20
1.3.2 Процеси, що відбуваються з продуктами згорання.....	21
1.3.3 Ознаки, що вказують на неминуче настання «Флешовер»	22
1.4. Розвиток пожежі в приміщенні з обмеженою вентиляцією	23
1.4.1. Мимовільне загасання вогню.....	23
1.4.2. Відновлення подальшого розвитку пожежі	24
1.4.3. Самозаймання продуктів згорання.....	24
1.4.4. Явище «Бекдрафт» (англ. «Backdraught»)	25
Розділ 2. Умови тиску в приміщенні під час пожежі.....	28
2.1. Утворення продуктів згорання	28
2.2. Розповсюдження продуктів згорання	31
2.2.1. Перепади тиску за рахунок різниці температури (всередині приміщення та зовні)	33
2.2.2. Перепади тиску завдяки потокам природного повітря та вентиляції	34
2.3. Умови різниці тисків в приміщенні під час пожежі.....	37
2.3.1. Теплове розширення продуктів згорання.....	38
2.3.2. Нейтральна зона в палаючому приміщенні.....	39
2.3.3. Вплив повітряних мас на газові потоки.....	41
Розділ 3. Загальні поняття вентиляції на пожежі	44
3.1. Призначення димовидалення на пожежі	44
3.2. Реалізація пожежної вентиляції.....	45
3.3. Основні принципи димовидалення	46
3.4. Вентиляція будівель та споруд	47
3.5. Умови зміни тиску в будівлі через розвиток пожежі та завдяки вентиляції	50
Розділ 4. Проведення робіт з димовидалення на пожежі.....	52
4.1. Співвідношення між розмірами вхідного та вихідного отворів під час вентиляції на пожежі.....	52
4.2. Вентиляція задимлених приміщень, охоплених пожежею.....	52

4.2.1. Застосування механічних димовсмоктувачів на відсмоктування продуктів згорання.....	53
4.2.2. Вентиляція з нагнітанням свіжого повітря.....	55
4.3. Співвідношення між розміром впускних і випускних отворів під час вентиляції з нагнітання свіжого повітря	58
4.4. Додаткові функції пожежного димовсмоктувача.....	61
4.5. Вентиляція суміжних приміщень під час пожежі.....	63
4.6. Вентиляція висотних будівель.....	64
4.7. Створення отворів для проведення димовидалення.....	69
4.7.1. Основні інструменти для виконання отворів.....	70
4.7.2. Безпека праці при роботі на висотах.....	74
Розділ 5. Групові засоби захисту особового складу ГДЗС	76
5.1. Призначення, класифікація і технічна характеристика пожежних димовсмоктувачів.....	76
5.2. Осьові пожежні димовсмоктувачі	79
5.3. Правила безпеки праці під час роботи з димовсмоктувачами	86
5.4. Сучасні осьові пожежні димовсмоктувачі	87
5.5. Струменеві димовсмоктувачі.....	88
5.6. Технічне обслуговування при експлуатації і зберіганні димовсмоктувачів.....	90
5.7. Автомобілі димовилучення.....	91
Додаток 1	93
Додаток 2.....	94
Література	99

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

ДСНС – Державна служба з надзвичайних ситуацій;
ГДЗС – газодимозахисна служба;
ГДЗС ЦТ – ГДЗС централізованого типу;
ЗДА – захисний дихальний апарат;
ЗІЗОД – засоби індивідуального захисту органів дихання;
ЄС – Європейський союз;
КИП – киснево-ізолювальний протигаз;
ПБ – пост безпеки ГДЗС;
КП ГДЗС – контрольний пост ГДЗС;
КГП – керівник гасіння пожежі;
НС – надзвичайна ситуація;
ОРС ЦЗ – оперативно-рятувальна служба цивільного захисту.

ВСТУП

Згідно з картками обліку пожеж, щороку в Україні виникає в середньому 50 тис. пожеж. Статистичні дані щодо пожеж збирають, обробляють і узагальнюють в Українському науково-дослідному інституті цивільного захисту. За останні роки в нашій державі майже 80 % усіх пожеж виникали у спорудах житлового сектору. У наслідок пожеж гине 3– 4 тис. осіб на рік, з яких 90 % – у житловому секторі. Причому безпосередньо у житлових будинках гине від 80 % до 82,4 % від загальної кількості загиблих людей на пожежах в Україні, близько 85 % від загальної кількості загиблих у спорудах житлового сектору. Найбільший відсоток загибелі людей на пожежах складає саме отруєння продуктами горіння (дим) понад 65 %.

Для забезпечення роботи підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України в непридатному для дихання середовищі призначена газодимозахисна служб. Відповідно для ефективного гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій з проведенням аварійно-рятувальних робіт у загазованих і задимлених середовищах формуються ланки газодимозахисної служби, повинні мати необхідне оснащення та технічні засоби для видалення диму та зниження температури, що дозволяє безпечно та ефективно проводити розвідку, рятувати людей, гасити пожежі та проводити аварійно-рятувальні роботи в загазованих і задимлених середовищах.

Аналіз роботи оперативно-рятувальної служби на пожежах та під час ліквідації надзвичайних ситуацій показує, що своєчасне і правильне застосування ГДЗС дає змогу швидко надати необхідну допомогу людям, значно скоротити час гасіння і зменшити збитки від пожежі. Це досягається правильним вилученням (мається на увазі у потрібному напрямку) продуктів горіння (диму) від шляхів евакуації людей під час пожежі та на місцях роботи ланок ГДЗС з метою зниження температури та збільшення видимості.

У цьому підручнику, відповідно до навчальної та робочої програм з дисципліни «Підготовка газодимозахисника» та згідно з вимогами «Настанови з газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України» та інших керівних документів і наукової літератури, висвітлено такі питання:

- загального процесу розвитку пожежі в огорожені та сценарії її розвитку;
- утворення продуктів згорання та умови тиску в приміщеннях під час пожежі ;
- загального поняття та реалізація пожежної вентиляції;
- проведення робіт з димовидалення на пожежі;
- групових засобів захисту особового складу ГДЗС.

РОЗДІЛ 1

ПОЖЕЖА В ОГОРОДЖЕННІ ТА СЦЕНАРІЇ ЇЇ РОЗВИТКУ

1.1. Загальний процес розвитку пожежі в огороженні

Загальний процес розвитку пожежі в огороженні є досить дослідженим явищем, але все одно неможливо передбачити на сто відсотків всі можливі сценарії її розвитку, а тим більше наслідки. Однак ми можемо максимально наближено дати загальне уявлення про те, як буде розвиватися класична пожежа (згідно з дослідженнями провідних іноземних організацій) в огороженні й дати основні етапи її розвитку, які в подальшому повинні брати до уваги керівник гасіння пожежі (далі КГП) під час проведення розвідки на пожежі або використанні додаткових технічних засобів.

Розвиток пожежі в основному залежить від кількості горючого навантаження та його розташування в приміщенні. Наявність окисника (повітря) є одним із ключових факторів виникнення і подальшого горіння. Якщо приміщення, де починається пожежа, має відносно малу кількість окисника (через те що зачинені двері та вікна), інтенсивність горіння буде поступово зменшуватися, що буде означати зменшення температури димових газів. У деяких випадках шибка вікна може тріснути, і тоді подача окисника в результаті дасть вогню новий імпульс. Такі поняття, як швидкість втрати маси горючого навантаження і швидкість вивільнення тепла є важливими.

Загальний розвиток пожежі в огороженні можна описати кривою, яка показана на рис.1. Розвиток цієї кривої має важливе значення і буде описаний згодом. Горизонтальна вісь показує час, протягом якого розвивається пожежа, а по вертикальній осі ми маємо загальну кількість енергії (теплоти), що виділяється під час пожежі, можна також її пов'язати з температурою димових газів, що накопичилися під стелею – це може вважатися середньою температурою. На рис.1.1 показані всі можливі шляхи (етапи) розвитку пожежі в огороженні.

На стадії раннього розвитку пожежі температура буде поступово збільшуватися, за умови наявності достатньої кількості свіжого повітря (кисню) завдяки відчиненим дверям, вікнам тощо.

Розглядаючи пожежі в огороженні, найімовірнішим місцем виникнення такої пожежі буде житловий сектор, таким чином кількість горючого навантаження буде значна (меблі, предмети інтер'єру, тощо). У процесі розвитку пожежі температура в приміщенні досягає критичної позначки (межа виникнення наступної стадії пожежі – «Флешовер» англ. – «Flashover»), яка характеризується значним виділенням продуктів піролізу зі всіх наявних горючих поверхонь і матеріалів, що в результаті сприяє швидкому розповсюдженню відкритого полум'я по всій площі кімнати. Як наслідок, імовірність вижити людині за таких умов без захисного одягу і спеціальних засобів індивідуального захисту органів дихання та зору (далі ЗІЗОД) практично відсутня. Це означає, що з погляду проведення робіт з порятунку

людей на пожежі всі сили і засоби повинні бути задіяні і скеровані на попередження або унеможливлення досягнення стадії «Флешовер».

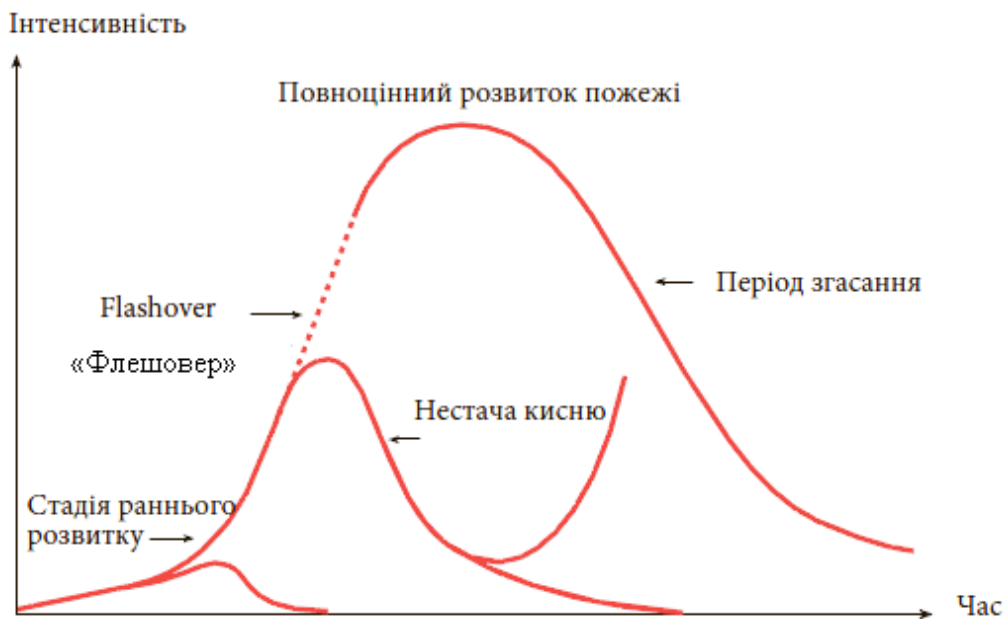


Рис. 1.1. Крива розвитку пожежі в огороженні

У разі настання «Флешовер» наступною стадією розвитку пожежі є «Повноцінний розвиток пожежі», який буде характеризуватися значним задимленням суміжних приміщень, високою температурою, загрозою розповсюдження пожежі на суміжні приміщення і, як наслідок, можливістю обвалу перекриття та несучих конструкцій будівлі. Тому надзвичайно важливо з погляду тактики вміння розпізнавати ознаки настання стадії «Флешовер» і умови, що їй передують.

Однак, як зазначалося раніше, основною передумовою динамічного розвитку пожежі є наявність значної кількості повітря в зоні горіння, але досить часто пожежі в огороженні розвиваються за умови незначної наявності окисника (повітря), який подається в зону горіння лише завдяки місцевій припливній вентиляції або нещільному приляганню вікон та дверей. У такому випадку пожежа може розвиватися за іншими сценаріями розвитку (рис.1.2), але не менш небезпечними, ніж попередній.

Управління вентиляцією означає, що ступінь розвитку пожежі визначається шляхом обмеження кількості кисню. У багатьох випадках динаміка розвитку пожежі буде під контролем, за умови належних дій підрозділів оперативно-рятувальної служби, що прибули на місце події.

Візьмемо для прикладу загоряння телевізора в житловому приміщенні. Згідно з дослідженнями палаючий телевізор може генерувати приблизно 200–500кВт. Відповідно дослідження свідчать, що кисень, необхідний для підтримання горіння, у кімнаті середнього розміру, закінчиться вже після 3–6 хвилин інтенсивного горіння. Після цього інтенсивність горіння буде зменшуватися, і тоді, як правило, буде відбуватися тління або затухання.

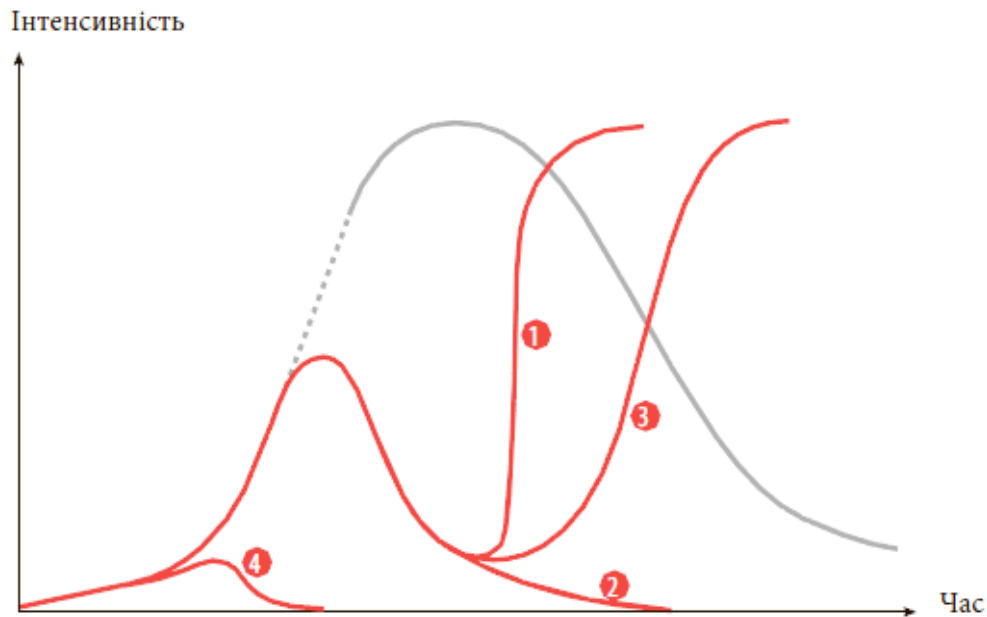


Рис 1.2. Криві розвитку пожежі за умови управління повітряними потоками недостатньої кількості повітря (окисника) на пожежі:

1– виникнення явища «Бекдрафт»; 2– локалізація та ліквідація пожежі силами оперативно-рятувальних підрозділів; 3– самозаймання продуктів згорання; 4– поступове згасання пожежі через нестачу кисню та продуктів горіння.

По прибуттю пожежно-рятувальних підрозділів можуть виникнути проблеми після того як ланка газодимозахисної служби (далі ГДЗС) відкриє двері в приміщення. Свіже повітря, що потрапить в приміщення, де відбувається пожежа, може призвести до повторного загорання димових газів, продуктів піролізу (цей сценарій показано кривою №3 на рис. 1.2). Таке явище є досить рідким, але тим не менш можливим, якщо ланка ГДЗС не попередне охолодження продуктів згорання перед входом в приміщення шляхом подачі водяними пожежними стволами імпульсних тонко розпилених струменів води.

Трапляються випадки, коли продукти згорання спалахують дуже швидко, і відбувається «викид» продуктів згорання з кімнати зі швидкістю 1 – 3 м/с. Це явище відоме як – «Бекдрафт» або англ. – «Backdraught» (докладніше в 1.4.4). Явище «Бекдрафт» «Зворотна тяга» може спричинити серйозні ризики, які можуть навіть призвести до травмування, в деяких випадках, до загибелі пожежників або руйнування конструкцій будівлі. Ось чому дуже важливо, навчитися розпізнавати попереджувальні сигнали про неминуче настання «Бекдрафту» (крива №1 на рис. 1.2).

У більшості випадків пожежа в житловому приміщенні локалізується силами пожежно-рятувальних підрозділів до її розповсюдження в інші приміщення, таким чином в переважній більшості є два основних сценарії розвитку пожежі.

У першому випадку відбувається незначний розвиток пожежі яка локалізується і ліквідується силами оперативно-рятувальної служби (крива №2 на рис.1.2). Температура в цьому випадку є досить низькою, але існує сильне задимлення що потребує залучення ланок ГДЗС.

В іншому випадку загальне пожежне навантаження перешкоджає подальшому поширенню горіння і горіння відбувається лише завдяки першочерговому горючому матеріалу. Тобто кількість вивільненої енергії є недостатньою для подальшого розповсюдження пожежі і, як наслідок, відбувається поступове затухання (крива №4 на рис.1.2).

Відповідно до аналізу гасіння пожеж підрозділами ДСНС України за останні десять років, понад сімдесят відсотків – це пожежі житловому секторі. Статистика показує, що гасіння більшості пожеж в житловому секторі здійснюється без будь-яких серйозних проблем і проходять за 2 або 4 сценарієм розвитку пожежі відповідно до рис.1.2. Але є випадки коли недостатній аналіз пожежі або неправильні дії першого КГП призводять до інших сценаріїв її розвитку, зокрема №1 та №3 рис.2. Саме в силу цих випадків і явищ, наступні розділи посібника будуть присвячені методам та засобам, які допоможуть передчасно виявити небезпеку та уникнути небезпечних ситуацій на пожежі.

Таким чином було описано типові сценарії розвитку пожежі в огороженні. Очевидно, що не слід інтерпретувати вище сказане як єдиний можливий варіант розвитку подій, реальні умови набагато складніші залежать від безлічі факторів таких, як тип горючого матеріалу, його теплопровідність тощо.

Для кращого розуміння чинників, що впливають на розвиток пожежі, та сценаріїв розвитку необхідні знання фізичних і хімічних процесів, які на це впливають. У наступних розділах посібника буде детально описано вплив цих процесів, що забезпечить хорошу основу для розуміння матеріалу посібника.

1.2. Сценарії розвитку пожежі

1.2.1. Етап первинного розвитку пожежі

Як відомо, горіння (пожежа) може відбутися за наявності трьох основних факторів: джерело запалення, окисник, горюча речовина. Відповідно до цих чинників ми можемо визначити першочергові сценарії розвитку горіння (рис. 1.3):

1. За умови недостатньої кількості горючої речовини і окисника полум'я поступово буде згасати і загалом горіння не буде розповсюджуватися по площі приміщення.
2. За умови наявності достатньої кількості окисника та горючої речовини буде спостерігатися зростання динаміки розвитку горіння, температури та продуктів згорання, що призведе до подальшого розповсюдження горіння по площі приміщення.

Перший сценарій розвитку подій є досить поширеним, однак лише за умов незначного джерела запалення і горючого навантаження, що, на жаль, є досить рідким явищем, особливо якщо розглядати житловий сектор.

Зазвичай типове житлове приміщення насичене різноманітними горючими матеріалами, які в подальшому і сприяють поширенню пожежі за другим сценарієм розвитку. Розташування цього горючого навантаження та його фізичні властивості відіграють важливу роль у подальшому поширенні горіння.

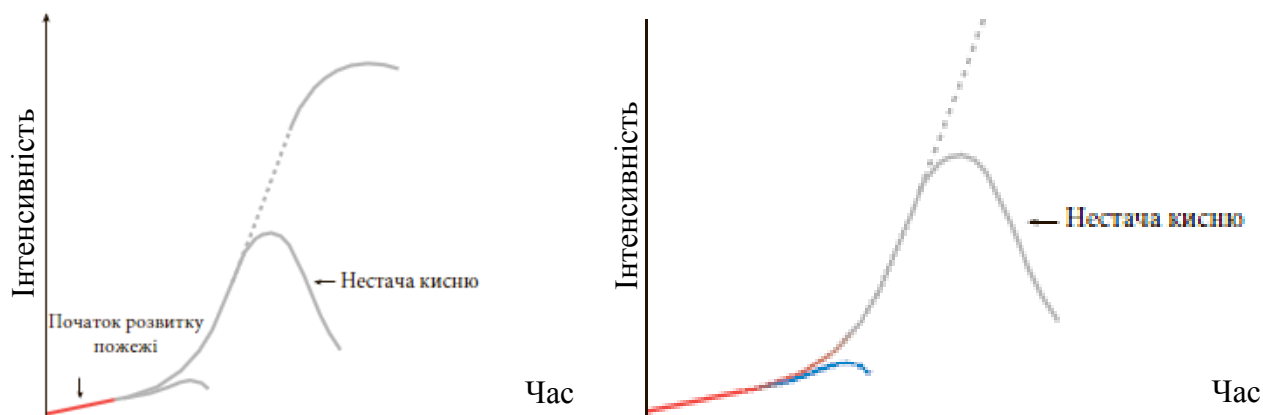


Рис. 1.3. Першочергові сценарії розвитку горіння
*Червона лінія – поступовий розвиток пожежі;
 Синя лінія – згасання пожежі.*

Розглянемо, через що може відбуватися розповсюдження полум'я.

1.2.2. Займання твердого матеріалу

Горіння – це складний хімічний процес, що протікає з виділенням теплоти і світла. Тепло – це фізична енергія, яка вивільняється в результаті хімічного процесу, а світло є фізичним наслідком вивільнення накопиченої енергії.

Загоряння матеріалу є першою видимою ознакою горіння. Горючий матеріал характеризується температурою самозаймання і температурою запалювання, тобто при досягненні критичного температурного порогу горючий матеріал може автоматично займатися або він може бути запалений безпосередньо від зовнішнього джерела запалювання, наприклад, сірники або іскри.

Температура самозаймання, як правило, змінюється залежно від виду горючого матеріалу. Температура загорання твердих горючих матеріалів від стороннього джерела займання, як правило, повинна бути близько 300–400 °С, а для самозаймання ця температура повинна становити, як мінімум 500–600 °С.

Займистість для твердих горючих матеріалів оцінюється відповідно до часу, необхідного для його загорання. Займання матеріалу відбувається, за рахунок накопичення достатньої кількості горючих газів (продуктів піролізу) на поверхні твердого матеріалу, щоб спалахнути від невеликого джерела запалення (полум'я).

Такі матеріали, як дерево або папір (органічні полімери), повинні випромінювати 2 г/м²с (грам на квадратний метр за секунду) горючих газів, щоб мати можливість зайнятися. Що стосується пластиків (синтетичні полімери), які мають високий вміст енергії, їм потрібно близько 1 г/м²с горючих газів, щоб бути в змозі зайнятися.

На рис. 1.4 наочно зображено, що відбувається на поверхні горючого матеріалу, коли він піддається впливу зовнішнього випромінювання (теплового випромінювання). Випромінювання призводить до підвищення температури поверхні матеріалу до рівня, необхідного для його піролізу і подальшого загорання. Якщо рівень теплового випромінювання недостатній, загорання матеріалу не відбудеться.

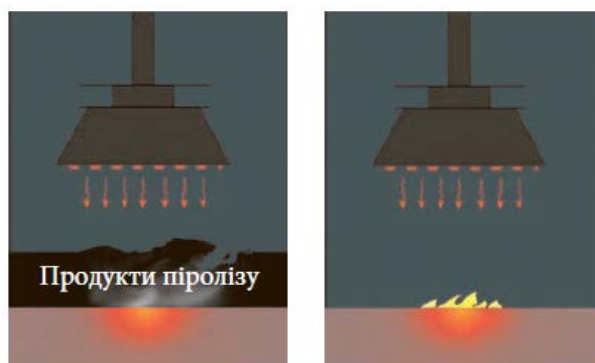


Рис. 1.4. Наочне зображення процесу піролізу внаслідок дії теплового випромінювання

Для прикладу, відповідно до експериментальних досліджень було визначено необхідну кількість теплоти для займання дерева в безпосередній близькості від невеликого джерела теплового випромінювання. На рис. 1.5 наведено залежність інтенсивності випромінювання ($\text{кВт}/\text{м}^2$), а також час, який потрібен, щоб запалити деревину породи сосна з різною попередньою обробкою. Далі буде пояснено, чому рівень теплового випромінювання (близько $20 \text{ кВт}/\text{м}^2$) має настільки важливе значення.

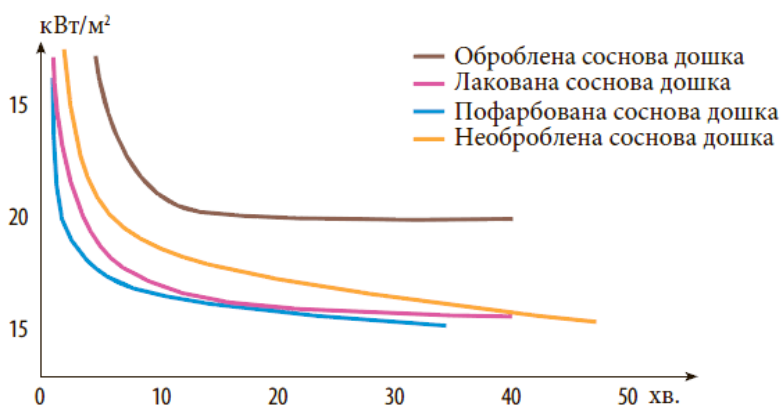


Рис. 1.5. Залежність інтенсивності випромінювання та часу, потрібного для запалювання деревини

З рис. 1.5 видно, що сосна з покриттям (ламінована різноманітними покриттями) запалюється тільки після того, як минув дуже довгий час, якщо інтенсивність випромінювання менша, ніж $20 \text{ кВт}/\text{м}^2$. У порівнянні з цим, необроблена сосна запалює всього за 7 хв. при тому ж рівні інтенсивності випромінювання $20 \text{ кВт}/\text{м}^2$, еквівалентно рівню випромінювання, що

випускається шаром диму, при температурі близько 500 °С. Тому займистість для твердих матеріалів можна оцінити, використовуючи час, необхідний для певного впливу тепла, щоб викликати заpalення.

Швидкість заpalення матеріалу пояснюється таким фізичним показником, як його теплопровідність. Матеріал з низькою теплопровідністю має менший час заpalення, а з високою теплопровідністю, навпаки, більший.

Для прикладу ми можемо порівняти час, необхідний для заpalення ДСП і ДВП. Обидва матеріали піддаються одному і тому ж рівню теплового випромінювання (20 кВт/м²), загоряються за 180 і 50 с. відповідно.

1.2.3. Поширення полум'я

Очевидно, що поширення полум'я відбувається завдяки багатьом факторам, таких, як горючий матеріал, теплове випромінювання тощо. Розповсюдженню полум'я також можуть сприяти накопичені продукти згорання (дим), які утворюються внаслідок неповного згорання матеріалу та продуктів піролізу.



Рис. 1.6. Розповсюдження полум'я на поверхні стіни, виконаної з горючого матеріалу

Фактично термін поширення полум'я – це серія безперервних подій запалювання горючого матеріалу, а оскільки запалювання сильно залежить від теплопровідності матеріалу, про який ми згадували раніше, то цю величину можна вважати визначальною в цьому питанні.

На рис. 1.6 показано, як відбувається розповсюдження полум'я на поверхні стіни, виконаної з горючого матеріалу. Відповідно до рис. 1.6, стіну можна умовно розділити на три секції. У нижній частині переважають сили передачі тепла до поверхні через конvekцію. У середній частині теплове випромінювання полум'я є основним вражаючим фактором, який залежить від ширини полум'я.

Чим ширше полум'я, тим більша величина теплопередачі відбувається за рахунок випромінювання. У верхній частині стіна ще не запалена. На рисунку довжина стрілки відповідає розміру різних компонентів.

Загалом швидкість, з якою полум'я поширюється на поверхні матеріалу, в основному, залежить від таких факторів:

- теплопровідності матеріалу (теплова інерція);

Швидкість поширення полум'я залежить, значною мірою від часу запалювання, який своєю чергою сильно залежить від теплопровідності матеріалу, що є фізичною властивістю матеріалу. Чим вищий показник теплопровідності, тим повільніше поширення полум'я на його поверхні (рис.1.7).

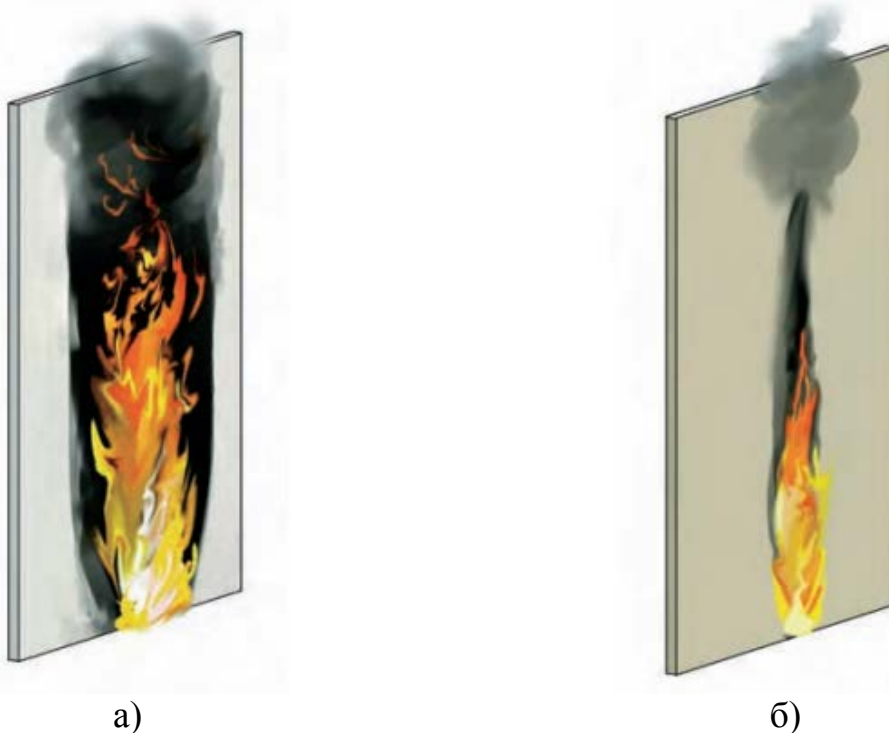


Рис.1.7 Розповсюдження полум'я на:
а) горючих поверхнях; б) важкогорючих поверхнях

У випадку твердих матеріалів коефіцієнт теплопровідності зростає найчастіше з ростом щільності. У більшості випадків щільність визначає, наскільки швидко полум'я поширюється по всій поверхні. Це означає, що швидкість поширення полум'я по всій поверхні твердого матеріалу, як правило, повільніша, ніж через легкий (м'який) матеріал. Наприклад, швидкість поширення полум'я по спінених полімерних матеріалах (піностирол, пінопласт і т.д.) набагато більша.

- Напрямок поширення полум'я;

У більшості випадків найшвидше полум'я розповсюджується вгору, набагато повільніше воно розповсюджується разом, що пов'язано з процесом прогріву матеріалу (рис. 1.8).

У випадку вертикального поширення полум'я вгору швидкість розповсюдження полум'я для багатьох горючих матеріалів таких, як ДСП, ДВП, приблизно буде рівна періоду часу, помноженому на два(в два рази більше за той же період часу.)

Аналогічну залежність будемо спостерігати і у випадку розповсюдження полум'я вздовж стелі в порівнянні з розповсюдженням полум'я по підлозі.

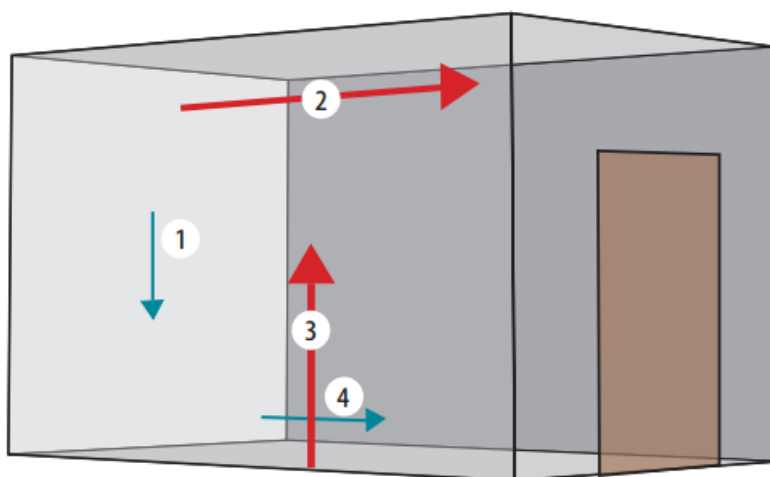


Рис. 1.8. Розповсюдження горіння залежно від напрямку поширення полум'я:
 1,4 – напрямки поширення полум'я з нижчою швидкістю;
 3,2 – напрямки поширення полум'я з вищою швидкістю

- Геометрія поверхні;

Для прикладу кутова пожежа буде динамічніше і швидше розвиватися завдяки взаємодії двох поверхонь, що збільшує швидкість поширення полум'я. Чим менший кут, тим швидше поширення полум'я. Це відбувається через акумулювання тепла між двома стінками.

- Навколишнє середовище.

Коли температура навколишнього середовища підвищується, цілком закономірно збільшується швидкість поширення полум'я. Таким чином швидше прогрівається горючий матеріал, пришвидшуючи процес самозаймання. Чим вища температура з самого початку, тим більшою буде швидкість поширення полум'я.

1.2.4. Етап динамічного розвитку пожежі

Розглянувши початковий етап розвитку пожежі, ми можемо сказати, що після виникнення первинного джерела загорання і за наявності сприятливих умов для подальшого розвитку горіння продукти згорання починають накопичуватись у верхній частині (під стелею) палаючого приміщення, а інтенсивність горіння збільшується.

На цьому етапі розвитку нас найбільше цікавить, що відбувається з продуктами згорання, які накопичуються під стелею і до чого це може призвести, якщо буде відбуватись подальше горіння? Фактично ми все ще маємо справу з початковим етапом розвитку пожежі, але спостерігаємо зростання всіх небезпечних чинників пожежі, що в подальшому призведуть до розповсюдження пожежі по всій площі приміщення (рис.1.9).



Рис.1.9. Початковий етап динамічного розвитку пожежі в огороженні

Процеси, які відбуваються в палаючому приміщенні на цьому етапі її розвитку є досить складними. Ми все ще маємо ситуацію, коли в кімнаті достатньо горючих речовин і окисника (повітря) для підтримання та подальшого розвитку горіння. Фактично, на цьому етапі оперативно-рятувальні підрозділи прибувають на місце і від правильної оцінки ситуації КПП, розуміння всіх процесів, що відбуваються в палаючому приміщенні, буде залежати подальший успіх пожежогасіння.

1.2.5. Продукти згорання і їх небезпека

Накопичення продуктів згорання (диму) в палаючому приміщенні несуть за собою цілий ряд небезпек та процесів, які можуть призвести до не прогнозованих наслідків розвитку пожежі в приміщенні.

Коли твердий матеріал нагрівається, він починає виділяти гази. Цей процес відомий як піроліз. Піроліз зазвичай починається при температурах в діапазоні від 100 до 250 °С. При змішуванні з киснем гази, які утворились у наслідок піролізу, починають горіти. Процес піролізу включає в себе хімічне перетворення складних речовин до більш простих. Деякі з продуктів піролізу, які накопичуються на поверхні палива, не будуть згоряти, натомість вони будуть накопичуватись, у приміщенні утворюючи таким чином дим (рис.1.10).

За рахунок різниці температур та щільності газового середовища, наявного в приміщенні, гаряча частина газової суміші (продукти згорання), які мають більш низьку щільність, будуть підніматися вгору у порівнянні з атмосферним повітрям, яке є з більш низькою температурою, а отже, має більш високу щільність, будуть знаходитись в нижній частині приміщення.

Продукти неповного згорання будуть утворюватися завжди незалежно від величини кількості кисню в приміщенні. Чим більше продуктів неповного згорання, тим більше їх накопичується в приміщенні, що збільшує ймовірність повторного їх займання.

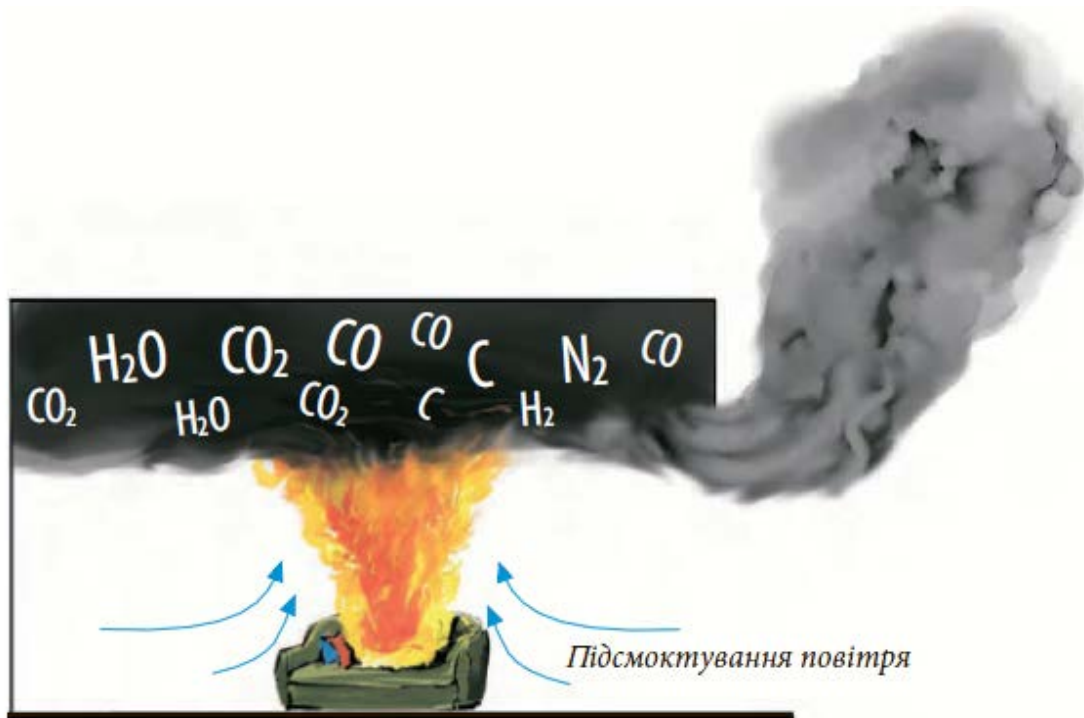


Рис. 1.10. Накопичення у приміщенні продуктів піролізу та утворення диму

Продукти неповного згорання можуть повторно зайнятися у багатьох випадках. При певних умовах це може відбутися при зростанні кількості свіжого повітря в приміщенні, в інших випадках-при достатній кількості горючого матеріалу.

Як вже зазначалось раніше, правильні дії КГП на цьому етапі розвитку пожежі можуть унеможливити подальший процес розвитку горіння лише завдяки правильно спланованим діям по вилученню продуктів горіння з палаючого приміщення і зміни розподілу тисків.

1.3. Явище на пожежі «Флешовер»

Після двох попередніх стадій розвитку пожежі (початкового та динамічного розвитку) в приміщенні, де відбувається пожежа, накопичується значна кількість продуктів згорання, критично збільшується температура в приміщенні і відповідно теплове випромінювання досягає небезпечних показників.

Якщо розглядати нашу криву розвитку пожежі (рис. 1.1), фактично ми все ще знаходимося на етапі зростання всіх небезпечних факторів пожежі, але на відміну від попередній стадій вогонь, вже поширився на значну площу приміщення, однак все ще є велика ймовірність локалізувати пожежу.

Відповідно до необхідних умов продовження горіння основною умовою подальших сценаріїв розвитку пожежі є наявність окисника (повітря) в зоні горіння. Відповідно до цього є два можливих варіанти продовження розвитку подій (рис.1.11).



Рис.1.11. Шляхи розвитку пожежі:

1. При достатній кількості окисника (повітря) – вогонь прогресує пожежа інтенсивно розвивається, а це значить, теоретично, що є отвори в кімнаті;
2. При недостатній кількості окисника в приміщенні – інтенсивність розвитку пожежі зменшується, температура падає, що може призвести до того, що вогонь буде затухати, а горючі матеріали тліти.

Наразі детальніше розглянемо перший варіант розвитку подій: вогонь має вільний доступ до окисника (повітря) і продовжує розвиватись, розпечені продукти горіння накопичуються у верхній частині приміщення одночасно з тим здійснюють теплове випромінювання. Усі ці фактори в подальшому призведуть до миттєвого займання всієї площі приміщення за лічені секунди, що загально відоме як явище «Флешовер».

Коли пожежа в приміщенні переходить в стадію «Флешовер», теоретично це вже незворотній процес, який призведе до повного вигорання приміщення і загибелі людей у разі їх наявності. Тому дуже важливо задіяти всі наявні сили і засоби для того, щоб унеможливити настання цього етапу розвитку пожежі.

Поняття «Флешовер» було використане для опису цього етапу розвитку пожежі щонайменше 50 років тому. Упродовж років виникало багато схожих термінів та визначень, які так само застосовуються по всьому світу. Такі

терміни, як англ. «rollover», «leagas combustion», «spreadover and flameover» можуть нам зустрічатися в літературних джерелах та усному описі цього процесу, але фактично вони є ідентичні один одному. На жаль, це означає, що серед середовища людей, які використовують цей термін може виникати плутанина. Таким чином, на сьогоднішній день виникає проблема прийняття загального визначення даного явища у всьому світі.

Термін «Флешовер» використовується в багатьох країнах, включаючи Великобританію, США, Іспанію, Японію, Нову Зеландію та Австралію. Найбільш поширенішими визначеннями «Флешовер» є визначення відповідно стандарту ISO та науково-дослідного інституту у Великобританії (Fire Research Station).

«Флешовер» відповідно до стандарту ISO – явище швидкого охоплення вогнем всіх поверхонь горючих матеріалів в певному замкнутому об'ємі.

Це визначення однак може бути розширено більш докладніше. Тому ми вирішили уточнити його таким чином:

Під час пожежі в палаючому приміщенні ця стадія розвитку пожежі може бути досягнута за умови, коли теплове випромінювання від вогнища пожежі, гарячі продукти згорання і нагріті поверхні горючих матеріалів виділяють продукти піролізу. Цей раптовий і стійкий перехід від поступового розповсюдження полум'я до повного охоплення приміщення вогнем і є явище «Флешовер».

Фактично це визначення збігається з тим, що використовується в науково-дослідному інституті у Великобританії.

Це визначення свідчить, що «Флешовер» не класифікується як механізм, а як перехідний період, який залежить від цілого ряду окремих факторів.

Точка А на рис.1.12 може вказувати на стадію, коли полум'я досягне стелі в палаючій кімнаті. У точці В пожежа вже повністю охопить все приміщення.

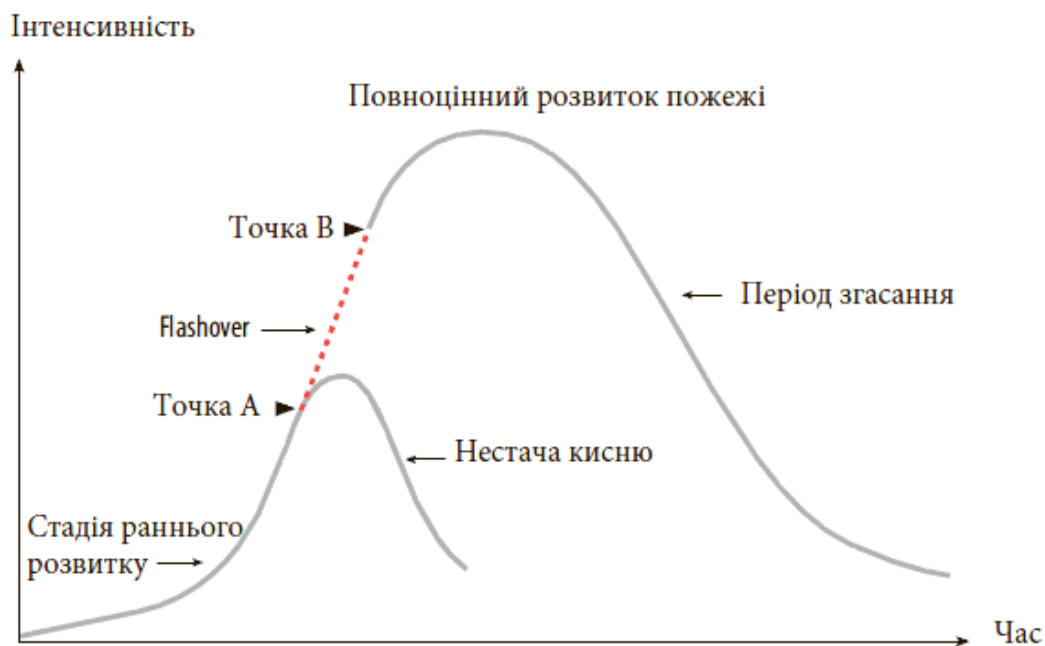


Рис.1.12. Виникнення явища «Флешовер»

Період між А і В у деяких окремих випадках може бути дуже коротким, навіть всього лише кілька секунд «Флешовер». Деякі з факторів, що впливають на тривалість цього періоду, включають геометрію кімнати. Для прикладу, кількість теплоти необхідної для виникнення явища «Флешовер» в кімнаті середніх розмірів ($3,6 \times 2,4 \times 2,4$ м з дверима $0,8 \times 2$ м), становить близько 500 – 1000 кВт.

1.3.1. Умови, що призводять до «Флешовер»

Дуже велика кількість натурних експериментів, проведених в провідних дослідних лабораторіях світу, зокрема в Швеції, показали, що для того, щоб відбувся етап «Флешовер», повинно відбутися зростання температури в приміщенні і теплового випромінювання до певних критичних значень. Досягнення таких критичних показників насамперед буде залежить від розміру кімнати, фізичних показників горючих матеріалів і, звісно, наявності необхідної кількості окисника.

Оскільки «Флешовер» – це якийсь період часу, то важко точно визначити певний момент, коли воно відбувається. Критерії, що використовуються для оцінки, в основному температура продуктів горіння і величина їх теплового випромінювання, що передається до підлоги (рис. 1.13). Проведені експериментальні дослідження свідчать, що час виникнення «Флешовер» завжди буде відрізнятися в кожному окремому випадку в діапазоні 5 – 10 секунд. Така різниця в часі може призвести до зміни температури на $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Зміна температури при «Флешовер» може відбуватися практично миттєво.

Якщо розглядати температурні показники при «Флешовер», то вони можуть варіюватися від 450 до $771\text{ }^{\circ}\text{C}$, хоча більшість значень лежить між 600 і $700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Значення випромінювання змінюються від 15 кВт/м^2 до 33 кВт/м^2 , однак середній показник лежить у межах 20 кВт/м^2 . Причиною зміни цих значень, може бути те, що експерименти були проведені з використанням різних видів палива і механізмів обробки експериментальних даних. Не кажучи вже про те, що в цьому випадку є і чинник суб'єктивної візуальної оцінки настання «Флешовер».



Рис. 1.13. Теплове випромінювання, що передається на паливо на рівні підлоги

Підсумовуючи вище сказане ми, можемо вивести середні показники, що передуватимуть настанню «Флешовер» – температура продуктів згорання вища ніж 600 °С, а рівень теплового випромінювання вищий ніж 20 кВт/м².

1.3.2. Процеси, що відбуваються з продуктами згорання

Займання продуктів згорання є типовим первинним етапом розвитку «Флешовер» в палаючому приміщенні. За рахунок того, що продукти згорання не мають змоги повноцінно змішатися з окисником (оскільки відкрите полум'я забирає все наявне повітря) відбувається так зване дифузійне горіння. Наявність значної кількості незгорілих продуктів піролізу в кінцевому випадку призведе до значного підвищення температури та теплового випромінювання.

Зі збільшенням площі горіння верхня частина полум'я досягає місця накопичення продуктів згорання (у верхній частині кімнати). По мірі розвитку пожежі нижня частина продуктів горіння запалюється (при температурі 800 – 1000 °С), що в подальшому призводить до поширенню полум'я по всій площі кімнати (рис. 1.14.)

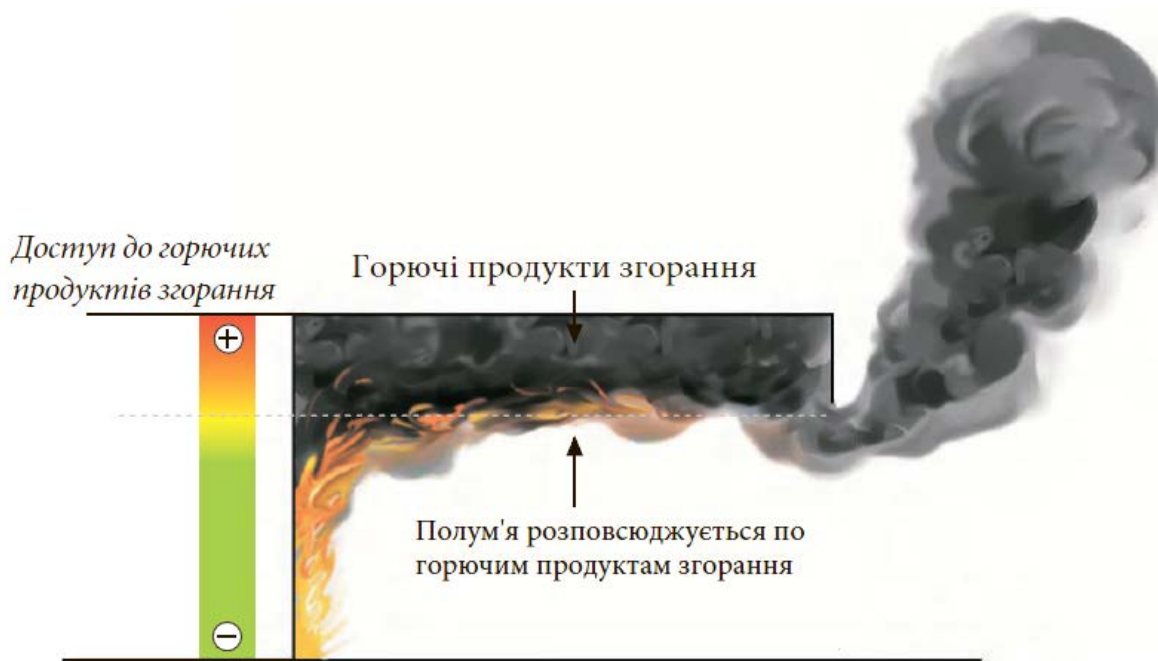


Рис. 1.14. Розповсюдження вогню уздовж нижньої частини димового газового шару

Наведені вище міркування базуються на умові, що є достатня кількість горючого матеріалу і кисню для підтримання активного розвитку пожежі. Чим більше незгорілих речовин буде накопичуватись у продуктах згорання, тим більша ймовірність розповсюдження полум'я за рахунок їх спалювання.

Одним з індикаторів імовірності настання «Флешовер» або просто можливості продуктів горіння в подальшому розповсюджувати відкрите горіння може слугувати колір продуктів горіння, який, зрозуміло, буде залежить від горючого матеріалу.

1.3.3. Ознаки, що вказують на неминуче настання «Флешовер»

Підсумовуючи наведені чинники, що передують настанню стадії «Флешовер», перелічимо їх всі ще раз:

- температура повітря в палаючому приміщенні буде зростати набагато швидше, аніж це було на початку розвитку пожежі ($\approx 600\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- продукти згорання будуть накопичуватися в приміщенні і їхня кількість буде поступово заповнювати більший об'єм;
- проблиски відкритого вогню будуть з'являтися у верхній частині кімнати, тобто буде спостерігатися займання продуктів згорання;
- швидкість виходу продуктів згорання через нещільності палаючого приміщення (вікна, двері, тощо) буде збільшуватися, що буде попереджувальним сигналом для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів (постовому на посту безпеці, штабу пожежогасіння), які знаходяться ззовні;
- усі нагріті поверхні будуть виділяти продукти піролізу в результаті збільшення теплового випромінювання ($\approx 20\text{ кВт/м}^2$).

Після настання «Флешовер» пожежа в огороженні фактично перейде до кінцевого етапу свого розвитку, а саме: до повного охоплення вогнем всієї можливої площі і поступового самовільного згасання за умови згорання наявного горючого матеріалу (рис. 1.15).

Цей етап розвитку пожежі в огороженні буде характеризуватися стійкою підвищеною температурою $800 - 900\text{ }^{\circ}\text{C}$, що буде триматися доти, поки буде підтримуватися горіння завдяки горючому матеріалу і окиснику. Основна небезпека на цьому етапі для пожежно-рятувальних підрозділів задіяних до гасіння пожежі чи евакуації постраждалих, зосереджена на межі вогнестійкості будівельних конструкцій. Оскільки температура в палаючому приміщенні сягає в середньому 800°C , це може спровокувати обвал будь-яких будівельних конструкцій незалежно від матеріалу.



Рис. 1.15. Кінцевий етап розвитку пожежі після настання явища «Флешовер»

Таким чином ми розглянули основний шлях розвитку пожежі в огороженні від моменту її виникнення, поступового розвитку та повного розповсюдження через достатню кількість горючого матеріалу і окисника (повітря), що є типовим сценарієм розвитку пожежі в огороженні. Однак досить часто розвиток пожежі може відбуватися за іншими сценаріями розвитку, які ми і розглянемо далі.

1.4. Розвиток пожежі в приміщенні з обмеженою вентиляцією

Відповідно на цьому етапі розвитку пожежі ми розглядаємо ситуацію, коли динаміка розвитку горіння в приміщенні дещо знизилась через нестачу окисника (свіжого повітря) в приміщенні. За відсутності окисника пожежа не перейде до етапу «Флешовер» і наразі не буде загрожувати поширенню на суміжні приміщення, однак накопичення продуктів згорання має цілий ряд небезпек, що в подальшому можуть значною мірою вплинути на роботу пожежно-рятувальних підрозділів та розвиток пожежі в цілому.

Згідно багаторічних досліджень та отриманих на сьогодні знань ми можемо спрогнозувати чотири можливих сценаріїв розвитку подій:

- мимовільне загасання вогню;
- пожежа (вогонь) відновить свій подальший розвиток;
- самозаймання продуктів згорання;
- явище «Бекдрафт» (англ. «Backdraught»).

1.4.1. Мимовільне загасання вогню

Якщо кількість окисника буде не достатня для тривалого горіння, яке продукуватиме значну кількість продуктів згорання і, як наслідок, підвищення температури, пожежа самовільно перейде в стадію тління (рис. 1.16).

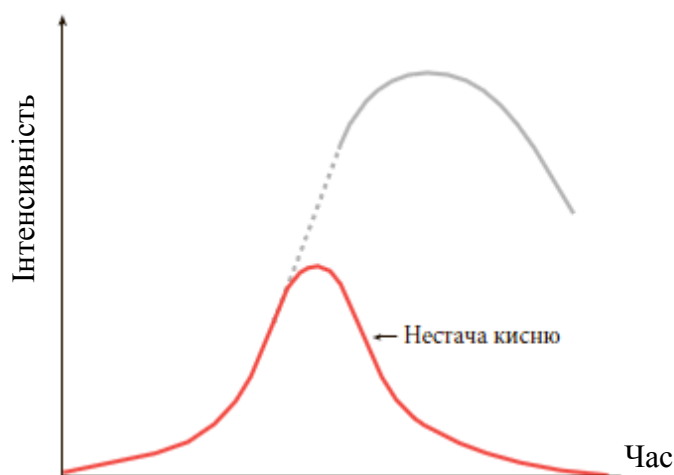


Рис.1.16. Процес переходу пожежі в стадію тління при недостатній кількості окисника

Ця ситуація є досить поширена для пожеж в житлових приміщеннях і частково подібна до одного з варіантів розвитку подій на ранньому етапі розвитку пожежі, що описано вище. Однак, на відмінну від попереднього

сценарію, цей варіант розвитку подій небезпечний значним накопиченням продуктів згорання, що здатні привести до отруєння людей, які можуть знаходитись безпосередньо в приміщенні або в сусідніх приміщеннях.

1.4.2. Відновлення подальшого розвитку пожежі

Розглядаючи цей сценарій розвитку подій, ми повинні пам'ятати, що загалом він можливий в багатьох випадках, але основною його умовою є зростання кількості кисню в зоні горіння і наявність великої кількості горючої речовини (продукти неповного згорання).

Залежно від концентрації продуктів горіння, температури та величини теплового випромінювання ми можемо спостерігати відновлення горіння продуктів неповного згорання вздовж стелі приміщення, що фактично є продовженням перерваного розвитку етапу «Флешовер», або спричинене утворення інших процесів і явищ таких, як самозаймання продуктів горіння і «Бекдрафт».

1.4.3. Самозаймання продуктів згорання

Трапляються випадки, коли розпечені продукти згорання (від 500 до 600 С) можуть самозайматися при контакті з окисником. Як правило, це явище має місце, коли відкриті двері в палаючому приміщенні. Коли розпечені продукти згорання, виходячи з палаючого приміщення починають змішуватися з повітрям (киснем), відбувається їх займання безпосередньо поза приміщення, що в подальшому може призвести до блокування ланки ГДЗС у задимленому приміщенні (рис. 1.17.)

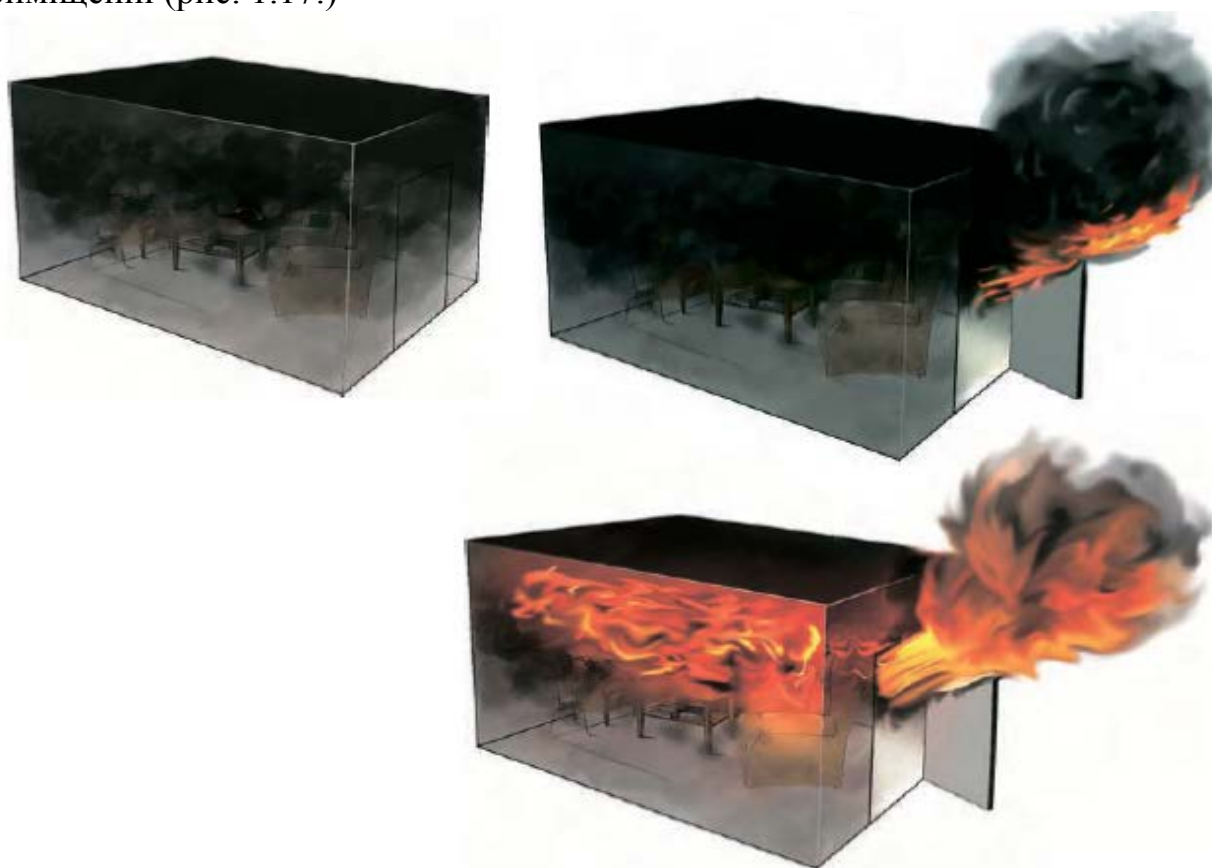


Рис. 1.17. Процес самозаймання продуктів згорання

У разі неприйняття належних заходів пожежа в кінцевому випадку знов перейде до стадії «Флешовер» (рис. 1.18).



Рис.1.18. Процес самозаймання продуктів горіння і перехід пожежі в стадію «Флешовер»

Такий сценарій розвитку подій є типовим в результаті неконтрольованої вентиляції палаючого приміщення, тобто за умови надходження свіжого повітря без одночасного видалення продуктів горіння. Тому попередня оцінка всіх чинників та можливих сценаріїв розвитку подій є надзвичайно важлива для КГП перед початком залучення підрозділів на гасіння пожежі.

1.4.4. Явище «Бекдрафт» (укр. «зворотня тяга»)

Явище «Бекдрафт» (англ. «Backdraught») – різке зростання тиску та температури), на відміну від попередніх, є набагато не безпечнішим, оскільки може виникнути в будь який момент часу, таким чином застати ланку ГДЗС зненацька в процесі їхньої роботи всередині палаючого приміщення (рис. 1.19).

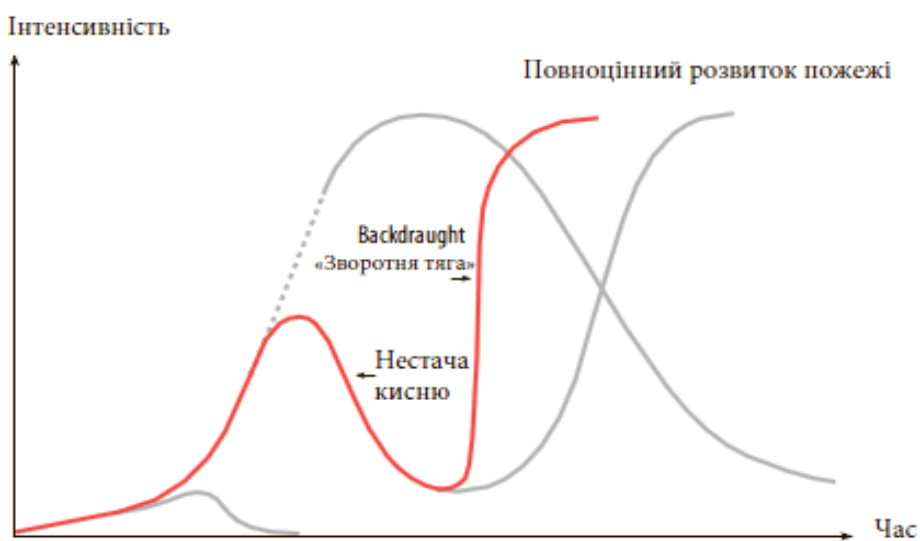


Рис.1.19. Крива що характеризує явище «Бекдрафт»

Головною умовою виникнення явища «Бекдрафт» є надзвичайно велике скупчення незгорілих продуктів згорання, піролізу в палаючому приміщенні з великою нестачею кисню (повітря). Уразі раптового відкриття дверей, вікон тощо, що призведе до надходження свіжого охолодженого повітря, яке своєю чергою почне перемішуватися з продуктами згорання в нижній частині приміщення і утворить горючу суміш. Ця горюча суміш поступово буде наповнювати приміщення і, залежно від розміщення джерела запалювання відносно неї, у подальшому буде залежати кількість накопиченої горючої суміші і величини збільшення параметрів, що характеризують явище «Бекдрафт» (температура, тиск).

Як видно з рис.1.20.,де поетапно показано «Бекдрафт», який включає в себе швидке та потужне розширення димових газів, що призводить до викиду вогненної кулі зовні приміщення, що в подальшому може перерости в стадію повного охоплення вогнем всієї можливої площі приміщення.

Зараз ще немає чіткого визначення цього поняття міжнародними організаціями зі стандартизації. Однак визначення, що використовуються різноманітними національними організаціями на кшталт NFPA, FRS і IFE, дуже схожі між собою. Загалом термін «Бекдрафт» використовується в багатьох країнах, в тому числі США, Великобританії, Японії та Нової Зеландії.

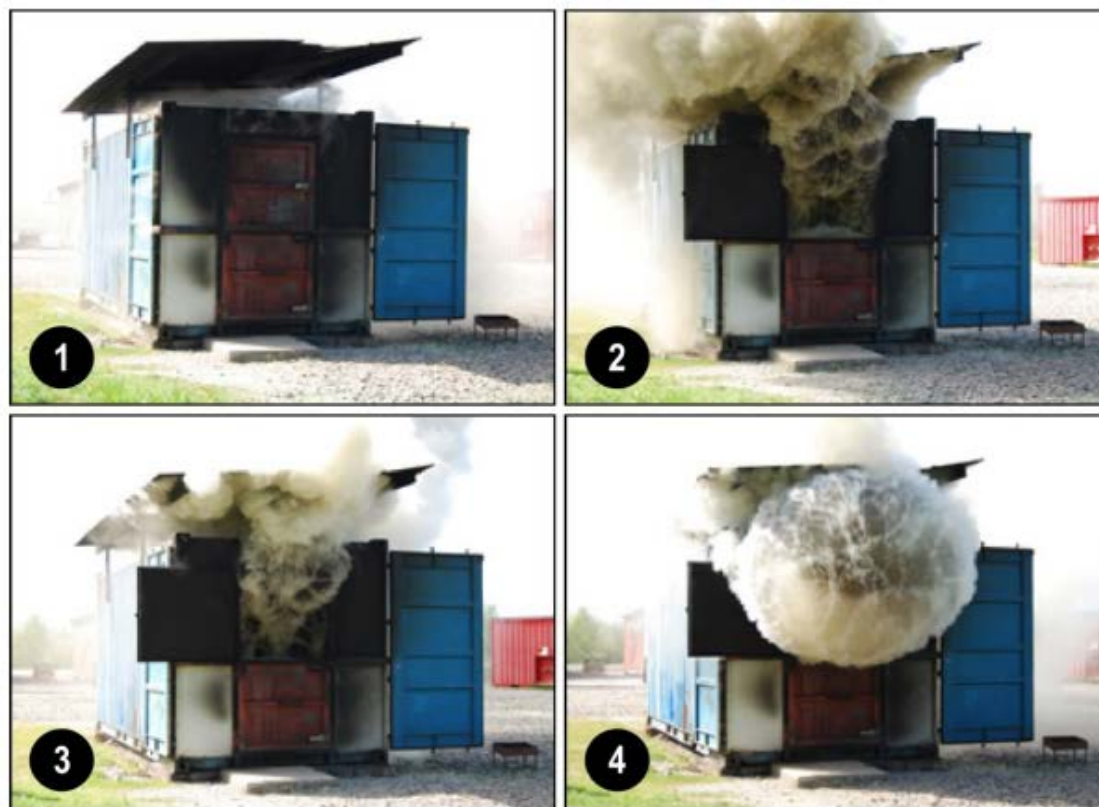


Рис.1. 20.Експериментальна поетапна демонстрація явища «Бекдрафт»

Узагальнивши всі основні визначення цього поняття, можна дати таке трактування явищу зворотної тяги. «Бекдрафт» – це явище спалювання нагрітих газоподібних продуктів горіння (за умови раптового надходження кисню в середовище, де до того спостерігався його дефіцит), особливістю якого є раптове зростання температури та тиску всередині приміщення (сила тиску наближена до вибухової сили).

Як зазначалося раніше, та в визначенні, під час явища «Бекдрафт» можливе виникнення вибухової сили, однак це трапляється досить нечасто і без особливих наслідків, хоча й має місце на реальних пожежах (рис. 1.21).



Рис.1.21.Відеофрагмент пожежі в штаті Нью-Джерсі США, де чітко видно, як у наслідок «Бекдрафт» димові гази вибивають віконну раму разом з вікном

Контрольні питання до розділу 1

1. Загальний процес розвитку пожежі в огороженні.
2. Сценарії розвитку пожежі в огороженні.
3. Шляхи розповсюдження горіння.
4. Явище на пожежі «Флешовер» .
5. Умови, що призводять до «Флешовер».
6. Розвиток пожежі в приміщенні з обмеженою вентиляцією.
7. Явище на пожежі «Бекдрафт».

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТИСКУ В ПРИМІЩЕННІ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ

2.1. Утворення продуктів згорання

Горіння супроводжується виділенням продуктів згорання і теплового розкладання. Більшість з них розподіляється в середовищі, що оточує зону горіння, створюючи зону задимлення.

Зоною задимлення називається частина простору, що примикає до зони горіння і заповнена димовими газами в концентраціях, що створюють загрозу для життя і здоров'я людей чи утруднюють дії пожежно-рятувальних підрозділів.

Зовнішні межі зони задимлення проходять там, де щільність задимлення (оптична густина диму) невисока ($0,0001 - 0,0006 \text{ кг/м}^3$), видимість предметів становить 6 – 12 м, концентрація кисню у димі не менше 16 % і токсичність газів небезпечна для людей без засобів захисту органів дихання та зору.

Зона задимлення може включати в себе всю зону теплового впливу, її частину, а також значно її перевищувати.

Зона задимлення характеризується площею, об'ємом, густиною та часом задимлення, концентрацією диму, токсичністю виділених газів, швидкістю руху димових потоків, кольором, смаком і запахом речовин, що входять до складу диму, його температурою та іншими параметрами.

Проекція зони задимлення на поверхню землі або підлоги приміщення називається площею задимлення. Цим параметром зазвичай користуються для оцінки ситуації зовнішніх пожеж при їх дослідженні, а також при складанні схем гасіння.

Для оцінки ситуації при пожежах в огороженні найбільше значення має обсяг зони задимлення (м^3). Він залежить від багатьох факторів, насамперед – від об'ємно-планувальних рішень будівель. Наприклад, виробничі приміщення, а також приміщення у будинках з коридорною системою планування, задимлюються швидше, ніж в секційних будинках. Обсяг зони збільшується і ситуації на пожежі ускладнюється, якщо продукти згорання розповсюджуються сходовими клітками, вантажними шахтами ліфтів і вентиляційними комунікаціями. Зазначені умови впливають і на швидкість утворення зони задимлення. Швидше утворюється зона задимлення у верхніх частинах приміщень. Щільність диму в цій зоні більша, ніж у нижніх.

Швидкість задимлення суміжних приміщень значно зростає зі збільшенням притоку повітря в зону горіння. Обсяг зони задимлення зменшується, якщо збільшити приплив повітря в приміщення, суміжні з палаючим, шляхом його нагнітання, за допомогою димовсмоктувачів або вентиляційних установок.

Оптичну густину диму (щільність, прозорість) визначають за видимістю предметів, освітлених електричним ліхтарем (рис. 2.1) з лампочкою, потужністю 21 Вт:

- при видимості до 3 м – дим густий;
- при 3 – 6 м – дим середньої густини;
- при 6 – 12 м – дим слабкої густини.



Рис. 2.1. Визначення оптичної густину диму за видимістю предметів, освітлених електричним ліхтарем

Оцінюючи ситуації на пожежі і ступенів загрози для людей, слід мати на увазі, що найбільша щільність диму і небезпека отруєння ним створюється у верхніх частинах приміщень.

Утворений при пожежі в будівлі дим може поширюватися з приміщення в приміщення через отвори, щілини і дрібні отвори в огорожувальних конструкціях. Найбільша небезпека задимлення приміщень (навіть при закритих дверних отворах) створюється у випадку, якщо димом заповнені сходові клітки, коридори, вентиляційні канали і шахти ліфтів.

За характером диму (табл.2.1) можна визначити вид горючих речовин і наявність у них шкідливих газів, що має суттєве значення при оцінці ситуації на пожежі та організації її гасіння. У багатьох випадках колір продуктів згорання характеризує процес горіння, тобто показує, чи відбувається динамічне горіння або тління.

Характеристика диму, що утворюється при горінні деяких речовин

Речовина	Характеристика диму		
	Колір	Запах	Смак
папір, сіно, солома	білувато-жовтий	специфічний	кислуватий
деревина	сірувато-чорний	смоли	кислуватий
калій металевий	щільний, білий	немає	кислуватий
магній	білий	немає	металевий
нафтопродукти	чорний	нафти	металевий
піроксилін та інші азотисті речовини	жовто-бурий	дратівливий	металевий
гума	чорно-бурий	сірчистий	металевий
сірка	невизначений	сірчистий	кислий
фосфор			
бавовна, тканини	щільний, білий бурий	часнику часнику	Не має Не має

Багато продуктів згоряння й теплового розкладу, що входять до складу диму, є токсичними. Терпкий, солодкуватий і гіркуватий смак, часниковий, сірчистий, подразнюючий і мигдальний запахи, синій, білий і жовтий кольори вказують на вміст у складі диму отруйних речовин. До них відносяться: окис вуглецю, вуглекислий і сірчистий газ, фосген, хлор, оксиди азоту, сірководень, фосфорний ангідрид, пари синильної кислоти, хлористий і фтористий водень та інші.

Під час горіння тканин, вовни, волосся, шкіри виділяються продукти, які мають неприємний запах: піридин, хінолін, а також газу з сильним і гострим запахом (альдегіди, кетони).

Під час неповного згоряння матеріалів, що містять жири мила, виділяється дуже небезпечний продукт термічного розкладання акролеїн, який викликає пекучість очей, подразнення слизових оболонок рота і носа, кашель, запаморочення, млявість, запалення легенів, затрудняє видих. Концентрацію акролеїну близько 0,003 % людина не може перенести більше однієї хвилини.

Під час горіння пластмас, крім звичайних продуктів згоряння, виділяється багато продуктів термічного розкладання: хлор-ангідридні, кислоти, формальдегіди, фенол, фтор фосген, аміак, ацетон, стирол і багато інших, що шкідливо впливають на організм людини.

В умовах пожежі продукти згоряння і теплового розкладання, що входять до складу диму, діють на організм людини комбіновано, тому їхня загальна токсичність небезпечна для життя, навіть при незначних концентраціях. При значних концентраціях продуктів згоряння в складі диму знижується відсотковий вміст кисню, що також небезпечно для життя людини. Так, при концентрації кисню в повітрі, рівної 14–16 %, настає кисневе голодування, а при 9 % створюється явна загроза для життя.

Властивості димових продуктів і ступінь задимлення в багато чому залежать від температури диму. З підвищенням температури збільшується токсичність димових газів і зменшується їхня середня щільність.

Фізіологічний вплив деяких парів і газів на організм людини наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Дія газів і парів на людину

Речовина	Смертельно при вдиханні протягом 5 – 10 хв.		Небезпечно (отруйне) при вдиханні протягом 0,5–1 год.		Переносимо при вдиханні протягом 0,5–1 год.	
	Концентрація					
	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л
Аміак	0,5.	3,5	0,25	1,7	0,025	0,17
Анілін	-	-	-	-	0,013	0,5
Ацетилен	50,0	550	25,0	275	10,0	110
Бензол	3,0	120	2,0	80	1,5	60
Бензол	2,0	65	0,75	25	0,3	10
Оксиди азоту	0,05	1,0	0,01	0,2	0,005	0,1
Оксид вуглецю	0,5	6,0	0,2	2,4	0,1	1,2
Сірчистий газ	0,3	8,0	0,04	1,1	0,01	0,3
Сірководень	0,08	1,1	0,04	0,6	0,02	0,3
Сірковуглець	0,2	6,0	0,1	3,0	0,05	1,5
Синильна кислота	0,02	0,2	0,01	0,1	0,005	0,05
Вуглекислий газ	9,0	162	5,0	90	3,0	54
Фосген	0,005	0,2	0,0025	0,1	0,0001	0,004
Хлор	0,025	0,7	0,0025	0,07	0,0002	0,007
Хлористий водень	0,3	4,5	0,1	1,5	0,01	0,15
Хлороформ	2,5	125	1,5	75	0,5	25
Чотирихлористий вуглець	5,0	315	2,5	158	1,0	63
Етилен	95,0	1100	80,0	920	50,0	575

2.2. Розповсюдження продуктів згорання

Розповсюдження продуктів згорання (диму) завжди відбувається через різницю тисків, тобто від вищого до більш низького.

Величина різниці між вищим і нижнім тиском визначає величину (швидкість) потоку і як швидко цей потік рухатиметься. Величина різниці тисків у своєю чергою визначається величиною вентиляційних отворів між приміщеннями, розміром пожежі, як вона розвивається, системою вентиляційних каналів будівлі тощо.

Маючи необхідні знання про закони перепаду тиску в будівлі і про те за рахунок чого вони можуть виникати в будівлях, поширення продуктів згорання можна певною мірою передбачити, а в деяких випадках запобігти виникненню небажаної, небезпечної ситуації.

Загалом принципи і чинники поширення продуктів згорання на ранніх стадіях пожежі добре відомі, але коли пожежа розповсюджується на більшу

частину будівлі і далі набирає обертів, все більше чинників буде впливати на процес розповсюдження продуктів згорання.

Коли пожежа прогресує, визначити перепад тиску в будівлі і виконати аналіз причин його виникнення часто буває неможливим або утрудненим, хоча важливо мати певне розуміння, які чинники можуть впливати на подальше поширення продуктів горіння в будівлі та назовні.

Одиницею вимірювання тиску у міжнародній системі СІ є Паскаль (Па). Нормальний атмосферний тиск зазвичай становить 101 325 Па або 101,3 кПа. Для порівняння, тиск 1 Па еквівалентний тиску, що спричиняє аркуш паперу на поверхню столу. При тиску 100 Па важко відкрити двері в кімнаті. Віконне скло, товщиною 1 мм, з площею 1 м², може руйнуватися (тріскати) при надлишковому тиску в діапазоні від 1000 до 5000 Па, залежно від конструкції і кріплення.

Загалом перепади тиску можна розділити на два типи:

1. Звичайні, тобто ті, що є завжди:

- перепади за рахунок різниці температури (всередині приміщення та зовні);
- перепади тиску за рахунок потоків природного повітря;
- перепади тиску за рахунок облаштування природної та штучної вентиляції.

2. Перепади тиску зумовлені горінням(пожежею):

- перепади за рахунок стрімкого теплового розширення;
- перепади за рахунок теплової виштовхувальної сили.

Надалі ці фактори будемо розглядати окремо. Але необхідно зазначити, що насправді кілька або навіть всі з цих вище перелічених чинників, які викликають перепад тиску, можуть діяти одночасно, чим і пояснюється складність прогнозування поширення продуктів згорання на пожежі.

Найкраще описати фізику процесу поширення продуктів згорання за допомогою відомого рівняння Бернуллі. Рівняння Бернуллі описує взаємозв'язок між тиском, витратою і швидкістю потоку. Рівняння буде справедливим також і для продуктів згорання, що утворюються під час пожежі.

Для прикладу, розглянемо трубу, по якій рухаються продукти згорання, кінці труби знаходяться на різній висоті (рис.2.2.)

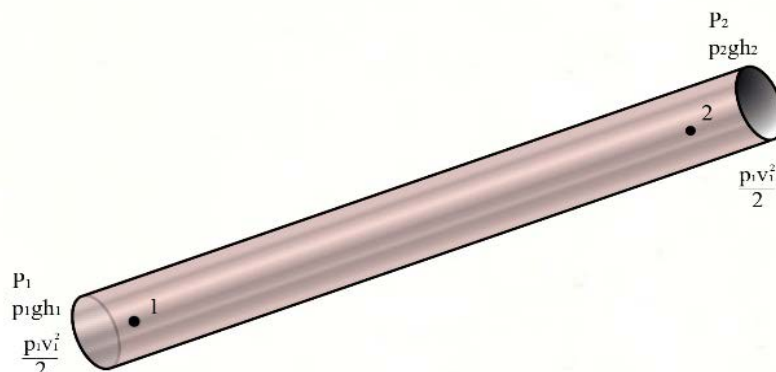


Рис. 2.2. Рух продуктів згорання по трубі,

де: P – атмосферний тиск; ρ – густина речовини, що протікає; h – висота; g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с²

Таким чином, гідростатичний тиск в точках 1 та 2 визначиться за виразом ρgh , а гідродинамічний тиск за виразом $\frac{\rho v^2}{2}$.

Нехтуючи втратами тиску, можна записати таку залежність:

$$P_1 + \rho_1 g h_1 + \frac{\rho_1 v_1^2}{2} = P_2 + \rho_2 g h_2 + \frac{\rho_2 v_2^2}{2} \quad (2.1)$$

Таким чином, за допомогою рівняння Бернуллі можна проаналізувати розподіл тиску і рух продуктів згорання в будівлі.

2.2.1. Перепади тиску за рахунок різниці температури (всередині приміщення та зовні)

Зазвичай повітря в середині будівлі є теплішим, ніж на вулиці. Повітря при нагріванні розширюється, і як наслідок, в подальшому займає більший об'єм. На відміну від холодного, нагріте повітря має меншу густину. Таким чином впливає, що тиск всередині будівлі буде дещо вищий, ніж ззовні.

Тиск всередині будівлі завжди буде прагнути до рівноваги з тиском навколишнього середовища. Оскільки будівлі є не герметичними (мають вікна, двері тощо) холодне повітря завжди буде витіснити нагріте, тим самим створюючи так звану природну вентиляцію.

Якщо отвори, через які буде здійснюватись повітрообмін між холодним та гарячим повітрям, є досить малими, а різниця тисків досить велика, то повітрообмін буде здійснюватись через різні отвори. А якщо вентиляційні отвори будуть великими, а різниця тисків малою (по відношенню до вентиляційних отворів) повітрообмін може здійснюватись в обидва боки через один і той самий отвір.

Окрім того нагріте повітря зважаючи на його фізичні властивості буде підніматись вгору де і буде виходити назовні через вище розташовані отвори, а холодне, зрозуміло, буде надходити через отвори, які розташовані нижче. Це означатиме, що у верхній частині будівлі тиск буде вищим ніж у нижній частині.

Для будівель малої поверховості або в умовах одного поверху такий перепад тиску буде незначним, в той час як для висотних або будівель підвищеної поверховості (складських приміщень з високими стелями) такі перепади тиску будуть значними. Також необхідно пам'ятати – якщо зовні температура буде вищою ніж всередині будівлі то продукти згорання можуть піти в зворотному напрямку.

Як зазначалося вище, тиск в середині будівлі завжди прагнучим до рівноваги, таким чином у будівлі утворюватиметься так звана нейтральна зона – тобто тиск в середині будівлі дорівнюватиме тиску зовні.

Якщо повітря всередині будівлі нагрівається і стає більш гарячим, ніж зовні, повітря буде виходити з будівлі через отвори на нейтральному рівні і надходити в будівлю нижче нейтрального рівня. Відповідно, при збільшенні температури всередині будівлі нагріте повітря буде виходити над нейтральною зоною, а заходити нижче нейтральної зони.

2.2.2. Перепади тиску завдяки потокам природного повітря та вентиляції

Розглянемо будівлю з однією кімнатою та двома отворами один умовно імітує вікно (розташований вгорі), а інший двері (розташований внизу кімнати). Припустимо, що повітря, яке надходить в будівлю, нагрівається до певної температури. Повітря ззовні має температуру T_a і густину ρ_a , а повітря в будівлі має температуру T_g і густину ρ_g . Верхній отвір знаходиться на висоті h_g над нейтральною зоною, а нижній отвір знаходиться на висоті h_n нижче нейтральної зони (рис. 2.3).

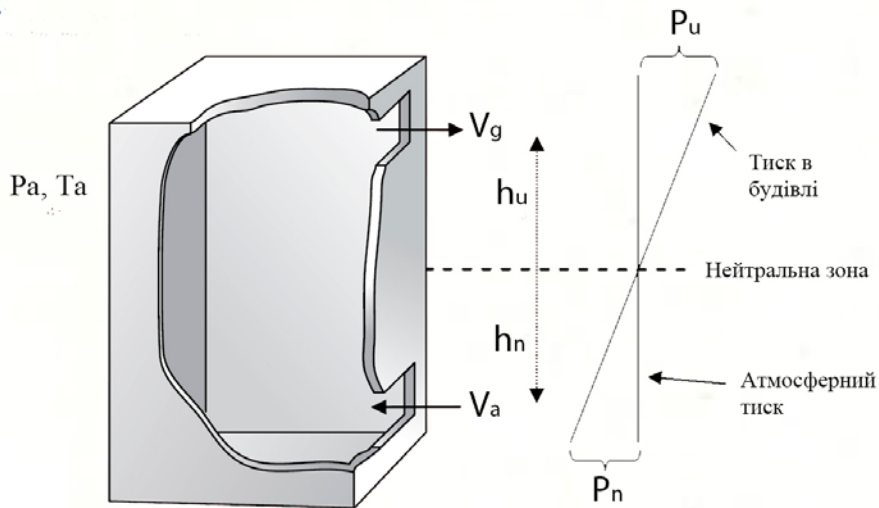


Рис.2.3. Рух повітря через два отвори в будівлі

Нам необхідно знати, наскільки великий перепад тиску $\Delta P = (P_u - P_n)$. Спростимо задачу, визначивши необхідні параметри в точках 1, 2 і 3 (рис. 2.4) у верхній частині будівлі. Різниця між гідростатичним тиском в точках 1 і 2:

$$\begin{aligned}
 v_1 &= v_2 = 0 \\
 P_1 - P_2 &= \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1 \\
 \Delta P_g &= g h_g (\rho_a - \rho_g)
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

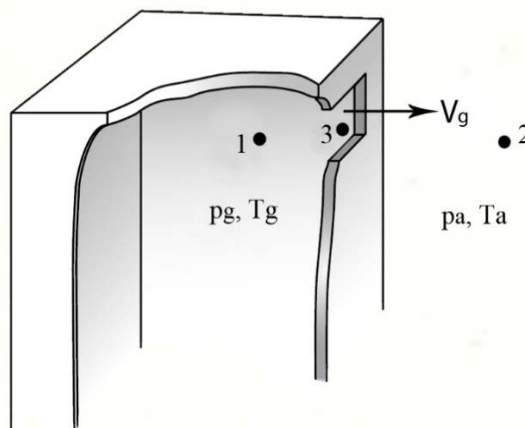


Рис.2.4 Точки 1, 2 і 3 у верхній частині будівлі

Різниця між гідродинамічним тиском в точках 1 та 3 буде такою:

$$v_1 = 0 \quad \rho_1 = \rho_3 = \rho_g \quad h_1 = h_3 = h_g$$

$$P_1 - P_3 = \frac{\rho_3 v_3^2}{2}$$

$$\Delta P_g = \frac{\rho_g v_g^2}{2} \quad (2.3)$$

Ми можемо зрівняти залежність 1 та 2 і отримати швидкість через верхній отвір:

$$\frac{\rho_g v_g^2}{2} = gh_g (\rho_a - \rho_g)$$

$$v_g = \sqrt{\frac{2gh_g (\rho_a - \rho_g)}{\rho_g}} \quad (2.4)$$

Залежність між температурою і густиною визначається універсальним газовим законом, і ми можемо використати його. При нормальному атмосферному тиску одержуємо співвідношення:

$$\rho PM = RT \quad (2.5)$$

де: P – нормальний атмосферний тиск, 101,3 кПа; M – молярна маса повітря, 0,0289 кг/моль; R – універсальна газова стала, 8,314 Дж/кмоль.

Таким чином, залежність між температурою та густиною буде такою:

$$\rho = \frac{353}{T}$$

Масова витрата через отвір буде задаватися залежністю виду:

$$m = \rho v \omega \quad (2.6)$$

де: ω – площа поперечного перерізу отвору для здійснення вентиляції, м².

Аналогічний аналіз проведемо для визначення швидкості потоку в нижньому отворі і отримаємо залежність 2.7 (для нижнього отвору).

$$v_a = \sqrt{\frac{2gh_n (\rho_a - \rho_g)}{\rho_a}} \quad (2.7)$$

Прирівнявши дві отримані залежності, відповідно до закону збереження маси і провівши ряд перетворень, отримаємо:

$$\rho_a v_a \omega_a = \rho_g v_g \omega_g \quad (2.8)$$

$$\rho_a = \frac{353}{T_a} ; \quad \rho_g = \frac{353}{T_g}$$

$$\rho_a \sqrt{\frac{2gh_n (\rho_a - \rho_g)}{\rho_a}} \omega_a = \rho_g \sqrt{\frac{2gh_g (\rho_a - \rho_g)}{\rho_g}} \omega_g$$

$$\rho_a \sqrt{\frac{h_n}{\rho_a}} \omega_a = \rho_g \sqrt{\frac{h_g}{\rho_g}} \omega_g$$

$$\sqrt{h_n \cdot \rho_a \cdot \omega_a} = \sqrt{h_e \cdot \rho_e \cdot \omega_e}$$

$$h_n \rho_a \omega_a^2 = h_e \rho_e \omega_e^2$$

ми отримаємо вираз для визначення положення нейтральної зони відносно розмірів отворів:

$$\frac{h_n}{h_e} = \left(\frac{\omega_e}{\omega_a} \right)^2 \cdot \frac{\rho_e}{\rho_a} \quad (2.9)$$

Або через температуру:
$$\frac{h_n}{h_e} = \left(\frac{\omega_e}{\omega_a} \right)^2 \cdot \frac{T_a}{T_e}$$

Представлена залежність показує, що висота розміщення нейтральної зони (під впливом теплової виштовхувальної сили) буде залежити від площі отвору: чим менший отвір для подачі повітря (нижній отвір) відносно випускного (верхній отвір), тим вище буде розміщена нейтральна зона (рис 2.5) і навпаки (рис.2.6)

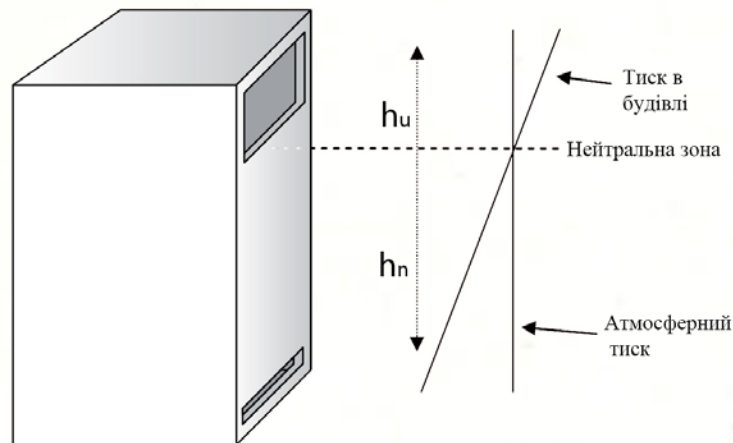


Рис.2.5. Висота розміщення нейтральної зони при меншому отвір для подачі та більшому випускному отворі

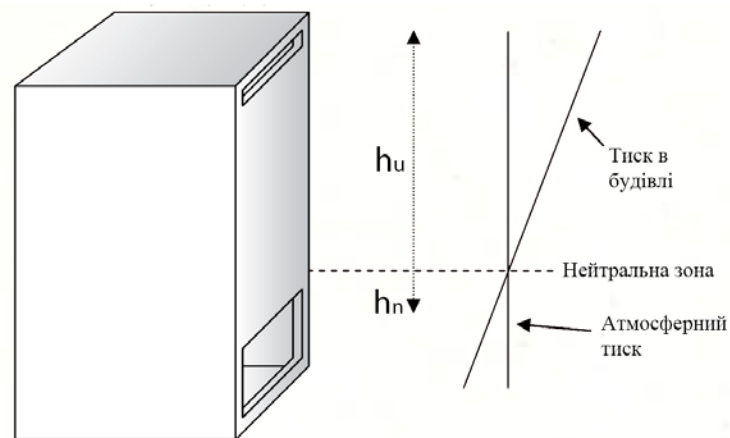


Рис. 2.6. Висота розміщення нейтральної зони при більшому отвір для подачі та меншому випускному отворі

2.3. Умови різниці тисків в приміщенні під час пожежі

Вище детально було описано фізику процесу розподілу тиску в будівлі за нормальних умов в будь-якому житловому приміщенні. Наразі більш детально розглянемо умови різниці тисків в палаючому приміщенні під час пожежі, де здійснюється інтенсивне накопичення нагрітих продуктів згорання.

Розподіл тиску є дуже важливим, оскільки він буде впливати на результат роботи пожежно-рятувальних підрозділів, пов'язаної не тільки з вентиляванням приміщень, але й з гасінням пожежі.

Умови розподілу атмосферного тиску мають суттєву відмінність від різниці тиску спровокованим пожежею. Продукти згорання завжди перетікають з області більш високого тиску в область з більш низьким тиском (рис. 2.7).

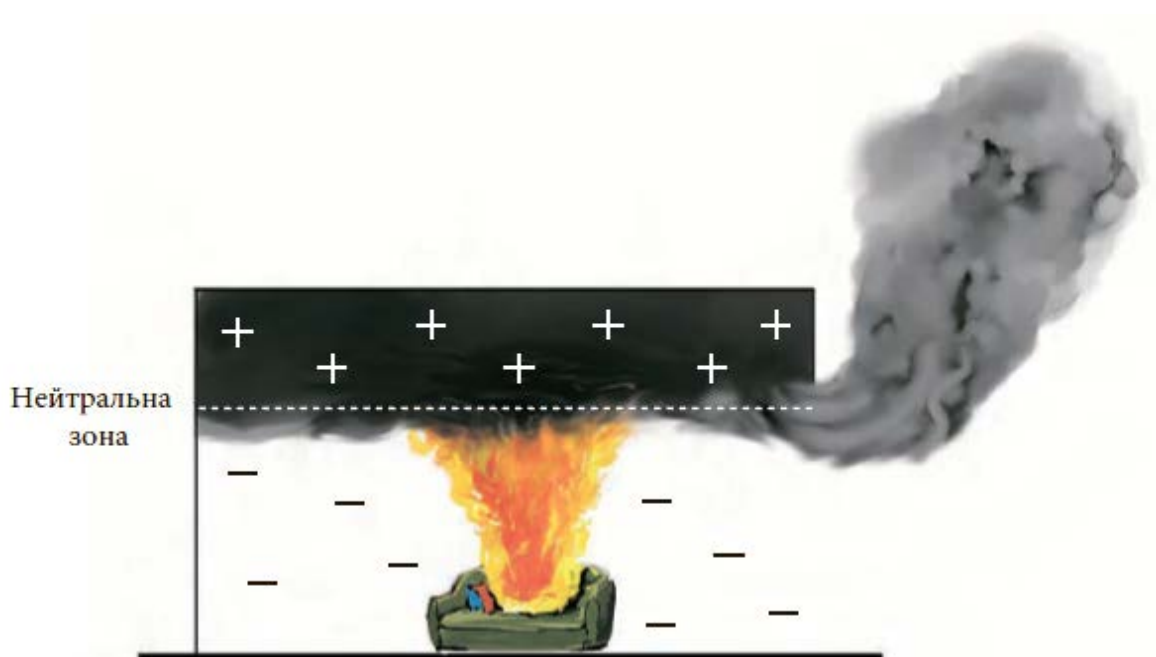


Рис.2.7. Зображення розподілу тиску в середині палаючого приміщення (Кімната має доступ свіжого повітря, тобто відкрита)

Наразі ми розглядаємо різницю тисків, що спричиняється горінням. Розглянемо три можливих сценарії розподілу тиску в палаючих приміщеннях, а саме:

1. За умови коли приміщення практично повністю ізольоване (умовно герметичне);
2. За умови коли в приміщення здійснюється підсмоктування свіжого повітря через відкриті вікна на двері;
3. Швидко зростання тиску за умови вибуху продуктів згорання.

2.3.1 Теплове розширення продуктів згорання

Під час виникнення пожежі в приміщенні за відсутності вентиляції тиск зростатиме досить швидко і до великих значень в результаті виділення нагрітих продуктів згорання на обмежений об'єм (рис 2.8).

Для прикладу розглянемо розрахунок підвищення тиску в закритому приміщенні за рахунок розвитку пожежі в смітнику.

Прийемо, що швидкість виділення тепла (Q) з палаючого смітника постійна і становить близько 100 кВт. Об'єм приміщення (V) 60 м³, Температура повітря в приміщенні близька до 293 К (20 °С), густина повітря (ρ_a) дорівнює 1,2 кг/м³, а питома теплоємність (c_v) становить 0,7 Дж/кг·К.

$$\frac{p - p_a}{p_a} = \frac{Q t}{V \rho_a c_v T_a}$$
$$\frac{p - p_a}{p_a} = \frac{Q t}{V \rho_a c_v T_a} = \frac{100 \cdot 1}{60 \cdot 1,2 \cdot 0,7 \cdot 293} \approx 700 \text{ Па}$$

Таким чином, підвищення тиску в приміщенні буде рівне 700 Па/с. Через 10 с. на 1 м² віконного скла буде чинитися тиск 7 кН, якого в реальних умовах більш ніж достатньо для його руйнування.

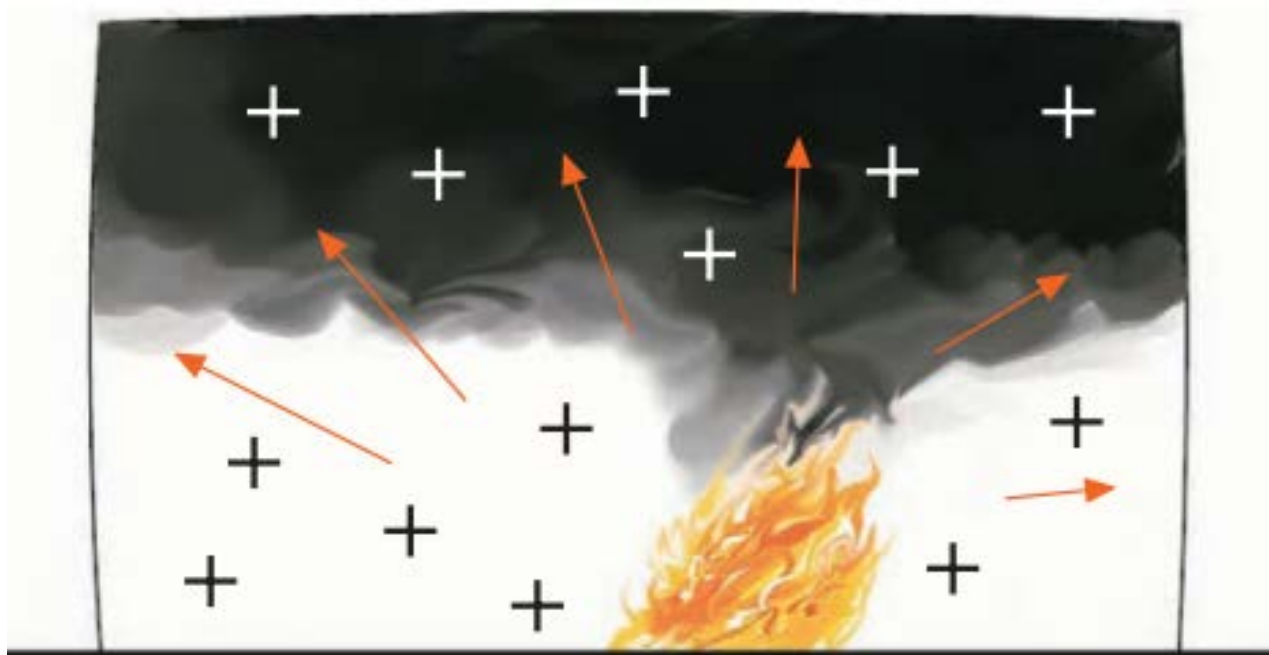


Рис. 2.8. Зображення розподілу тиску всередині палаючого приміщення (Кімната немає доступу свіжого повітря, тобто зачинена)

За подібних умов еюра розподілу тиску в такому приміщенні буде виглядати таким чином рис.2.9.

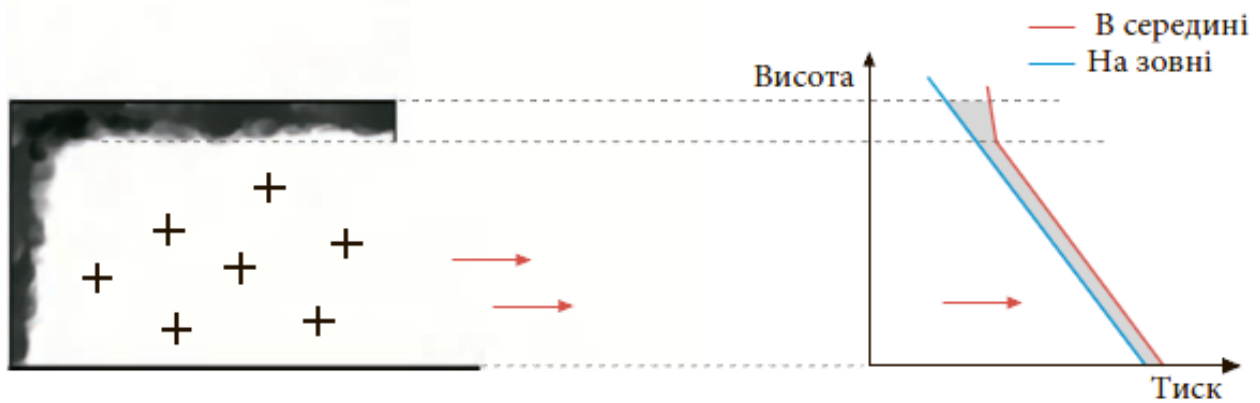


Рис.2.9. Умови тиску в кімнаті при пожежі, коли в приміщенні переважає надлишковий тиск

Аналізуючи наведений приклад, однозначно можна сказати, що насправді будь-які житлові чи офісні приміщення завжди будуть вентилюватися через віконні чи дверні прорізи. Як правило завжди буде незначна вентиляція приміщень. Це означає, що збільшення тиску в палаючому приміщенні, як правило, буде зростати тільки близько 10 – 20 Паскаль. У деяких випадках тиск може досягати, можливо, кілька сотень Паскаль.

За наявності вентиляваного отвору площею в 1 м^2 , надлишковий тиск у результаті теплового розширення буде близько 0,1 Па, іншими словами, надзвичайно низький. Це означає, що загалом для типових приміщень підвищення тиску в результаті теплового розширення нагрітих продуктів згорання можна знехтувати, однак цим питанням неможна нехтувати за умов виникнення пожеж в підвальних та інших приміщень з обмеженою або примусово вентиляцією, яка може буде відключена під час пожежі.

2.3.2 Нейтральна зона в палаючому приміщенні

Відповідно до описаних вище процесів та явищ ми розуміємо, що продукти згорання, накопичуються у верхній частині палаючого приміщення. В результаті теплового розширення та різниці густин нагрітого та холодного повітря, яке постійно буде надходити в кімнату, продукти згорання будуть виходити через отвори, розташовані у верхній частині приміщення (вікна, вентиляційні системи).

Продукти згорання частково остигають, піднімаючись догори, це означає, що у випадку пожежі в будівлях підвищеної поверховості або великої протяжності продукти згорання, остигаючи, будуть осідати нижче і змішуватись з чистим повітрям, таким чином створюючи небезпеку для евакуації людей.

У результаті різниці тисків, як зазначалось раніше, буде утворюватись нейтральна зона, але на відміну від звичайних умов, її межі будуть чітко виділенні за рахунок досить великого перепаду температур та тиску.

Розрахунок різниці тиску нагрітого та свіжого повітря під час пожежі. Для прикладу візьмемо палаюче приміщення з визначеною товщиною накопичених продуктів згорання, які мають деяку температуру T_g , і розрахуємо різницю в тиску, що призводить до виштовхування продуктів згорання через отвори назовні. Розподіл тиску в палаючому приміщенні показаний на рис. 2.10. Різниця тиску обчислюється від початку нейтральної зони до отвору на висоті h , де p – різниця тисків, ρ_a – густина повітря, ρ_g – густина продуктів згорання, g – гравітаційна стала.

Розрахунок буде проводитись з використанням залежності 2.2. Оскільки визначення щільності продуктів згорання є досить складним завданням і потребує окремих наукових досліджень, для спрощення проведення розрахунків скористаємося універсальним газовим законом і отримаємо таку залежність:

$$\rho = \frac{RT}{pM} \quad (2.10)$$

де: p – нормальний атмосферний тиск, $101,3 \times 10^3$ Н/м²; M – молярна маса повітря, 0,029 кг/моль; R – універсальна газова стала, 8,314 Дж/кмоль.

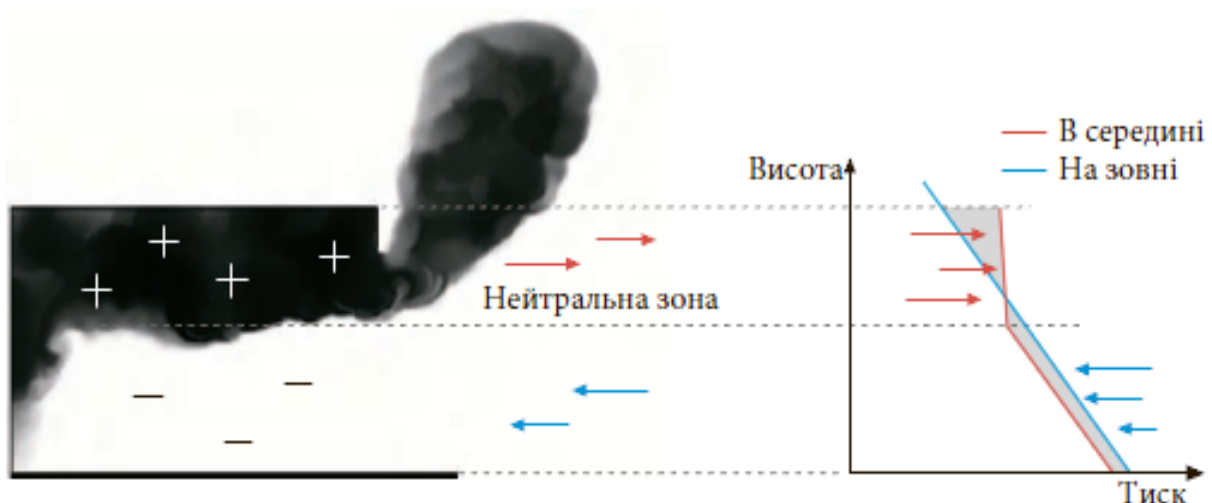


Рис. 2.10. Розподіл тиску в палаючому приміщенні

Таким чином, залежність між температурою та густиною набуде наступного вигляду:

$$\rho = \frac{353}{T}$$

Зробивши ряд математичних перетворень з використанням залежностей 2.2. та 2.10. ми отримаємо таку залежність, з використанням якої проведемо розрахунок різниці тиску, що створюється під час пожежі:

$$\Delta p = 353 \left(\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_g} \right) \rho g \quad (2.11)$$

або

$$\Delta p = \Delta \rho g h \quad (2.12)$$

Для розрахунку прийемо товщину продуктів згорання 1 м (розраховану від межі нейтральної зони $h=1\text{м}$), температура продуктів згорання $200\text{ }^\circ\text{C}$. Густина свіжого повітря при температурі $20\text{ }^\circ\text{C}$ буде рівна $1,2\text{ кг/м}^3$, а нагрітих продуктів згорання $0,75\text{ кг/м}^3$. Таким чином різниця густин складатиме:

$$\Delta \rho = 1,2 - 0,75 = 0,45\text{ кг/м}^3$$

тоді

$$\Delta p = 0,45 \cdot 9,81 \cdot 1 = 4,5\text{ Па}$$

Різниця в тиску між нагрітим і охолодженим повітрям становить близько $4,5\text{ Па}$ при товщині продуктів згорання 1 м (від нейтральної зони).

На рис. 2.11 зображено, як буде змінюватися різниця тиску нагрітих продуктів згорання залежно від їхньої товщини.

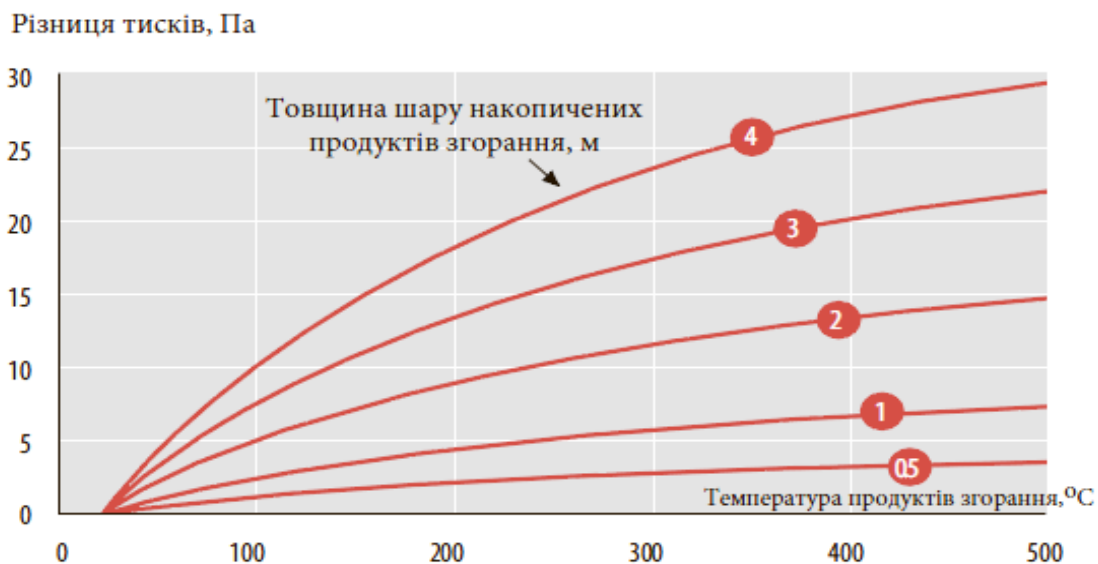


Рис.2.11 Зображення того, як змінюється тиск нагрітих продуктів згорання залежно від їхньої товщини (розрахованої від нейтральної зони) та температури під час пожежі в приміщенні

2.3.3 Вплив повітряних мас на управління газовими потоками

Досить велике значення під час проведення аварійно-рятувальних робіт, а особливо робіт, пов'язаних з управлінням газовими потоками під час гасіння пожежі мають зовнішні чинники, а саме: повітряні маси. Усі будівлі та споруди знаходяться під впливом повітряних мас, тобто вітру, більшою чи меншою мірою, і в багатьох випадках вітер впливатиме на рух (напрямок) продуктів згорання всередині будівлі і створюватиме там додатковий тиск, що може вплинути на подальший розвиток подій (рис. 2.12).

Тиск вітру пропорційний квадрату швидкості вітру. Це означає, що, якщо швидкість вітру збільшується від 1 до 10 м/с, то тиск збільшиться з 0,4 до 40 Па, або з 0,6 Па до 60 Па.

Під час руху повітряних мас:

- на вертикальну поверхню, стіну (під прямим кутом до вітру) зазвичай утворюється позитивний тиск – навітряна сторона;
- на протилежну поверхню (навпроти/паралельно навітряній стороні) утворюється від’ємний тиск – підвітряна сторона.

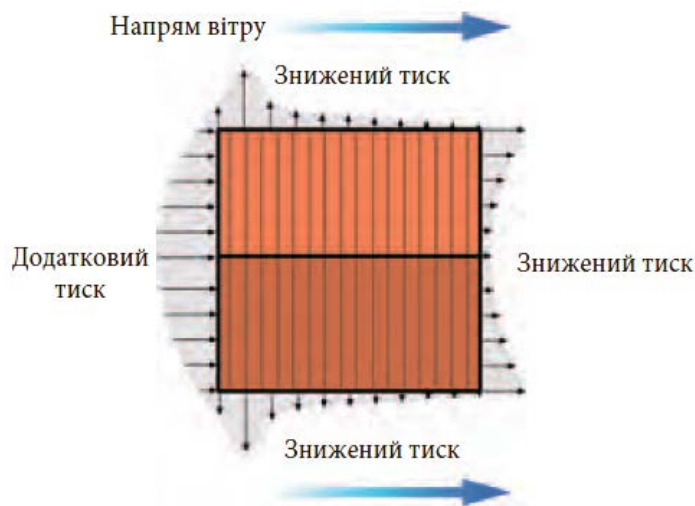


Рис. 2.12. Вплив вітру на рух (напрямок) продуктів згорання у будівлі

Розподіл тиску вітру на поверхні даху будівлі залежатиме від кута нахилу даху (рис. 2.13). При кутах понад 45° позитивний тиск створюється на навітряній стороні і від’ємний тиск на підвітряній стороні. Відповідно тиску буде змінюватися від основи даху (більший тиск) до конька (менший тиск). При кутах нахилу даху від 30° до 45° розподіл тиску повітряних мас буде практично однаковий, а при куті меншому 30° по всій площі буде спостерігатися від’ємне значення тиску.



Рис. 2.13. Розподіл тиску вітру на поверхні даху будівлі залежно від кута нахилу даху

Також двосхилий дах може піддаватися від'ємним значенням тиску по всій площі, за умови розповсюдження повітряних мас паралельно коньку даху.

Відмінності розподілу тиску повітряних мас залежно від геометричних параметрів даху будівлі і напрямку вітру повинні використовуватися під час здійснення димовидалення. Використання лише явища «різниці температури», яке розглядалось вище, не дасть бажано ефекту без врахування дії тиску повітряних мас.

У загальному питання швидкості, напрямку вітру є досить складним питанням, адже під час руху повітряних мас на них будуть так само діяти сили тертя земної поверхні за рахунок рельєфу місцевості, особливостей забудови, що своєю чергою впливатиме на швидкість і розподіл тиску.

Характер руху та фізичні показники повітряних мас можуть сильно відрізнятися і змінюватися відповідно чи це є місто (складна забудова) чи відкрита місцевість (рис. 2.14). У містах, для прикладу, можна спостерігати різке збільшення швидкості повітряних мас і в поєднанні з турбулентністю різку зміну напрямку, утворення невеликих смерчів і т.д.

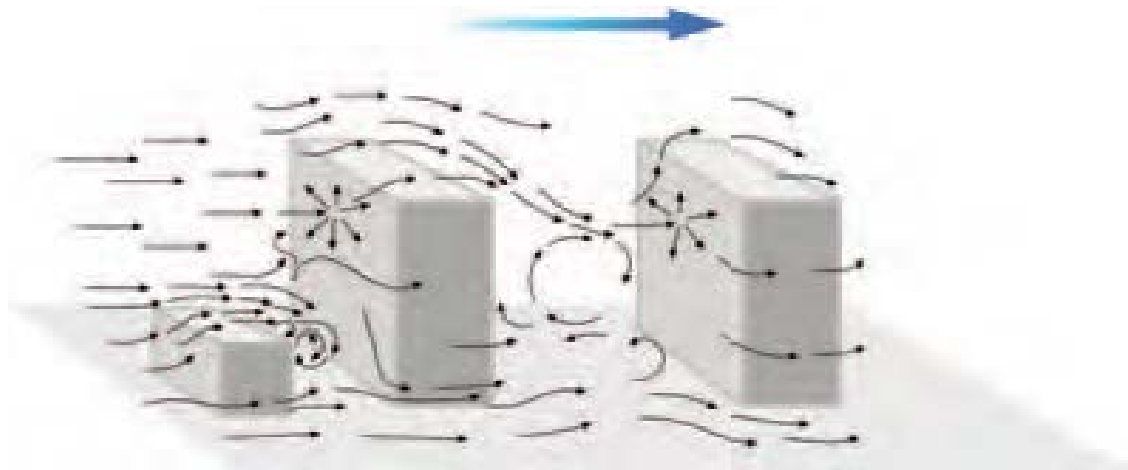


Рис. 2.14. Характер зміни руху повітряних мас залежно від забудови

Контрольні питання до розділу 2

1. Утворення продуктів згоряння.
2. Розповсюдження продуктів згорання.
3. Умови різниці тисків в приміщенні під час пожежі.
4. Нейтральна зона в палаючому приміщенні.
5. Вплив повітряних мас на управління газовими потоками.

РОЗДІЛ 3

ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ВЕНТИЛЯЦІЇ НА ПОЖЕЖІ

Фундаментальний принцип дії димовидалення на пожежі – це зміна тиску, що переважає у палаючому будинку з метою видалення отруйних (шкідливих) речовин назовні. Методи роботи, вибір засобів і тактика дій пожежно-рятувальних підрозділів залежить від поставленої мети та завдання.

3.1. Призначення димовидалення на пожежі

Мета димовидалення полягає у зниженні температури в приміщенні та підвищенні видимості завдяки видаленню надлишку продуктів згорання. Залежно від оперативної-тактичної обстановки на пожежі, наявних сил і засобів завдяки видаленню надлишків продуктів згорання можна досягти таких цілей:

- зниження впливу диму та температури на осіб, яких необхідно евакуювати;
- сприяння покращенню роботи пожежно-рятувальних підрозділів, зменшення теплового навантаження і підвищення видимості в будівлі для проведення успішних дій по гасінню та рятуванню людей;
- запобігання подальшого поширення пожежі або задимлення на іншу частину будівлі шляхом впливу зменшення тиску і зниження температури.

Використання отворів для димовидалення

Перш за все необхідно використовувати існуючі отвори такі, як двері, вікна або вентиляційні отвори з метою проведення димовидалення. Але досить часто виникає необхідність у виконанні додаткових отворів, оскільки існуючі не можуть забезпечити необхідну ефективність, наприклад, отвори можуть бути виконані в даху.

Отвори можуть бути зроблені на основі таких вихідних умов, які всі будуть належати до димовидалення:

1. Вентиляція приміщення, яке горить. Цей тип операції зазвичай асоціюється з поняттям пожежної вентиляції.
2. Вентиляція суміжних приміщень. Це необхідно робити для обмеження розповсюдження подальшого горіння в будівлі, тому що використання цього способу дозволить:
 - понизити вплив температури і тиску на сусідні приміщення;
 - унеможливити подальше поширення горіння.
3. Виконання отворів в стінах та стелі для проведення гасіння прихованого горіння. Досить часто це можна сплутати зі способом проведення вентиляції «приміщень, що горить» або «суміжних приміщень», однак мета цієї операції полягає у першочерговому гасінні осередків займання, які не можуть бути виявлені візуально.
4. Вентиляція для ретельного огляду місця пожежі. Зазвичай це кінцевий етап димовидалення на пожежі, хоча досить часто неможна чітко визначити, коли

саме його проводити так як виконання всіх вищезазначених дій по видаленню продуктів згорання з будівлі в кінцевому випадку призведе до повного «очищення» місця пожежі.

Всі вищезазначені умови можна охарактеризувати як поняття комплексної вентиляції під час пожежі, оскільки тільки комплексний підхід забезпечить швидкість та якість запропонованих методів.

3.2. Реалізація пожежної вентиляції

Димовидалення на пожежі може бути здійснено трьома різними способами, залежно від розміщення входів чистого повітря та можливості виходу продуктів згорання і з погляду відстані і висоти між ними, а також залежно від наявності інших засобів для здійснення димовидалення:

а) горизонтальна вентиляція (рис. 3.1). Цей спосіб може бути використаний, коли отвори для нагнітання свіжого повітря знаходяться на тому ж рівні, що й отвори для виводу продуктів згорання так, щоб потік горючих газів рухався в горизонтальному напрямку.

Цей спосіб актуально застосовувати в житлових приміщеннях (будинках) або в деяких промислових будівлях, де важко або неможливо виконати отвори на даху, відсутні вікна на мансарді та відсутні вентиляційні отвори.



Рис.3.1. Приклад проведення горизонтальної вентиляції при пожежі в огороженні

б) вертикальна вентиляція (рис. 3.2). Цей спосіб може бути використаний, коли осередок займання знаходиться в приміщеннях складного планування і можливість провести горизонтальну вентиляцію відсутня. У таких випадках необхідно організовувати вихід продуктів згорання найкоротшим шляхом, тобто через перекриття, шляхом пророблення додаткових отворів в перекритті, у даху будівлі або через передбаченні вентиляційні отвори та слухові вікна.



Рис. 3.2. Приклад проведення вертикальної вентиляції при пожежі в огороженні

в) механічна вентиляція (рис. 3.3). Якщо в підрозділах є механічні прилади (пожежні димовсмоктувачі) для нагнітання свіжого повітря або відсмоктування продуктів згорання і запропоновані вище способи не дають бажаного ефекту, необхідно здійснювати механічну вентиляцію.

Механічна вентиляція повинна бути об'єднана з горизонтальною або вертикальною вентиляцією і виконувати допоміжну роль, тобто створювати додатковий тиск (енергію) для примусового витіснення продуктів згорання або нагнітання свіжого повітря.



Рис. 3.3. Приклад використання пожежного димовсмоктувача для проведення вентиляції при пожежі в огороженні

3.3. Основні принципи димовидалення

Додаткова вентиляція на пожежі (приплив свіжого повітря), безперечно, впливає на розвиток горіння. Подаючи свіже повітря в зону горіння, буде зростати сама інтенсивність горіння і, навпаки, при відсутності надлишку кисню розвиток горіння буде сповільнюватись.

Проте використання способів димовидалення рідко призводить до негативних наслідків під час гасіння пожежі, основною умовою під час проведення димовидалення є здійснення паралельно основних заходів по пожежогасінню, наприклад, подачі стволів, направлених на локалізацію та ліквідацію горіння.

Під час проведення заходів по вилученню продуктів горіння може спостерігатися короткочасний негативний ефект, але паралельно створюються умови підрозділам для проведення розвідки, введення сил і засобів на гасіння пожежі. Додаткова вентиляція повинна реалізовуватись лише на вирішальному напрямку оперативних дій і координуватись з іншими заходами по пожежогасінню.

КГП повинен чітко визначити, на якому саме етапі та де краще застосувати додаткову вентиляцію:

- якщо пожежа тільки на початкових стадіях, то актуально використовувати додаткову вентиляцію саме в приміщенні, яке охоплене вогнем;
- якщо за результатами розвідки зрозуміло, що пожежа динамічно розвивається та розповсюджується, то доцільніше здійснювати додаткову вентиляцію суміжних приміщень для запобігання зростанню температури і, як наслідок, швидкого поширення вогню.

Також необхідно пам'ятати і враховувати, що приплив свіжого повітря в зону горіння може викликати ефект «зворотної тяги».

3.4. Організована вентиляція будівель та споруд

Взагалі вентиляцією (від лат. Ventilatio – провітрювання), за загальноприйнятим визначенням, називають регульований повітрообмін у приміщенні, а також пристрої, які його створюють. Призначенням вентиляції є підтримка хімічного та фізичного стану повітря, що задовольнить гігієнічним вимогам, тобто забезпечення певних метеорологічних параметрів повітряного середовища та чистоти повітря. До чинників, шкідлива дія яких усувається з допомогою вентиляції, зараховують: надлишкову теплоту (конвекційну, що викликає підвищення температури повітря, і променисту); надлишкові водяні пари - волога; гази і пари хімічних речовин та пил.

За способом організації повітрообміну в приміщеннях вентиляція може бути загальнообмінною, місцевою, змішаною, аварійною та протидимного.

За призначенням системи вентиляції поділяються на припливні і витяжні. Системи вентиляції, що видаляють забруднене повітря з приміщення, називаються витяжними. Системи вентиляції, що забезпечують подачу в приміщення зовнішнього повітря, що підігрівається в холодний період року, називаються припливними. Витяжні системи вентиляції залежно від місця видалення шкідливих виділень, а припливні – від місця подачі зовнішнього повітря поділяються на загальнообмінні, місцеві та змішані.

Загальнообмінна вентиляція передбачається для створення однакових умов повітряного середовища (температури, вологості, чистоти повітря і його рухливості) у всьому приміщенні, головним чином в робочій зоні. Коли будь-які шкідливі речовини поширюються по всьому об'єму приміщення або немає можливості вловити в місцях виділення. Загальнообмінна вентиляція може бути як припливною, так і витяжною, а частіше приточно-витяжною, що забезпечує організований приплив і видалення повітря.

При місцевій витяжній вентиляції забруднене повітря видаляється прямо з місць його забруднення. Місцева припливна вентиляція застосовується в тих випадках, коли свіже повітря потрібно лише в певних місцях приміщення (на робочих місцях). Прикладом такої вентиляції може слугувати повітряний душ – струмінь повітря, спрямований безпосередньо на робоче місце.

Змішані системи, що застосовуються головним чином у виробничих приміщеннях, – це комбінації загальнообмінної вентиляції з місцевою.

Аварійні вентиляційні установки передбачають у приміщеннях, у яких можливе раптове несподіване виділення шкідливих речовин в кількостях, які значно перевищують допустимі. Ці установки облаштовують тільки в тому випадку, якщо необхідно швидко видалити шкідливі виділення.

Протидимна вентиляція передбачається для забезпечення евакуації людей з приміщень будівлі на початковій стадії пожежі.

Питання про те, яку з перерахованих систем вентиляції слід влаштовувати, вирішується в кожному окремому випадку залежно від призначення приміщення, характеру шкідливих виділень, що виникають у ньому, і схеми руху повітряних потоків всередині будівлі.

Зазвичай у всіх житлових на промислових будівлях проектується та облаштовується вентиляція всіх приміщень з метою забезпечення постійної циркуляції свіжого повітря, зменшення концентрації вуглекислого, чадного, а також інших нехарактерних для чистого повітря сумішей газів, що можуть утворюватися внаслідок виробництва чи життєдіяльності людини.

Розділяють три види організованої вентиляції:

- природна;
- механічна (примусова);
- гідравлічна.

Вентиляційні системи, що облаштовуються в будівлях та спорудах різного призначення, як правило повинні забезпечувати відповідний рівень пожежної безпеки, а саме:

- не допускати поширення продуктів згорання в суміжні приміщення;
- мати відповідний ступінь вогнестійкості;
- забезпечувати видалення та направлення продуктів згорання з будівлі, що досягається завдяки облаштуванню автоматичних засувок та інших систем.

Природна вентиляція

Організація природної вентиляції в будівлях здійснюється завдяки, розглянутій вище, різниці температур. Для здійснення цього типу вентиляції в будинках облаштовуються витяжні канали (короби), які, як зрозуміло,

працюють тільки на видалення «відпрацьованого» повітря. Але одночасно з витяжними каналами можливе окреме облаштування і припливних каналів для свіжого повітря.

Природна вентиляція на сьогодні характерна для будинків малої поверховості, а також для будинків старої забудови. Необхідно відмітити, що такий тип вентиляції не сприяє поширенню продуктів згорання під час пожежі між житловими приміщеннями, завдяки розділенню каналів.

Механічні системи вентиляції

На відміну від природної вентиляції, механічні системи більш характерні для промислових об'єктів і для житлових будинків підвищеної поверховості.

Механічна вентиляція може виконувати такі функції:

- примусове нагнітання свіжого повітря в приміщення. Відпрацьоване повітря видаляється через нещільності дверних та віконних прорізів. Ця система корисна тим, що створює надлишковий тиск в приміщенні чи протипожежних відсіках;

- примусове видалення повітря. Вентилятори примусово здійснюють забір через вентиляційні канали. Відповідно цей тип вентиляційної системи створює від'ємний тиск в приміщенні чи протипожежних відсіках.

- комбінований спосіб примусової вентиляції (найкращий варіант). Здійснюється примусова подача свіжого повітря (по окремому вентиляційному каналу) та примусовий забір відпрацьованого.

Під час пожежі механічна вентиляція забезпечує надійний захист суміжних приміщень від продуктів згорання, але лише за умови постійної роботи димовсмоктувачів. Відключення механічної системи вентиляції під час пожежі, зазвичай призведе до неконтрольованого поширення продуктів згорання по всій будівлі за рахунок розгалуженої та з'єднаної між собою системи вентиляційних каналів.

Таким чином до сучасної системи механічної вентиляції ставляться особливі вимоги пожежної безпеки щодо забезпечення своєї працездатності під час пожежі.

Гідравлічна вентиляція

Цей тип вентиляції є найменш поширеним серед пожежно-рятувальних підрозділів за рахунок низької продуктивності та необхідності перебування підрозділів безпосередньо в задимленому приміщенні. Застосування гідравлічної вентиляції передбачає використання водяних стволів з подачею води під високим тиском.

Однак гідравлічна вентиляція може застосовуватися як на початкових стадіях проведення розвідки, так і під час заключного етапу проливання та розбори конструкцій у випадках, коли застосувати більш ефективніші прийоми вентиляції неможливо або не ефективно.

3.5. Умови зміни тиску в будівлі за рахунок розвитку пожежі та здійснення вентиляції

Розповсюдження продуктів горіння під час пожежі залежить від зміни тиску всередині будівлі і навколо неї. Для ефективного димовидалення необхідно змінити розподіл тисків або скористатися існуючими умовами таким чином, щоб продукти згорання направилися в необхідному напрямку. Продукти згорання рухаються від низького до високого тиску. Чим більший перепад тиску, тим швидше буде рухатись потік газів. Чітко визначити чи спрогнозувати умови тиску в середині і зовні будівлі в край важко.

У звичайних умовах, як було зазначено вище, тиск в будівлі змінюється за рахунок:

- перепаду температур повітря;
- впливу повітряних мас;
- облаштування вентиляційних каналів (природна чи механічна вентиляція).

А під час розвитку пожежі тиск змінюється за рахунок:

- теплового розширення газів;
- теплової виштовхувальної сили.

Усі ці величини практично ідентичні одна одній, що означає те, що зміна однієї з них може кардинально вплинути на розподіл і рух продуктів згорання в цілому.

Звісно, слід зауважити те, що в кожному випадку та чи інша величина може значно домінувати за рахунок: конструктивних особливостей будівлі, розмірів та динаміки поширення пожежі, кількості горючих матеріалів і тощо. Тому керівник гасіння пожежі (КГП) перед тим, як прийняти рішення щодо проведення дій по здійсненню димовидалення, повинен чітко для себе проаналізувати та визначити домінуючий фактор, що буде впливати на подальше розповсюдження продуктів згорання.

Для прикладу:

- для будинків підвищеної поверховості будуть характерні великі перепади тиску, пов'язані насамперед з різницею температур, особливо в холодну пору року;
- вітер може мати сильний вплив на поширення продуктів згорання, як всередині будівлі, так і зовні, особливо в певних географічних регіонах чи місцевостях;
- примусова вентиляція може сприяти поширенню диму на значну площу як у випадку її відключення, так і при умові її роботи в залежності від розміщення осередку пожежі;
- у випадку швидкого розповсюдження пожежі та стрімкого зростання температури буде відбуватися збільшення об'єму продуктів згорання та подальше їх переміщення вгору за рахунок теплового розширення та виштовхувальної сили. У цих умовах вказані чинники будуть переважати над всіма іншими.

Але таке рішення повинно бути однозначно прийняте задля забезпечення успіху проведення робіт з евакуації людей, збереження матеріальних цінностей і швидкої ліквідації пожежі.

Контрольні питання до розділу 3

1. Мета і призначення димовидалення на пожежі.
2. Реалізація пожежної вентиляції.
3. Основні принципи димовидалення.
4. Організована вентиляція будівель та споруд.
5. Умови зміни тиску в будівлі через розвиток пожежі та здійснення вентиляції.

РОЗДІЛ 4

ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З ДИМОВИДАЛЕННЯ НА ПОЖЕЖІ

4.1. Розміри отворів для проведення вентиляції на пожежі

Загалом точно розрахувати та задати необхідні розміри отворів, для проведення вентиляції на пожежі, а тим більше під час проведення оперативних дій – неможливо. Однак необхідно керуватися і враховувати певні принципи утворення вентиляційних отворів. Під час димовидалення важливо, щоб вентиляційні отвори розміщувалися в потрібному місці відносно осередку пожежі.

Температура в задимленому або палаючому приміщенні є ключовим чинником, що впливатиме на розмір вентиляційних отворів, які своєю чергою, впливатимуть на швидкість розвитку пожежі в приміщенні. На розмір вентиляційних отворів також впливатиме мета їх утворення, тобто, який саме тактичний прийом необхідно забезпечити під час димовидалення. Під час утворення вентиляційних отворів необхідно пам'ятати, що між ними повинна існувати деяка кореляція, щоб об'єм газів, що виходив назовні, відповідав об'єму чистого повітря, яке надходитиме.

На практиці насправді буває досить важко забезпечити необхідне співвідношення отворів за рахунок конструктивних особливостей будинків. Однак бувають випадки, коли вентиляційні отвори повинні бути якнайбільші. Для прикладу, під час пожеж, які супроводжуються стрімким та досить високим підвищенням температури. З іншого боку бувають випадки, коли краще забезпечити вихід надлишкової температури чи продуктів горіння через більшу кількість малих отворів замість одного великого. Однак менші отвори створюють більший опір для виходу продуктів згорання, що також необхідно враховувати.

Не меншу уваги під час виконання вентиляційних отворів керівнику гасіння пожежі слід приділити часу виконання тих самих вентиляційних отворів та підготовки особового складу.

Враховуючи час та технічне забезпечення підрозділу необхідно здійснювати аналіз можливості здійснення димовидалення на пожежі.

4.2. Вентиляція задимлених приміщень охоплених пожежею

З огляду на конструктивні особливості багатьох будівель та споруд необхідно пам'ятати, що в деяких випадках здійснити видалення продуктів горіння, використовуючи принципи вертикальної вентиляції буває дуже складно та неможливо. Для прикладу це можуть бути пожежі в промислових будівлях де перекриття виконане з залізобетонних плит або в багатоквартирних будинках, де єдиними ефективними джерелами вентиляції можуть слугувати двері та вікна.

Таким чином, необхідно використовувати так звану горизонтальну вентиляцію, яка ґрунтується на створенні вхідних та вихідних отворів на одному рівні з осередком займання. Як правило, за рахунок цього створюється ефект протягу, де вже принципи теплової виштовхувальної сили будуть не такі дієві.

Як зазначалося горизонтальна вентиляція переважно здійснюється за рахунок наявних вікон та дверей, чого цілком буває достатньо. Але при здійсненні горизонтальної вентиляції значну увагу слід приділити зовнішнім повітряним масам, тобто напрямку вітру. Отвори, що розміщуються нижче до підлоги з навітряної сторони, повинні слугувати в якості вхідних отворів, а отвори, що розміщуються вище (якщо такі є) з підвітряної сторони – вихідними отворами. Таким чином, можна буде використовувати теплову виштовхувальну силу гарячих газів в максимально можливій мірі, а також тиск повітряних мас, щоб максимально підсилити ефект димовидалення.

Ефект горизонтальної вентиляції значною мірою можна підвищити, використавши пожежні димовсмоктувачі.

Механічна вентиляція реалізується за рахунок використання осьових димовсмоктувачів від двигунів внутрішнього згорання, електродвигунів з різним типом захисту, а також від гідравлічної турбіни.

Пожежні димовсмоктувачі можуть працювати як на нагнітання свіжого повітря (з англ. «Positive Pressure Ventilation» – позитивна або надлишкова вентиляція), а також на відсмоктування продуктів згорання з задимленого приміщення (з англ. «Negative Pressure Ventilation» – від’ємна або негативна вентиляція).

В обов’язковому випадку використання механічних приладів димовидалення передбачає їх паралельне застосування з процесом утворення вхідних та вихідних отворів.

Слід зазначити, що застосування механічних приладів може досить суттєво вплинути на подальший сценарій розвитку пожежі. З цієї причини їх застосуванню повинен передувати чіткий аналіз ситуації та чинників на пожежі.

4.2.1. Застосування механічних димовсмоктувачів на відсмоктування продуктів згорання

Саме значення відсмоктування продуктів згорання говорить про те, що за допомогою механічного вентилятора в задимленій кімнаті створюється суттєва різниця між атмосферним тиском та тим, який створюється в кімнаті, саме через це його ще можна називати від’ємним.

Переважно пожежні димовсмоктувачі, що працюють на відсмоктування продуктів згорання, розташовують на вихідному отворі (вікна, двері) з задимленого приміщення (рис. 4.1), хоча також можливо їх використовувати і всередині приміщень, але лише в поєднанні з застосуванням напірного рукава

відповідного діаметру, через який відводяться продукти згорання назовні. Також можливо здійснювати відсмоктування продуктів згорання, розміщуючи вентилятор за межами приміщення і вихідного отвору, для цього необхідне використання спеціального всмоктуючого рукава, який безпосередньо розміщується в задимленому приміщенні.



Рис.4.1. Приклад встановлення пожежного димовсмоктувача, що працює на відсмоктування продуктів згорання

Використання димовсмоктувачів на відсмоктування продуктів згорання вимагає залучення додаткових сил та засобів (на відміну від нагнітачів свіжого повітря), а крім того, додаткових заходів по герметизації сусідніх приміщень. Саме тому цей спосіб використовується досить рідко.

Прикладом правильного використання димовсмоктувачів на відсмоктування продуктів згорання можуть бути пожежі в підвалах або інших приміщеннях, що не мають додаткових отворів, що сполучені з зовнішнім середовищем. Особливо під час заповнення підвалів піною високої кратності. Створення негативного тиску (розрідження) в приміщенні сприяє кращому та швидшому заповненню приміщення піною.

Найкраще, звісно, поєднувати два димовсмоктувачі, тобто паралельно розміщувати димовсмоктувачі на подачу свіжого повітря і на відсмоктування продуктів згорання, але в цьому випадку необхідно враховувати їхні технічні показники продуктивності. Також, розміщуючи димовсмоктувачі на відсмоктування продуктів згорання всередині задимлених приміщень, можливо контролювати напрямок поширення продуктів згорання і таким чином забезпечити безпечну евакуацію людей та роботу пожежно-рятувальних підрозділів по подальшому гасінню пожежі.

Для пожежних димовсмоктувачів з відсмоктування продуктів згорання ставлять високі вимоги по стійкості до температурного впливу та вибухозахищеності, оскільки під час відсмоктування є небезпека виникнення статичної електрики, що може призвести до вибуху.

На ефективність відсмоктування продуктів згорання впливає не тільки потужність димовсмоктувача, а також опір повітря під час використання напірних чи всмоктувальних рукавів.

У переважній більшості для відсмоктування продуктів згорання використовують димовсмоктувачі з електричним приводом за своїми характеристиками вони значно поступаються вентиляторам, які працюють на двигуні внутрішнього згорання. Потужність електродимовсмоктувачів становить близько 2000–8000 тис м³/год.

Як правило, чим більший електровентилятор, тим більша його продуктивність.

Досить корисним може бути використання димовсмоктувачів для відсмоктування не тільки продуктів згорання, але й небезпечних токсичних або хімічних газоподібних речовин з приміщень для запобігання їхнього подальшого поширення. А використання всмоктуючих та напірних рукавів дає змогу відвести ці небезпечні речовини з важкодоступних місць в безпечну зону.

4.2.2. Вентиляція з нагнітанням свіжого повітря

Завданням вентиляції з нагнітанням свіжого повітря в задимлене або охоплене вогнем приміщення є підвищення тиску всередині будівлі і, як наслідок, витіснення продуктів згорання назовні (рис. 4.2).

Основною метою нагнітання свіжого повітря є швидке зниження температури та збільшення видимості всередині приміщення для проведення подальших дій з пожежогасіння та рятування людей.

Методика застосування пожежних димовсмоктувачів ґрунтується на його розміщенні (можливе одночасне розміщення декількох нагнітачів) перед входом в задимлене середовище з подальшим нагнітанням свіжого повітря всередину та витісненням продуктів згорання через попередньо зроблені вихідні отвори.

Методика проведення вентиляції задимлених приміщень з використанням пожежних димовсмоктувачів виглядає таким чином:

1. Проведення підготовчих заходів (попереднє розгортання засобів);
2. Проведення розвідки, визначення місця осередку займання;
3. Визначення місць вихідних отворів (відкривання вікон, дверей, проведення розкриття конструкцій);
4. Встановлення пожежного димовсмоктувача та приведення його в дію;
5. Введення сил та засобів для здійснення рятування, евакуації чи пожежогасіння.

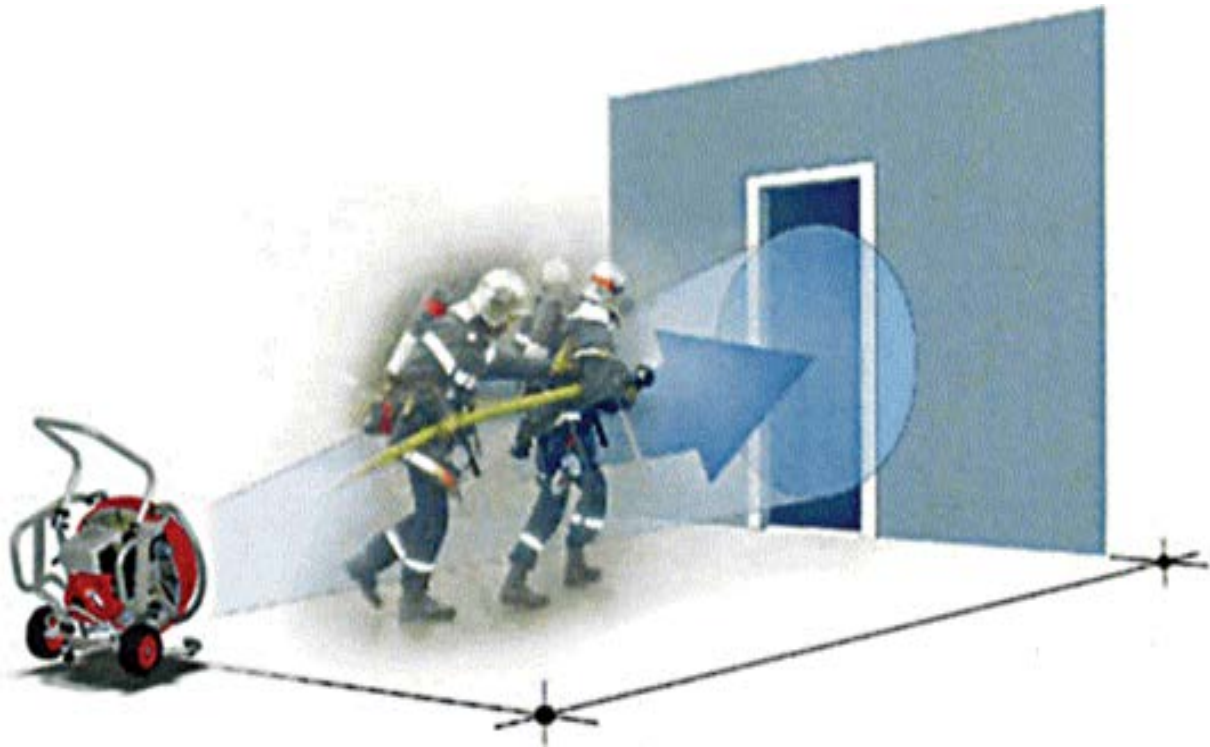


Рис.4.2. Приклад встановлення пожежного димовсмоктувача, що працює на нагнітання свіжого повітря в задимлене приміщення

Як правило для здійснення нагнітання свіжого повітря використовуються пожежні димовсмоктувач із приводом від двигуна внутрішнього згорання чи від гідравлічної турбіни. Продуктивність таких димовсмоктувачів може коливатися від 8000 до 50000 м³/год. (тобто 2–4 м³/с). На продуктивність димовсмоктувача впливатимуть такі чинники: потужність двигуна чи турбіни, форма та діаметр лопатей.

Не зважаючи на потужність пожежного димовсмоктувача, основним фактором, який впливатиме на якість та кількість повітря, що надходитиме, буде геометрія приміщення, кількість та розміщення меблів, саме тому місце розміщення димовсмоктувача має визначне значення в цьому процесі.

Для запобігання виходу продуктів згорання через вхідний отвір важливо, щоб потік свіжого повітря повністю перекривав цей отвір. Для стандартних вхідних отворів (дверей квартир чи будинків) відстань димовсмоктувача від вхідного отвору повинна бути в межах 1–3 метри, залежно від типу і розміру вентилятора. Зазвичай ця відстань визначається методом підбору або ґрунтуючись вже власному досвіді (за рахунок проведення навчальних занять).

Досить часто, якщо все-таки не вдається повністю перекрити вхідний отвір або кількість повітря, що нагнітається замала, димовсмоктувач можна розмістити всередині приміщення, за умови, що він не заважатиме роботі пожежно-рятувальних підрозділів.

Також під час проведення заходів із вентиляції задимлених приміщень, пожежні димовсмоктувачі можна розміщувати поруч один з одним (рис.4.3.) або один за одним для досягнення більшого тиску і більшої об'ємної витрати, а також для перекриття великих вхідних отворів, наприклад, дверей гаража чи цеху.

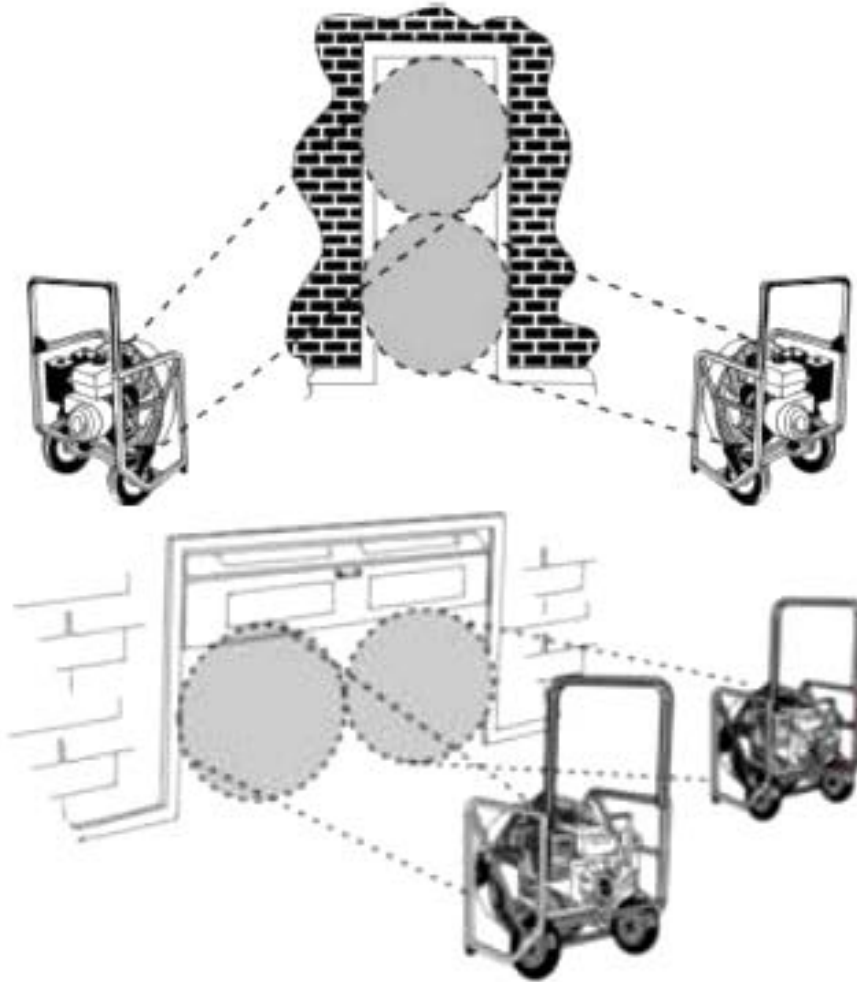


Рис.4.3. Приклад розміщення пожежних димовсмоктувачів

Для досягнення найкращих результатів вентиляції з використанням пожежних димовсмоктувачів співвідношення між вхідним та вихідним отворами повинно бути принаймні 1 до 2. Це означає, що площа вихідного отвору повинна бути однаковою, а краще в два рази більша за площу вхідного отвору.

Необхідно зазначити, що велика площа вихідного отвору забезпечує більшу об'ємну витрату, але одночасно це підвищує небезпеку потрапляння всередину приміщення зовнішніх повітряних мас, саме тому під час проведення нагнітання свіжого повітря необхідно здійснювати постійний контроль за результатами роботи.

4.3. Співвідношення між розміром впускних і випускних отворів під час вентиляції з нагнітання свіжого повітря

Для прикладу розглянемо приміщення (рис. 4.4) з вхідним отвором деякою площею A_T , швидкість переміщення повітряних мас через цей отвір буде рівна V_T при висоті $H = D_T$, висота/діаметр повітряного конуса). З протилежної сторони кімнати буде розміщуватись вихідний отвір площею A_F і швидкістю переміщення повітряних мас через нього буде рівна V_F . Димовсмоктувач має площу A_0 , діаметр D_0 , і швидкість нагнітання свіжого повітря V_0 . Припустимо, що створюваний нагнітачем повітряний конус повністю перекриває вхідний отвір у приміщення.

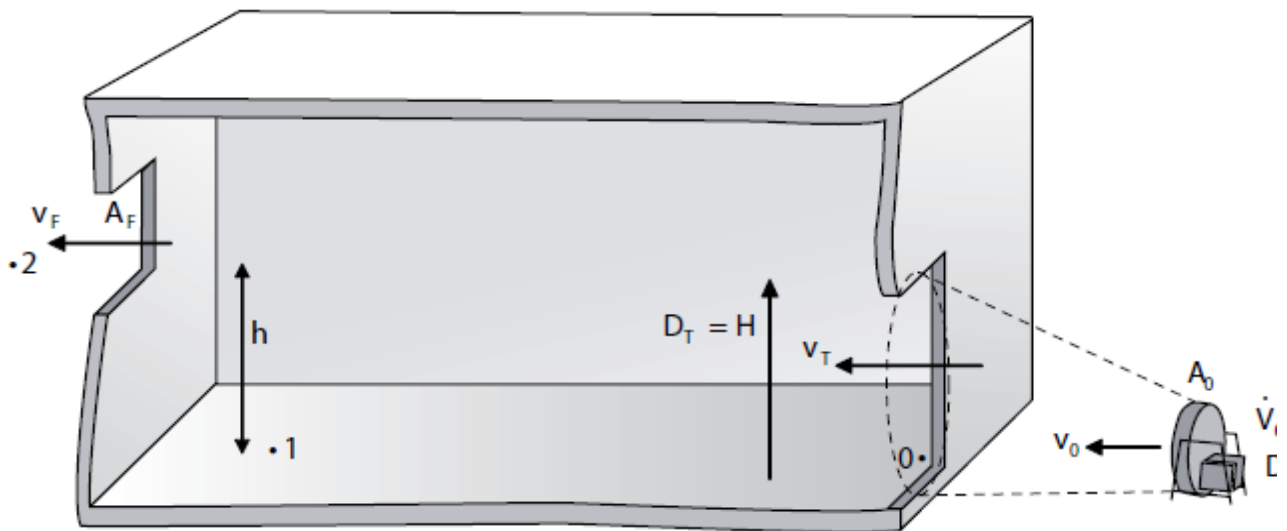


Рис.4.4. Приміщення з впускним і випускним отворами для вентиляції з нагнітання свіжого повітря

Як було зазначено раніше, за таких умов ми ігноруватимемо величину тиску, що створюється в результаті теплового розширення та виштовхувальної сили від нагрітих продуктів згорання. У тих випадках, коли використовується примусова вентиляція з надлишковим тиском, це припущення буде доречним, оскільки за цих умов вентилятор створює набагато більший тиск, ніж вогонь. До уваги також не береться вплив зовнішніх повітряних мас.

Застосувавши загальновідомий фізичний закон збереження імпульсу, отримаємо таку залежність:

$$V_T \cdot D_T = V_0 \cdot D_0 \Rightarrow V_T = \frac{V_0 \cdot D_0}{D_T} \quad (4.1)$$

Динамічний тиск, який чинить повітряний конус (від вентилятора) до вхідного отвору, визначається за формулою:

$$P_{dyn} = \frac{\rho_0 \cdot V_T^2}{2} \quad (4.2)$$

Швидкість потоку повітря від вентилятора визначається за формулою:

$$V_0 = v_0 \cdot A_0 = v_0 \cdot \frac{\pi \cdot D_0^2}{4} \quad (4.3)$$

Об'ємна витрата на виході буде визначатися за формулою:

$$V_F = C_D \cdot v_F \cdot A_F \quad (4.4)$$

де C_D коефіцієнт відтоку і залежить від геометрії вихідного отвору.

Розглянемо точки 0, 1 і 2 на рис.4.7 і використаємо рівняння Бернуллі відносно цих точок. Між точками 0–1 і точкою 2 існує деяка різниця в висоті (h).

Таким чином:

$$P_0 + P_{dyn} = P_1 + \frac{1}{2} \cdot \xi \cdot \rho_0 \cdot V_T^2 + \frac{1}{2} \cdot \rho_0 \cdot V_1^2 \quad (a)$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho_0 \cdot V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \xi \cdot \rho_0 \cdot V_F^2 + g \cdot \rho_0 \cdot h \quad (b)$$

$$P_2 = P_0 - g \cdot \rho_0 \cdot h \quad (c)$$

де ξ коефіцієнт втрати тиску у вхідному на вихідному отворах приміщення. Далі використаємо таке спрощення:

$$V_T = \frac{V_F \cdot A_F}{A_T}; V_1 \approx 0, V_2 \approx 0$$

Підставивши рівняння b і c в a , отримаємо:

$$V_F = \sqrt{\frac{P_{dyn}}{\frac{1}{2} \cdot \xi \cdot \rho_0 \cdot \left[\left(\frac{A_F}{A_T} \right)^2 + 1 \right]}} \quad (4.5)$$

За допомогою рівнянь 4.1, 4.2 і 4.3 отримаємо вираз для визначення динамічного тиску від димовсмоктувача до входу в приміщення:

$$P_{dyn} = 8 \cdot \rho_0 \cdot \left(\frac{V_0}{\pi \cdot D_0 \cdot H} \right)^2 \quad (4.6)$$

Примітка. Величина H використовується за умови, якщо висота вхідного отвору є більшою.

За допомогою рівнянь 4.1 – 4.6 ми також отримуємо, що:

$$V_f = \frac{2.44}{\pi \cdot \sqrt{\xi}} \cdot \frac{H \cdot V_0}{D_0} \cdot \left[\frac{\frac{A_F}{A_T}}{\sqrt{1 + \left(\frac{A_F}{A_T}\right)^2}} \right] \quad (4.7)$$

Аналізуючи вираз 4.7, ми можемо представити вираз у великих квадратних дужках як залежність площ вхідного (A_F) та вихідного (A_T) отворів відносно до ККД проведеної вентиляції, представленого від 0 до 1 на рис. 4.5.

$$A_f \rightarrow A_t \Rightarrow \left[\frac{\frac{A_F}{A_T}}{\sqrt{1 + \left(\frac{A_F}{A_T}\right)^2}} \right] \Rightarrow 1 - \text{ККД проведеної вентиляції} \quad (4.8)$$

Відповідно до виразу 4.8., чим більша площа вихідного отвору відносно вхідного, тим вищий ККД проведеної вентиляції (наближається до 1).

Згідно з приведеною діаграмою площа вихідного отвору повинна бути щонайменше однаковою з вхідним отвором, через який здійснюється нагнітання свіжого повітря.

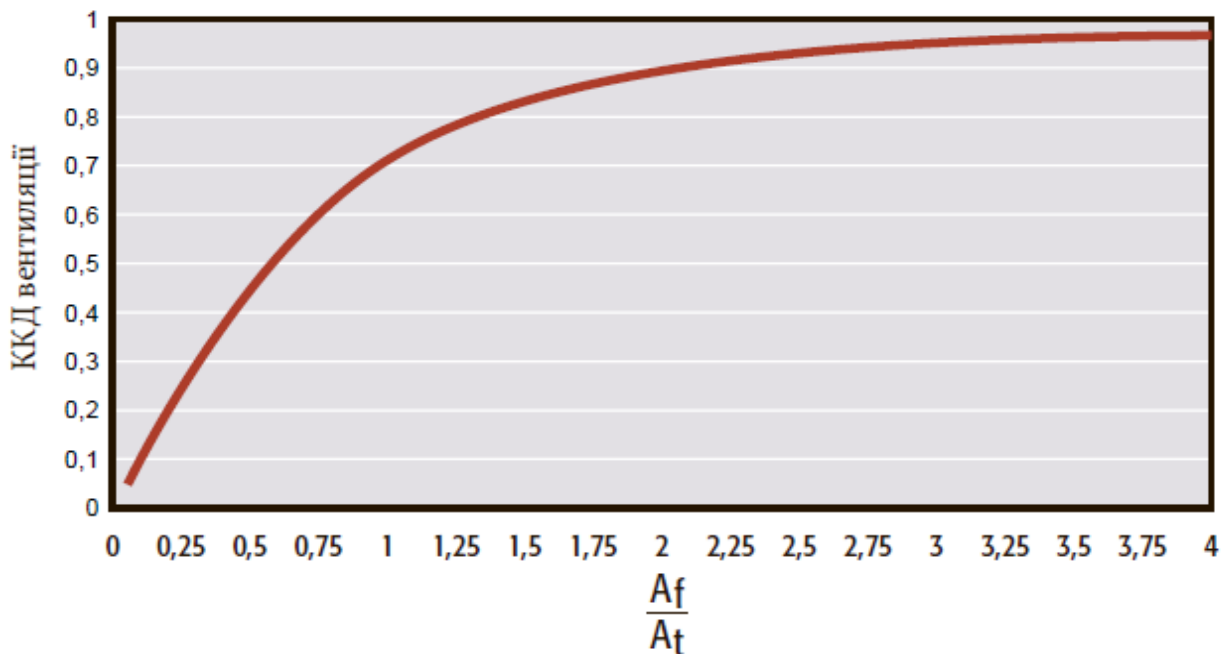


Рис.4.5. Залежність площ вхідного (A_F) та вихідного (A_T) отворів відносно до ККД проведеної вентиляції

Нагнітання свіжого повітря в задимлене приміщення є досить ефективним методом боротьби з продуктами горіння насамперед в невеликих квартирах та будинках, де загальна площа приміщень не перевищує 100–200 м² і висота стелі складає близько 3 м. Також цей тип пожежної вентиляції добре використовувати:

- для видалення продуктів горіння зі сходових клітин, що характерно для багатоповерхових житлових будинків;
- для офісних приміщень;
- для будинків коридорного типу (закладів охорони здоров'я, гуртожитків тощо).

Не рекомендується використовувати пожежні димовсмоктувачі для видалення продуктів згорання під час пожеж у великих приміщеннях (без ретельного аналізу ситуації та технічних характеристик нагнітачів), оскільки може відбутися погіршення видимості та розповсюдження продуктів згорання за рахунок збурення нагрітого повітря. У таких випадках слід взяти до уваги можливість проведення вентиляції суміжних приміщень.

Слід також пам'ятати, що надходження свіжого повітря в зону горіння може призвести до збільшення інтенсивності горіння. Саме тому нагнітання свіжого повітря необхідно проводити коли:

- відсутня небезпека утворення ефекту зворотної тяги або займання продуктів неповного згорання;
- не існує можливості здійснення прихованого горіння;
- визначено місце пожежі;
- відсутні люди на ділянці осередку пожежі та вихідний отвір.

4.4. Додаткові функції пожежного димовсмоктувача

Гідравлічна вентиляція приміщень – це метод, який повинен використовуватись одночасно з гасінням приміщення або за умови, коли всі інші методи недоступні (рис. 4.6).

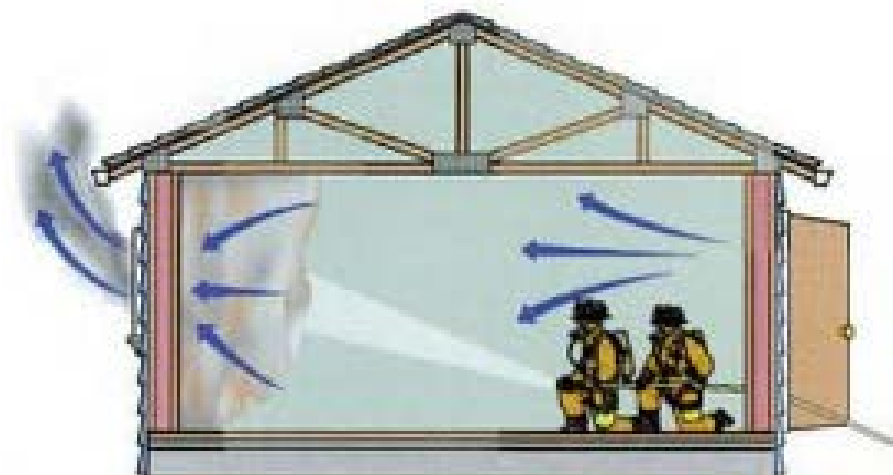


Рис.4.6. Приклад проведення гідравлічної вентиляції

Цей тип вентиляції приміщень може бути здійснений як за рахунок спеціальних пожежних димовсмоктувачів (з можливістю одночасної подачі дрібно розпиленого струменя води та повітря), так і з використанням звичайних ручних сучасних водяних стволів (з можливістю подачі водяного струменя різної конфігурації і розпиленості).

Специфіка використання цього методу вентиляції полягає у використанні розпиленого або дрібно розпиленого струменя води генерованого як пожежним стволом так і димовсмоктувачем безпосередньо в задимленому приміщенні. Як правило, цей метод можна використовувати після локалізації пожежі.

Для здійснення гідравлічної вентиляції ланка ГДЗС повинна здійснити подачу розпиленої води в безпосередній близькості до отвору, через який буде здійснюватися вентиляція причому також необхідно максимально точно підібрати кут розпилення водяного струменя таким чином, щоб він практично повністю перекривав площу вихідного отвору(рис. 4.7). У випадку використання пожежних димовсмоктувачів правила такі ж.



Рис.4.7. Розміщення газодимозахисника під час проведення гідравлічної вентиляції

За рахунок використання гідравлічної вентиляції можна здійснити видалення продуктів горіння з палаючого приміщення до $100 \text{ м}^3/\text{хв}$.

Однак цей прийом вентилявання приміщень має ряд недоліків:

- газодимозахисник повинен досить довгий час перебувати на позиції зі стволом в палаючому приміщенні;
- проведення гідравлічної вентиляції вимагає залучення значної кількості вогнегасного засобу (води) і не може бути застосоване при обмеженому протипожежному водопостачанні;
- цей спосіб вентиляції може спричинити невиправданні матеріальні втрати у разі неправильного і тривалого його здійснення, особливо в холодну пору року.

4.5. Вентиляція суміжних приміщень під час пожежі

Якщо пожежа набула значних розмірів та її гасіння значно ускладнюється небезпечними факторами пожежі (значно зросла температура, пожежею охоплене все приміщення тощо) в такому випадку необхідно здійснювати видалення продуктів горіння з приміщень або сходових клітин, які ще не охоплені вогнем.

КГП повинен здійснювати всі вище перелічені заходи для організації чи то вертикальної, чи то горизонтальної вентиляції, підсилюючи їхній ефект за допомогою використання пожежних димовсмоктувачів. У суміжних приміщеннях рекомендується створити надлишковий тиск з метою недопущення розповсюдження продуктів згорання в інші приміщення (рис. 4.8).

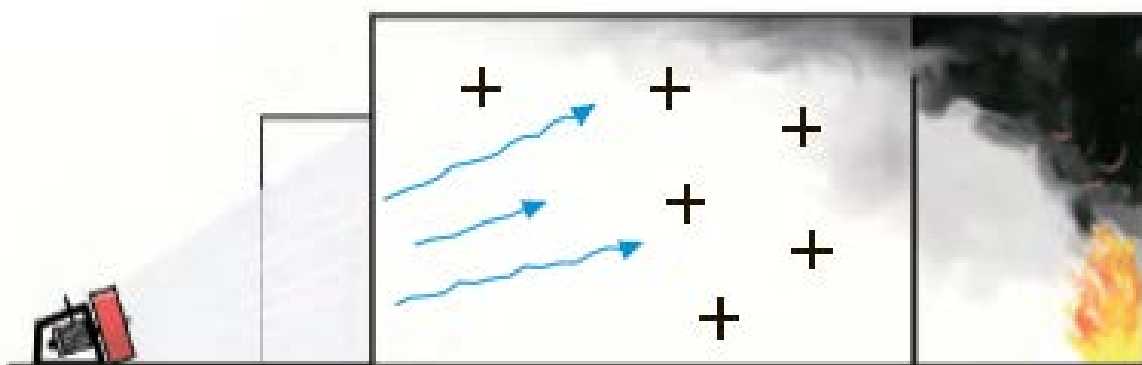


Рис.4.8. Створення надлишкового тиску в суміжних приміщеннях під час розповсюдження продуктів горіння

Зазвичай цей тактичний прийом доцільно використовувати у разі розвитку пожежі в одному окремому приміщенні і пожежно-рятувальним підрозділам важко або неможливо безпосередньо здійснювати гасіння палаючого приміщення.

Цілком очевидно, що підвищення тиску в сусідніх приміщеннях можливе лише за рахунок його умовної герметичності (відсутності вихідних отворів на кшталт вікон, дверей тощо), але у випадку, коли продукти згорання вже встигли поширитися і в суміжні приміщення однозначно необхідно здійснювати нагнітання свіжого повітря з можливістю його виходу назовні.

У випадку складного планування приміщень та необхідності нагнітання повітря в окремому приміщенні можна використовувати спеціальні напірні рукави, що дозволяють в поєднанні з брезентовими перемичками досягти бажаного ефекту.

Загалом розповсюдження продуктів згорання в суміжні приміщення несе небезпеку не лише за рахунок зменшення видимості чи зниження концентрації кисню, а й за рахунок зростання ймовірності утворення вибухонебезпечної концентрації в місцях, відділених від вогнища пожежі.

Згадуючи розглянуте вище поняття «Бекдрафт», ми можемо провести деякі аналогії з явищем, яке ми розглядаємо зараз. Передумовою для виникнення «Бекдрафт» є також накопичення значної кількості розпечених продуктів згорання за умови обмеженої вентиляції в приміщенні, що в подальшому може призвести до критичного збільшення тиску і, як наслідок, викиду продуктів згорання і руйнування конструкцій. З іншого боку величина тиску під час «Бекдрафт» є рідко руйнівною, що, в першу чергу, зумовлено величиною частки газової маси, яка попередньо змішана з чистим повітрям перш ніж відбудеться займання. Як правило, дана частка є невелика тому й зростання тиску є умовно незначним.

Однак у випадках задимлення суміжних приміщень продукти згорання мають змогу досить ретельно перемішатися з чистим повітрям, притому утворити вибухонебезпечну концентрацію, достатню у випадку займання спричинити вибух. Сила вибуху може бути достатня для руйнування конструкції приміщення (рис. 4.9).



Рис.4.9. Розповсюдження горючих газів в суміжну кімнату та їхній подальший вибух

Зараз визначення цього поняття немає в міжнародних стандартах, однак, як і у випадку з «Бекдрафт», «Флешовер» поняття вибуху продуктів згорання також використовується багатьма країнами.

4.6. Вентиляція висотних будівель

Першочергове завдання підрозділів ДСНС України – це рятування людського життя або забезпечення умов для недопущення виникнення летальних наслідків під час виникнення надзвичайної ситуації. У випадку виникнення пожежі в житловому приміщенні багатопверхового будинку пожежно-рятувальним підрозділам першочергово необхідно проводити евакуацію мешканців з вищерозташованих поверхів, як правило по основних сходових клітинах, входах та виходах з будівлі. Тому надзвичайно важливо на цій стадії не допустити розповсюдження продуктів горіння на основні евакуаційні шляхи.

Дотепер ми розглядали порядок вентиляції безпосередньо палаючих приміщень або суміжних приміщень, а у випадку багатоповерхових будівель (особливо складного планування з довгими коридорами) тактика дій підрозділів буде дещо відрізнятися.

Вирішити проблему поширення продуктів згорання на сходові клітини лише за рахунок використання пожежних димовсмоктувачів під час пожежі в багатоповерхових будівлях – не завжди вдале рішення. Бажаний ефект може бути досягнутий лише за умови 100% спрямування потоку повітря у відповідному напрямку і повній відсутності втрат створюваного тиску через вікна, двері, суміжні приміщення.

На рис. 4.10 представлені результати серії комп'ютерного моделювання розповсюдження продуктів згорання і свіжого повітря в багатоповерховій будівлі, яка враховує наявність відкритих вікон та дверей показує обчислений поширення диму в багатоповерховому будинку в основному з відкритими вікнами і дверима.

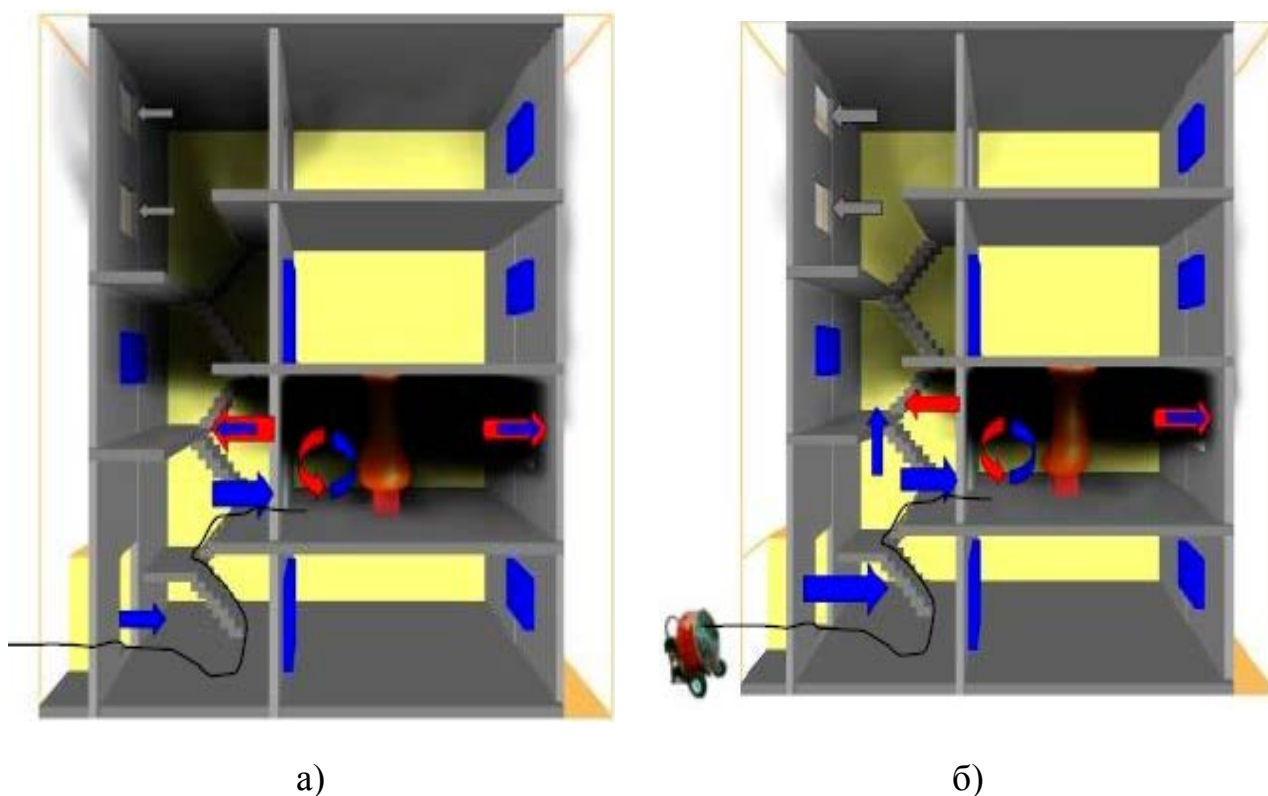


Рис.4.10 Розподіл та вплив повітряних потоків на ефективність вентиляції сходової клітини в багатоповерховій будівлі:

- а) природна вентиляція;
- б) вентиляція з використанням пожежного димовсмоктувача

Зокрема, рис 4.10 а) зображено приплив і розподіл свіжого повітря за рахунок природної вентиляції і відповідно результат на продукти згорання. Використання пожежних димовсмоктувачів рис 4.10 б) перед входом в будівлю

дає набагато кращий ефект, але все одно частина свіжого повітря витікає через інші приміщення, що впливає на якість проведення вентиляції. Окрім того, в обох випадках має місце утворення додаткових турбулентних потоків повітря безпосередньо в палаючому приміщенні, які негативно впливають на хід розвитку та поведінку вогню в палаючому приміщенні.

З огляду на цю проблему, існує дуже просте рішення для її розв'язку. Ланка ГДЗС повинна мати змогу самостійно і незалежно від конструктивних особливостей будівлі облаштовувати штучні перепони для попередження розповсюдження продуктів горіння або точкового направлення потоків свіжого повітря генерованого пожежним димовсмоктувачем.

Ця можливість дозволить значно поліпшити тактику пожежогасіння і мінімізує наслідки від продуктів згорання, що своєю чергою дасть можливість також провести безпечну евакуацію людей з палаючої будівлі.

Приклад рішення цієї проблеми зображено на рис.4.11, який показує практично ідентичну ситуацію попередній, але вже з використанням протипожежних димових перемичок. Розміщення цього технічного засобу, принаймні, у верхній частині дверного прорізу перешкоджає розповсюдженню продуктів згорання в сусідні приміщення.

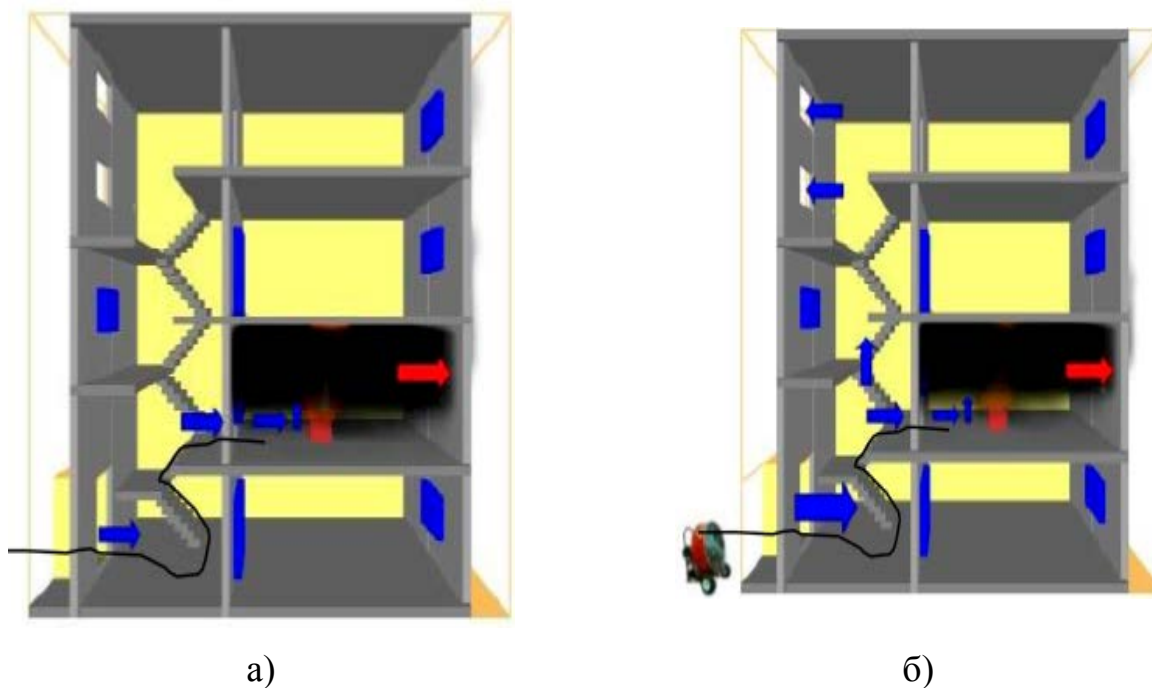


Рис. 4.11. Розподіл та вплив повітряних потоків на ефективність вентиляції сходової клітини в багатоповерховій будівлі за умови використання протипожежних димових перемичок: а) природна вентиляція; б) вентиляція з використанням пожежного димовсмоктувача.

На рис.4.11. показано, як за рахунок використання протипожежних димових перемичок значно простіше контролювати рух повітряних потоків, за рахунок чого спостерігається значно кращий ефект від проведеної вентиляції

сходової клітини. Утворення турбулентних потоків практично зникає, а свіже повітря надходить в зону горіння в значно меншій кількості і тільки на рівні підлоги. Таким чином, робота ланок ГДЗС в палаючому приміщенні так само покращується за рахунок видалення продуктів згорання через віконні прорізи.

Протипожежні димові перемички повинні відповідати багатьом вимогам з безпеки і практичним аспектам, зокрема, вони повинні бути стійкі до впливу високих температур продуктів згорання, відкритого полум'я і механічних пошкоджень.

Враховуючи численні дослідження, проведені німецькими фахівцями, починаючи з 2005 року, було визначено оптимальну конструкцію для цього типу пристрою. Найкращі результати показала конструкція, в основі якої лежить металевий телескопічний каркас зі спеціальним текстильним волокном яке використовується як завіса. Окрім того, дослідження показали, що значно кращі результати було досягнуто, якщо перемичка не повністю перекриває отвір, а лише у верхній частині, а нижня залишається вільною для доступу свіжого повітря.

На рис. 4.12. зображено сучасні (виробництво ФРН) протипожежні димові перемички та принцип їхнього монтування.



а)

б)

Рис. 4.12. Протипожежна димова перемичка: а) двері перед установкою перемички; б) монтування протипожежної димової перемички.

Окрім вищезазначеного випадку використання протипожежних димових перемичок за рахунок властивостей, якими вони наділені, їх можна так само використовувати у випадках:

- необхідності посилення герметизації дверних прорізів для унеможливлення подальшого розповсюдження вогню;
- необхідності герметизації палаючого приміщення з метою унеможливлення надходження свіжого повітря (кисню) в зону горіння;

- необхідності зменшення площі дверного прорізу для більш ефективного використання повітряного потоку, що створюється пожежним димовсмоктувачем (рис. 4.13.).

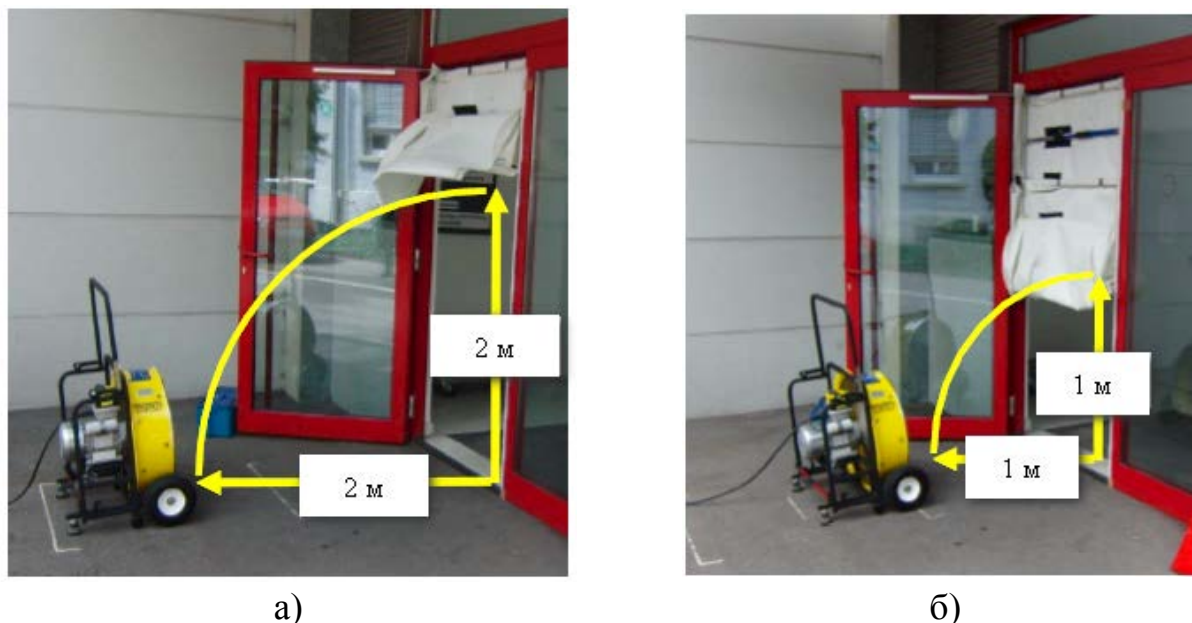


Рис.4.13. Збільшення ефективності використання пожежного димовсмоктувача за рахунок використання протипожежних димових перегородок:

- а) використання однієї перегородки може підвищити різницю тисків на 50%;
- б) використання двох перегородок може підвищити різницю тисків на 100%.

Приклад правильного використання протипожежних димових перегородок може слугувати пожежа в житловому будинку в м. Хайльброн, Німеччина, що сталося 6 лютого 2006 року (рис.4.14).



Рис. 4.14. Пожежа в багатоповерховому будинку в м. Хайльброн, Німеччина, 6 лютого 2006 року

Правильне розміщення протипожежної димової перемички пере входом у квартиру ефективно запобігло розповсюдженню продуктів згорання на сходову клітину, що надало змогу швидко та безпечно провести евакуацію мешканців будинку по сходовій клітині. Також додаткове використання пожежного димовсмоктувача перед входом в приміщення надало змогу ланкам ГДЗС здійснити додаткове видалення продуктів горіння з палаючого приміщення під надлишковим тиском, що значно пришвидшило процес ліквідації пожежі.

4.7. Створення отворів для проведення димовидалення

Проведення робіт з димовилучення практично завжди супроводжується необхідністю примусового розкриття або розрізання конструкцій різного характеру за допомогою використання різноманітного механізованого та ручного інструменту(рис. 4.15).



Рис.4.15. Приклад розкриття металевого дахового покриття з використанням дискової пили

Щодо застосування інструментів, які можна використати для прорізання чи пробиття отворів в конструкціях будинків, то не існує чітких правил та інструкцій, інша річ, що пожежник повинен орієнтуватися в якому саме випадку буде ефективний той чи інший інструмент. Також не менш важливими є знання, пов'язані з конструктивними особливостями дахів та перекриттів. Адже конструкція даху впливатиме на розмір вентиляційних отворів та на час, який необхідно буде затратити на їх утворення, також від конструкції даху будуть залежити необхідні заходи безпеки, що необхідно буде вживати оперативному розрахунку під час таких робіт.

4.7.1. Основні інструменти для виконання отворів

Інструменти, які розглянуто є на озброєні у всіх пожежно-рятувальних підрозділах і можуть бути використанні для різноманітних робіт на пожежі.

Загалом всі ручні інструменти можна розділити на механізовані та немеханізовані, а механізовані в свою чергу можуть працювати від двигуна внутрішнього згорання або від електропривода.

Механізований інструмент з електроприводом

Електромеханічний інструмент як правило має меншу вагу та габаритні розміри, на відміну від ідентичних інструментів з двигунами внутрішнього згорання. З точки зору працездатності та якості роботи в задимленому середовищі електромеханічні інструменти практично нічим не відрізняються від всіх інших, але на відміну від інструментів з двигунами внутрішнього згорання, мають ряд недоліків:

- значно меншу потужність;
- обмежений радіус дії через використання електричних кабелів;
- необхідність використання джерел електричного живлення.

Механічний інструмент з двигунами внутрішнього згорання

Найбільш поширеними та зручними для проведення різноманітних робіт на пожежі є інструменти, що працюють на двигунах внутрішнього згорання. Ці інструменти хоча і значно важчі, але значна їх потужність дає змогу суттєво скоротити час на виконання різноманітних робіт. Оскільки ці інструменти працюють завдяки згоранню пароповітряної суміші, то завжди існує можливість його зупинки під час роботи в сильно загазованому середовищі.

До роботи з різноманітним механізованим інструментам допускаються лише ті люди, які пройшли попереднє навчання і отримали відповідний допуск.

Дискові пили призначені для різання бетону, сталюого профілю, листового матеріалу та труб (рис. 4.16).



а)



б)

Рис.4.16. Дискова пила: а) для різання металу; б) для різання бетону

Дискові пили можуть бути з приводом від двигуна внутрішнього згорання та з електричним приводом. Дискова пила з приводом від двигуна внутрішнього згорання складається з двигуна внутрішнього згорання,

пиляльного апарата, диска для різання, захисного кожуха диска, паливного бака, двох руків'їв і стартера. Пиляльний апарат складається із клиноремінної передачі, маточини фрикційної муфти, направляючої консолі з натяжним пристроєм та захисного кожуха диска.

Обертальний момент від двигуна до ріжучого диска передається центробіжною муфтою зчеплення, яка при малих обертах вала двигуна автоматично роз'єднає вали двигуна та пиляльного апарата і при заклинюванні ріжучого диска в прорізі проковзує, запобігаючи зупинці двигуна. Клиноремінна передача, знижує число обертів веденого вала пиляльного апарата, забезпечуючи задану швидкість різання.

У будові дискової пили з електричним приводом відмінністю є те, що замість двигуна внутрішнього згорання, вмонтовано електричний двигун, який живиться від переносної міні-електростанції (генератора). Відповідно, для роботи з дисковою пилою з електричним приводом необхідно два пожежника: один працює з пилою, другий – на переносній міні-електростанції та під час різання масивних елементів будівельних конструкцій підтримує їх і відводить у безпечне місце.

Для різання різноманітних матеріалів застосовуються різні типи відрізних дисків, максимальна глибина різання може коливатися в межах 60 – 65 мм.

Ланцюгова пила (рис. 4.17) так само може бути з приводом від електродвигуна або двигуна внутрішнього згорання, використовується для розрізання дерев'яних, гіпсокартонних конструкцій. Глибина розпилу варіюється в межах 50 – 70 мм, залежно від виробника. Робота цього інструменту може бути порушення внаслідок різання (з необережності) металевих елементів або покрівельних матеріалів на основі бітуму.



Рис. 4.17. Бензопила для різання дерев'яних конструкцій

Технічне обслуговування та перевірку справності механізованого інструменту, яким укомплектовані пожежні автомобілі, проводять щодня при зміні караулів, після кожного застосування, ремонту, а також у строки, указані в технічних паспортах чи інструкціях щодо їх експлуатації. Тактико-технічні характеристики деяких сучасних пристроїв для розкриття конструкцій наведено в додатку 1.

З ручного немеханізованого інструменту можна використовувати різні види ломів, пожежні сокири, гаки, аварійно-рятувальні інструменти на зразок ИРАР або «Hooligantool» (рис. 4.18).



Рис. 4.18. Розкриття металевої покрівлі за допомогою гака легкого та поясної пожежної сокири для виявлення прихованого осередку пожежі або вилучення продуктів горіння

Як варіант для виконання отворів на пожежі можуть бути залучені спеціальні піротехнічні підрозділи, на озброєні яких знаходяться вибухові речовини. Одним з варіантів виконання отворів в конструкціях може бути використання сили направленої вибуху (рис. 4.19).



Рис.4.19. Піротехнічна рамка з вибуховим зарядом направленої дії

Для прикладу це може бути спеціальна рамка з жолобом, закріплена на конструкції, у жолоб вставляється заряд вибухівки з детонатором, з'єднаний за допомогою дроту з пускачем.

Ще одним специфічним інструментом для здійснення отворів та одночасного гасіння осередку займання може бути інструмент, що як ріжучий елемент використовує воду під високим тиском –ColdCutSystems «Coldcut™ Cobra» (рис. 4.20). Перевагою такого інструменту є досить велика глибина різання, близько 25 см і можливість різання практично всіх наявних матеріалів. Різання водою передбачає використання води під високим тиском, близько 200 – 300 атм з витратою води від 25 л/хв до 50 л/хв.



Рис. 4.20. Приклад роботи пожежника з пристроєм ColdCut Systems «Coldcut™ Cobra»

Якщо за результатами розвідки визначено, що є значний ризик виникнення явища «Бекдрафт» і пожежа безпосередньо супроводжується високою температурою та є значні ризики для особового складу, в такому випадку доцільніше використати ColdCut Systems «Cobra». Особливість цього технічного пристрою полягає в тому, що проведення гасіння проводиться в цілком безпечних умовах для особового складу. За допомогою води з домішками під високим тиском здійснюється невеликий отвір в огорожувальній конструкції (стіни, дах тощо), утворення якого ніяким чином не впливає на баланс свіжого і нагрітого повітря в середині будівлі (тобто не відбувається перепад тиску). У подальшому через цей отвір здійснюється подача дрібнорозпиленої води під тиском 8 атм, що призводить до суттєвого та швидкого зниження температури та осадження продуктів горіння.

Досить ефективно цей метод використовувати під час пожеж у мансардах. На сьогоднішній день є декілька модифікацій цього технічного засобу. Перший тип використовується на колінчастих автопідіймачах або авто-драбинах, де він закріплюється, як правило, на стаціонарній платформі (рис. 4.21). У такій версії робочий тиск в системі буде дорівнювати 200 атм, а витрата близько 40 – 50 л/хв. Другий варіант – це ручний варіант який працює під тиску 300 бар і витратою близько 30 л/хв та перевозиться на базі або окремого автомобіля або безпосередньо входить в комплектацію основного пожежного автомобіля.



Рис. 4.21. Варіант кріплення ColdCut Systems «Coldcut™ Cobra» на колінчастий автопідіймач

4.7.2. Безпека праці під час роботи на висотах

Як правило, під час здійснення робіт з розкриття конструкцій, для створення сприятливих умов під час димовидалення оперативно-рятувальним підрозділам необхідно проводити роботи на висотах, зокрема, для улаштування вертикальної вентиляції, використовуючи дахи будівель.

Щоб гарантувати безпеку під час такої роботи, особовому складу необхідно мати належне обладнання, використання якого вимагає ґрунтовної теоретичної підготовки та практичних навиків (рис. 4.22).



Рис. 4.22. Приклад використання спеціального спорядження під час роботи на висотах

Зазвичай під час проведення подібних операцій використовується звичайні підручні засоби, якими укомплектовуються пожежно-рятувальні підрозділи такі, як рятувальна мотузка, карабіни, пожежні драбини. Однак в поєднанні з

вищезазначеним обладнанням було б краще використовувати професійне альпіністське спорядження (рятувальну обв'язку, різноманітні системи кріплень та фіксацій рятувальної мотузки тощо), яке безпосередньо призначене для роботи на висотах.

Контрольні питання до розділу 4

1. Розміри отворів для проведення вентиляції на пожежі.
2. Вентиляція задимлених приміщень, охоплених пожежею.
3. Співвідношення між розміром впускних і випускних отворів під час вентиляції з нагнітання свіжого повітря
4. Додаткові функції пожежного димовсмоктувача.
5. Вентиляція суміжних приміщень під час пожежі.
6. Вентиляція висотних будівель.
7. Створення отворів для проведення димовидалення.

РОЗДІЛ 5

ГРУПОВІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ГДЗС

5.1. Призначення, класифікація і технічна характеристика пожежних димовсмоктувачів

Пожежні димовсмоктувачі належать до групових засобів захисту органів дихання і призначені для видалення диму з приміщень, зниження температури під час гасіння пожеж у будівлях шляхом нагнітання свіжого повітря і відсмоктування продуктів горіння, а також можуть бути використані для отримання та подавання високократної піни.

Створення необхідних умов для гасіння пожежі із застосуванням димовсмоктувачів може проводитися трьома способами:

1. Всмоктування і подальший викид диму назовні. Цей варіант застосовується, як правило, при відсмоктуванні повітря з верхньої точки приміщення;
2. Нагнітання свіжого повітря в задимлене приміщення. Цей спосіб нагнітання свіжого повітря здійснюється, як правило, у нижню точку приміщення при відкритих верхніх отворах. Рационально застосовувати цей спосіб при висоті приміщень до 6 метрів;
3. Одночасне всмоктування задимленого та загазованого повітря і нагнітання свіжого повітря при застосуванні декількох димовсмоктувачів. Цей комбінований спосіб застосовується для управління газовими потоками повітря.

Аналіз використання димовсмоктувачів на пожежах показує, що нагнітання свіжого повітря в приміщення є більш ефективним порівняно з відсмоктуванням. Так, для димовсмоктувачів з продуктивністю 24 тис. м³/год час видалення диму методом нагнітання на 20 – 25% менший, ніж при відсмоктуванні. Це пояснюється тим, що при роботі димовсмоктувача на відсмоктування створюються умови перетікання повітря із сусідніх приміщень і зовні, тому димовсмоктувач разом із продуктами згоряння всмоктує значну частину свіжого повітря. Якщо в палаючому приміщенні концентрація кисню менша ніж 16%, що викликає небезпеку для життя людей, то застосування димовсмоктувачів, що працюють на нагнітання свіжого повітря, сприяє її підвищенню, що важливо при рятуванні людей на пожежі.

Небезпечний для життя людей також вплив високої температури нагрітих газів і продуктів горіння не тільки в палаючому, але і в суміжних з палаючим приміщеннях. При температурі нагрітих газів яка вища ніж температура людського тіла, може статися тепловий удар. При подальшому підвищенні температури відчуваються болі, що обмежує час перебування в такому середовищі. Небезпечним є також вплив теплового випромінювання на відкриті поверхні тіла. Так, теплове випромінювання інтенсивністю 1,1 – 1,4 кВт/м² викликає у людини тіж відчуття, що і температура навколишнього середовища 42 – 46 °С.

Застосування комбінованого способу управління газовими потоками за допомогою димовсмоктувачів дозволяє знизити температурний вплив на людину на основних шляхах евакуації.

Правильне і своєчасне використання димовсмоктувачів дозволяє полегшити і прискорити процес гасіння пожежі шляхом зниження концентрації диму і температури в приміщенні, де відбувається горіння.

Загальні вимоги, пропоновані до димовсмоктувачів, зводяться до такого. Вони повинні створювати таку кратність обміну повітря, щоб у міру видалення диму забезпечувалася нормальна концентрація кисню в приміщенні і кількість шкідливих газів знижувалася до безпечних концентрацій.

Наявні на озброєнні пожежно-рятувальної служби димовсмоктувачі поділяються за такими основними ознаками:

1) за призначенням:

- переносні (ДПЕ-7, ДПМ-10, ДПГ-10, ДП-100);
- причіпні (ДП-30);
- автомобілі димовидалення (АД-90 (66) 183).

2) за приводом димовсмоктувача:

- механічні (Дружба-4; "Урал-5" – ДПМ-10; ГАЗ-24-01 – ДП-30; ГАЗ-66 – ДП-90);
- електричні (ДПЕ - 7);
- гідравлічні (ДПГ-10);
- за принципом роботи:
 - вентиляторні (відцентрові і осьові);
 - ежекційні.

Відцентровими вентиляторами називають машини для переміщення чистих газів і газових сумішей з дрібними матеріалами, що мають ступінь підвищення тиску не більше 1,15 при щільності потоку $1,2 \text{ кг/м}^3$.

Характерною ознакою відцентрового вентилятора є підвищення тиску за рахунок відцентрової сили газу, що рухається в робочому колесі від центру до периферії.

Конструктивний пристрій відцентрового вентилятора найпростішого типу показано на рис. 5.1. Робоче колесо вентилятора складається з литої маточини 1, жорстко зв'язаною з основним диском 2. Робочі лопаті 3 кріпляться до основного диску 2 і переднього диску 4, що забезпечує необхідну жорсткість лопатної решітки 5. Корпус 7 кріпиться до литої (зварної) станини 8, на якій розташовуються підшипники 9, несучий вал вентилятора з посадженим на нього робочим колесом. Крутний момент на вал передається через шків 6.

Відцентрові вентилятори позначаються згідно з ГОСТ буквою Ц, що вказує на основну ознаку – відцентровий – і номер, який вказує на значення зовнішнього діаметра робочого колеса, виражений в дециметрах. Наприклад, відцентровий вентилятор із діаметром робочого колеса 400 мм, що має при максимальному ККД коефіцієнт швидкості 70, позначається Ц 4-70-4.

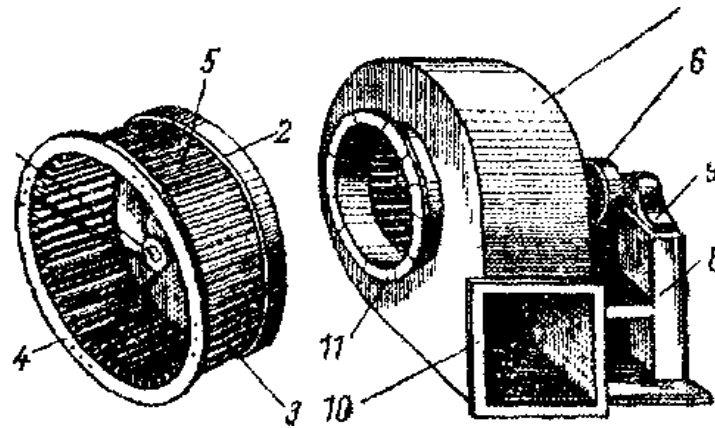


Рис. 5.1. Відцентровий вентилятор:

1 – маточина; 2 – основний диск; 3 – робочі лопаті; 4 – передній диск;
 5 – решітка; 6 – шків; 7 – корпус, 8 – станина; 9 – підшипники; 10 – фланець
 напірної труби; 11 – фланець всмоктуючої труби

Осьовими вентиляторами називають машини для переміщення чистих газів і газових сумішей. Характерною ознакою осьового вентилятора є передача енергії з валу потоку за допомогою робочого колеса, що складається з консольних лопатей, закріплених на втулці (рис. 5.2).

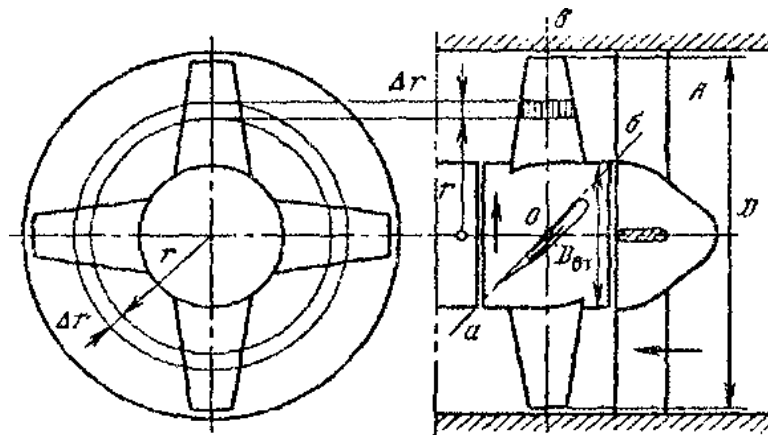


Рис. 5.2. Схема чотирьохлопатевого осьового вентилятора

Оскільки колесо машини, обертаючись, утримується в осьовому напрямку, а лопаті його закріплені під кутом до площини обертання, то насос переміщує газ уздовж осі. Під час цього потік газу деякою мірою закручується.

Аналогічно до відцентрових вентиляторів номер осьового вентилятора – це діаметр окружності, на якій лежать зовнішні кінці робочих лопатей (діаметр робочого колеса, виражений в дециметрах).

Досвід експлуатації димовсмоктувачів показує, що відцентрові вентилятори можуть видаляти гази, нагріті до 500 – 600 °С протягом 1 год. – тоді коли осьові – до температури 300 – 350 °С, оскільки в осьовому вентиляторі його привід знаходиться в потоці нагрітих газів.

У пожежній техніці найбільшого поширення набули відцентрові і осьові димовсмоктувачі (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Технічні характеристики димовсмоктувачів

№ з/п	Показники	Пересувні осьові				Відцентрові причіпні та на шасі авто	
		ДПМ-7	ДПЕ-7	ДП-10	ДП-100	ДП-30	АД-90 (66)183
1.	Продуктивність по повітрі, тис. м ³ /год.	10– 12	7	10–12	100	30	95
2.	Продуктивність по піні, тис. м ³ /хв.	120	120	70 – 120	75	240	540
3.	Кратність піни при 12% розчині піноутворювача, не менше	800	800	800	800	800	600-800
4.	Продуктивність по розчину, тис.м ³ /год.	2,5	2,5	2,5	1,56	5,0	15,0-11,2
5.	Потужність двигуна, кВт	2,5	1,1	-	4,5	40,4	84,5
6.	Кількість обертів приводу, об/хв.	3600	3000	3600	3000	1070	1500-2500
7.	Довжина рукавів, м:	5 10	5 10	5 10	7 40	8 10	4×4 10
	- всмоктуючого						
8.	Діаметр рукавів, мм:	520	520	520	320	-	4×500 1000
	- всмоктуючого						
9.	Маса в комплектації, кг	92	76,5	85	160	1600	6120

5.2. Осьові пожежні димовсмоктувачі

До осьових димовсмоктувачів належать: ДП-7 (з механічним приводом ДПМ-7 або з електричним приводом ДПЕ-7; ДП-10 з приводом від гідротурбіни (рис. 5.3.) Це димовсмоктувачі переносні пожежні.



Рис. 5.3. Загальний вигляд осьових димовсмоктувачів: а) ДП-7; б) ДП-10

Димовсмоктувач ДПЕ-7 застосовується для комплектації спеціальних пожежних автомобілів, обладнаних джерелами електроенергії для його роботи (АЗО, АГ, АТ). Оскільки димовсмоктувач ДПМ-7 працює від бензопил «Урал-5» або «Дружба-4», а димовсмоктувач ДПГ-10 – від активної турбіни, можуть застосовуватися і для укомплектування основних пожежних автомобілів.

Димовсмоктувач ДП-7 (рис. 5.4) (димовсмоктувач без приводу) це агрегат, що складається з корпусу 4, робочого колеса 6, редуктора 9, переднього заднього обтічників 7 і захисних сіток - 1.

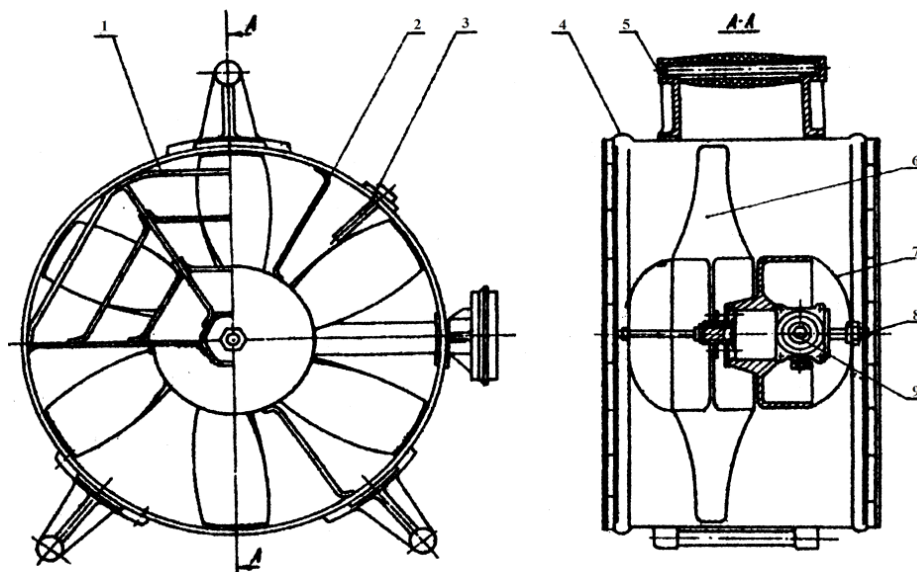


Рис. 5.4 . Димовсмоктувач ДП-7: 1 – захисна сітка; 2 – спиця; 3 – термометр; 4 – корпус; 5 – ручка; 6 – робоче колесо; 7 – обтікач; 8 – маслянка; 9 – редуктор

На зовнішній поверхні корпусу встановлені кронштейни ручок і термометр 3 для візуального спостереження за температурою газів, які відсмоктуються. Верхня ручка 5 призначена для перенесення димовсмоктувача, а дві нижні – для його встановлення на горизонтальну площину. До внутрішньої поверхні корпусу кріпиться три спиці 2 опори редуктора.

Редуктор одноступінчатий, конічний з передавальним числом $1 = 24:13 = 1,85$ складається з двох корпусів, вала провідної шестерні і вала веденої шестерні. Ведучий і ведений вали шестерень встановлені на кулькових підшипниках. На передній кінець провідного вала шестерні на шліцах встановлюється маточина фрикційної муфти, а на передній кінець веденого вала шестерні за допомогою шпонки – робоче колесо.

Наповнення корпусу редуктора мастилом і мастило переднього підшипника ведучого вала шестерні здійснюється через маслянку 8.

Принцип роботи: ДП-7 після запуску мотоприводу або включення електродвигуна, обертовий момент з валу приводу передається на вал робочого колеса через конічний редуктор.

Подача піни високої кратності (600 – 800) димовсмоктувачами здійснюється за допомогою ПГУ-120 (піногенеруюча установка продуктивністю 120 л/хв розчину піноутворювача), яка розташовується в передній частині напірного рукава і кріпиться до димовсмоктувача за допомогою хомута із замком. Загальна будова показана на рис. 5.5.

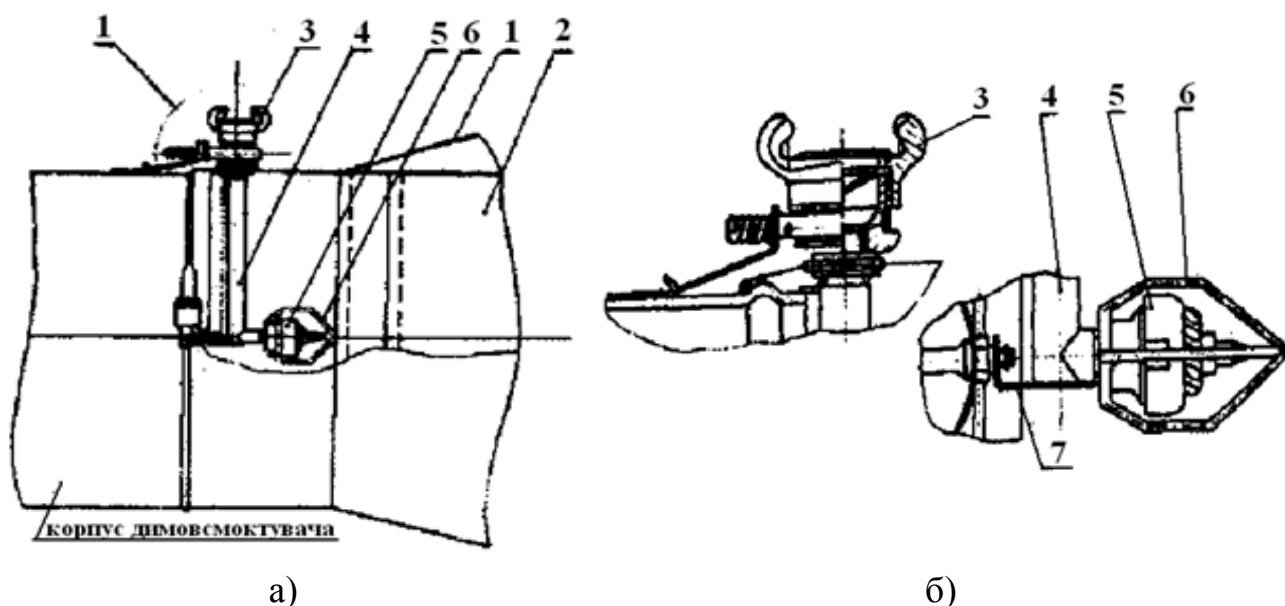


Рис. 5.5 а, б. Загальна будова ПГУ-120:

*1 – рукав; 2 – тканинна сітка; 3 – з'єднувальна головка; 4 – трубопровід;
5 – розпилювач; 6 – захисна сітка; 7 – маслянка*

Принцип дії ПГУ такий самий, як і ГПС-200, 600, 2000. ПМП отримують у результаті змішування 3-х компонентів: води, піноутворювача і повітря. Для отримання піни використовується 6% – 12% розчин ПУ з водою, при цьому дозатор ПЗ-5 на ПН ставлять на поділку 1.

Від пожежного автомобіля по напірних пожежних рукавах, приєднаному до з'єднувальної головки 3, розчин піноутворювача по трубопроводу 4 надходить до розпилювача 5, де розпорошується і потрапляє на тканинну

сітку 2. Потік повітря від димовсмоктувача, який працює, видуває на сітці бульбашки високократної піни, яка по напірному рукаву 1 димовсмоктувача подається до осередку пожежі.

Рукави виконані з тканинних матеріалів на сталевих кільцях, розтягнутих в оперативному положенні на тросах, що дозволяє отримати мінімальні габаритні розміри в транспортному положенні.

У комплект димовсмоктувача ДПМ-7 з мотоприводом входять:

- власне димовсмоктувач ДП-7 – 1 шт.;
- всмоктувальний рукав – 1 шт.;
- напірний рукав з ПГУ-120 -1 шт.;
- мотопривід «Дружба-4» або «Урал-5» – 1 шт.;
- перемичка – 1 шт.;
- штанга – 3 шт.

У комплект димовсмоктувача ДПЕ-7 з електроприводом входять:

- власне димовсмоктувач ДП-7 – 1 шт.;
- всмоктувальний рукав – 1 шт.;
- напірний рукав з ПГУ-120 – 1 шт.;
- електродвигун у зборі з пультом управління – 1 шт.;
- трійник – 1 шт.;
- захисний пристрій – 1 шт.;
- котушки з кабелем – 3 шт.;
- перемичка – 1 шт.;
- штанга – 3 шт.

Електродвигун 4АХ71В2 в зборі з пультом управління і хомутом кріплення до димовсмоктувача ДП-7 підключається до мережі змінного струму, напругою 220/380 В. На пульті управління розташований пакетний вимикач для включення електродвигуна і сигнальна неонові лампа ТН-0,3 що загоряється після натискання на кнопку «Пуск» захисно-вимикального пристрою. Через фрикційну муфту, встановлену на валу електродвигуна, крутний момент передається на маточину фрикційної муфти переднього кінця провідного валу редуктора димовсмоктувача.

Трійник призначений для підключення до пульта управління генератора АЗО, АГ, АТ.

Захисно-відключальний пристрій (ЗВП) служить для відключення електродвигуна димовсмоктувача у разі короткого замикання при струмі витоку до 0,05 А протягом до 0,05 с. ЗВП розраховане на напругу живлення 220/380 В з частотою 50 Гц і має гнізда штепсельних з'єднань для підключення до пульта управління і кабелях живлення електродвигуна і кнопку «Пуск».

Для живлення електродвигуна застосовуються три котушки з кабелем, кожна по 30 метрів. Принципова електрична схема приєднання електродвигуна показана на рис. 5.6.

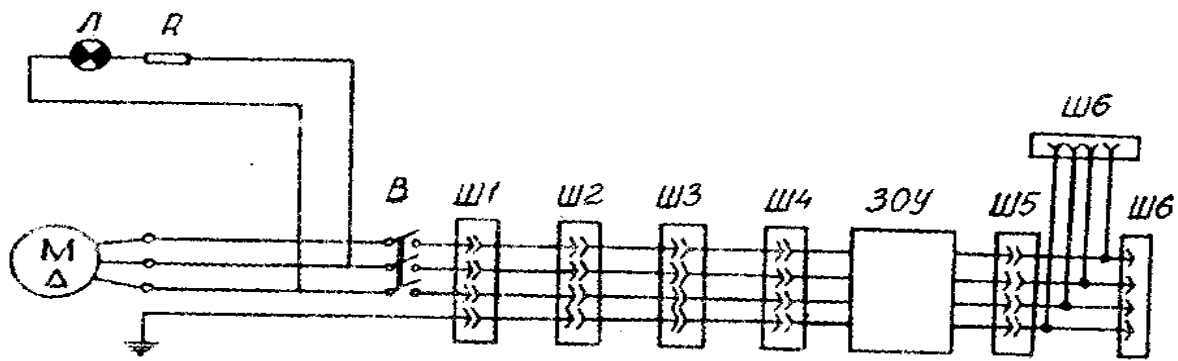


Рис. 5.6. Принципова електрична схема ДПЕ-7:

B – пакетний вимикач; *M* – електродвигун; *Л* – сигнальна лампа; *R* – баластний опір; *ЗВП* – захисно-відключальний пристрій; *Ш1* - *Ш6* – штепсельні з'єднання

У комплект димовсмоктувача ДПГ-10 з гідроприводом входять:

- димовсмоктувач з гідротурбіною – 1 шт;
- всмоктувальний рукав – 1 шт.;
- напірний рукав з ПГУ-120 – 1 шт.;
- перемичка – 1 шт.;
- штанги – 3 шт.

Димовсмоктувач ДПГ-10 це осьовий вентилятор, змонтований разом із приводом (гідротурбіною) всередині корпусу. Робоче колесо димовсмоктувача встановлюється на валу гідротурбіни, яка має два патрубків – вхідний і вихідний.

При роботі гідротурбіни вода подається через напірний (вхідний) патрубків з витратою 3 – 5 л/с під тиском 0,4 – 1,0 МПа (4 – 10 кгс/см²) на лопатки робочого колеса гідротурбіни, обертаючи його, передаючи частину своєї енергії робочому колесу димовсмоктувача, і відводиться через бічний отвір кришки гідротурбіни у вихідний патрубків.

Приводити в дію гідротурбіну водою можливо одним із таких способів (рис. 5.7):

- а) від пожежного автомобіля по замкнутому циклу: цистерна пожежного автомобіля – насос пожежний – гідротурбіна димовсмоктувача – цистерна (рис. 5.7.а);
- б) від пожежного автомобіля з відкритого циклу: водойма (гідрант, цистерна) – насос пожежний-гідротурбінний димовсмоктувач – вільний злив або робота водяних і повітряно-пінних стволів (рис. 5.7.б);
- в) від водопровідної мережі високого тиску: водопровід – турбіна димовсмоктувача – вільний злив або робота водяних стволів (рис. 5.7.в);
- г) від пожежного автомобіля по замкнутому циклу: цистерна пожежного автомобіля – насос пожежний – розгалуження триходове – один вихід до – гідротурбіни димовсмоктувача – цистерна; другий вихід від розгалуження до – пінозмішувача – піногенеруюча установка (рис. 5.7.г).

Робочі схеми застосування димовсмоктувача визначаються в кожному конкретному випадку при обов'язковому врахуванні сформованої обстановки, конструктивних особливостей споруди, умов руху газових потоків і тощо. ДП-7, ДП-10 працюють, як звичайні вентилятори, але треба враховувати, куди їх розвертати (відкачування диму або нагнітання свіжого повітря).

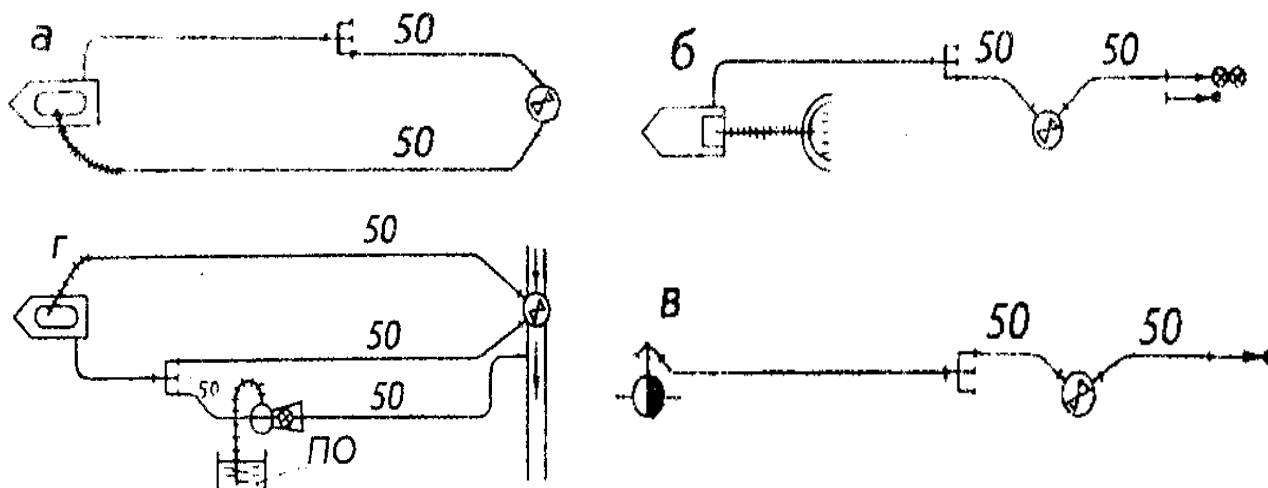


Рис. 7.7. Схеми способів живлення гідротурбіни водою:
а – схема: АЦ-ДПГ-АЦ; *б* – схема: АНР-ДПГ-пожежні стволи;
в – схема: гідрант-ДПГ-злив; *г* – отримання ПМП з використанням ДПГ і ПЗ

Робочі схеми застосування димовсмоктувача визначаються в кожному конкретному випадку з обов'язковим врахуванням сформованої обстановки, конструктивних особливостей споруди, умов руху газових потоків тощо. ДП-7, ДП-10 працюють, як звичайні вентилятори, але треба враховувати, куди їх розвертати (відкачування диму або нагнітання свіжого повітря).

Димовсмоктувач причіпний ДП-30, виготовлений на базі мотопомпи МП-1600, у якій замість відцентрового насоса ставиться відцентровий вентилятор із знижуючим редуктором, які мають передавальне число 1,776. Загальний вигляд ДП-30 показано на рис.5.8.



Рис. 5.8. Загальний вигляд ДП-30

Крутний момент від двигуна до вентилятора передається через муфту зчеплення.

У комплект димовсмоктувача ДП-30 входять:

- всмоктувальний рукав – 1 шт.;
- напірний рукав з ПГУ-240 – 1 шт.;
- перемичка – 1 шт.;
- штанга – 3 шт.

Брезентові перемички, які застосовують для димовсмоктувачів (рис. 5.9), призначені для попередження проникнення диму з палаючих приміщень в сусідні для забезпечення місць встановлення димовсмоктувачів і для забезпечення направлення потоків повітря або піни під час роботи піногенераторної установки.

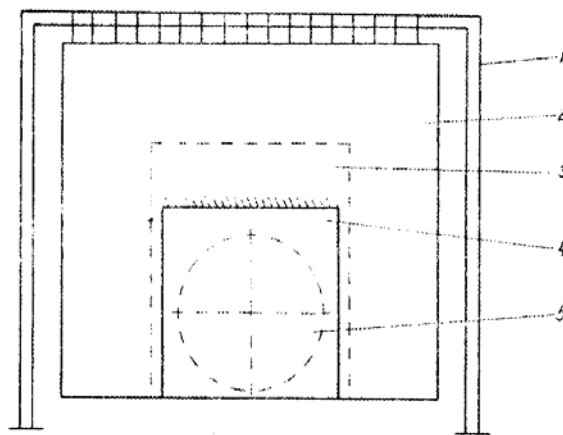


Рис. 5.9. Встановлення брезентової перемички:

1 – комплект штанг; 2 – брезентове полотно; 3 – отвір, що закривається; 4 – відкидна брезентова накладка; 5 – отвір для встановлення димовсмоктувача з рукавами

Для зручності встановлення перемичок на прорізи по їх краях вправлені металеві кільця, а в самій перемичці є отвір для проходу рукава димовсмоктувача.

Штанги призначені для закріплення перемичок в отворах за відсутності можливості їх навішування через кільця.

Гарантійний термін експлуатації переносних димовсмоктувачів встановлений протягом 18 місяців з дня введення їх в експлуатацію, але не більше 100 годин роботи.

Повний встановлений ресурс роботи димовсмоктувачів ДПЕ-7 і ДПГ-10 – 500 годин до першого капітального ремонту, для ДПМ-7 – 460 годин. Термін служби до списання – 11 років.

5.3. Правила безпеки праці під час роботи з димовсмоктувачами

Під час роботи з димовсмоктувачами необхідно дотримуватись правил безпеки праці:

- під час роботи димовсмоктувача на відсмоктування диму напірний рукав встановлювати і розташовувати так, щоб дим, що виходить з нього, не заважав особовому складу оперативно гасити пожежу, а також не попадав в інші житлові приміщення або в поруч розташовані будинки;
- постійно стежити за температурою вхідних газів. В особливих випадках, коли температура газів (дим), які відсмоктують, перевищує $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ (аварійний режим), командир відділення, керівник гасіння пожежі може дозволити роботу димовсмоктувача на аварійному режимі. При цьому повинні вжити додаткових заходів безпеки особовим складом, який обслуговує димовсмоктувач, так і залежними від його роботи.
- при роботі димовсмоктувача на нагнітання свіжого повітря всмоктувальний рукав повинен розташовуватися зовні в зоні чистого (не задимленого) повітря.
- при роботі з димовсмоктувачем ДПЕ-7 під'єднати до нього електродвигун, всмоктуючий і напірний рукави, під'єднати димовсмоктувач за допомогою силового кабелю через захисно-відмикальний пристрій (ЗВП) до джерела електроенергії, натиснути на кнопку «ПУСК» ЗВП, при цьому повинна загорітися сигнальна лампочка на пульті управління, і включити вимикач на пульті управління електродвигуном.
- при подачі високократної повітряно-механічної піни через піногенераторну установку прокласти від пожежного автомобіля рукав $\varnothing 51\text{ мм}$ і приєднати його до з'єднувальної головки ПГУ. Підготувати 12% розчин піноутворювача і подати його до працюючого димовсмоктувача під тиском $0,2 - 0,3\text{ МПа}$ ($2 - 3\text{ кгс/см}^2$) на вхід піногенераторної установки. Поступово вивести ПГУ на заданий режим роботи, який визначається за якістю виходу піни з рукава. Режим роботи ПГУ вважається нормальним, якщо піна на виході з рукава заповнює його повністю або не менше, ніж на $2/3$ його перерізу.
- при роботі з димовсмоктувачем ДПГ-7 для подачі високократної піни слід враховувати, що для роботи гідротурбіни потрібно більш високий тиск $0,4 - 1\text{ МПа}$ ($4 - 10\text{ кгс/см}^2$), ніж тиск перед ПГУ – $0,2 - 0,3$ ($2 - 3\text{ кгс/см}^2$). Тому найбільш оптимальними слід вважати схеми отримання високократної піни з використанням переносних пінозмішувачів (рис. 8.6 г).

Пінозмішувач ПЗ-1, що має продуктивність по піноутворювачу $0,24 - 0,26\text{ л/с}$ забезпечує роботу однієї ПГУ-120, для роботи якої необхідно $0,3\text{ л/с}$ піноутворювача.

При подачі піни через ПГУ контроль за її роботою проводиться візуально.

Вихід розчину з всмоктувального патрубку димовсмоктувача свідчить про те, що необхідно збільшити тиск води на вході в гідротурбіну. Якщо ж рукав заповнюється піною відбувається менш, ніж на половину його перерізу, то слід зменшити тиск води на вході в турбіну.

5.4. Сучасні осьові пожежні димовсмоктувачі

Димовсмоктувачі, які зараз застосовують підрозділи США та Європейських країн, значно відрізняються від аналогів, які випускались за радянських часів (рис. 5. 10).

По-перше, сучасні димовсмоктувачі набагато маневреніші за рахунок їхньої установки на колеса, по-друге, габарити димовсмоктувачів набагато компактніші і є можливість скласти їх, по-третє продуктивність димовсмоктувача з нагнітання свіжого повітря починається від 14 000 м³/год і більша. В основному європейські підрозділи застосовують димовсмоктувачі з механічним приводом від двигуна внутрішнього згоряння, які приводять в робочий стан протягом 1 хв. Тактико-технічні характеристики сучасних пристроїв для нагнітання свіжого повітря наведені в додатку 2.



Рис. 5.10. Загальний вигляд сучасного осьового пожежного димовсмоктувача

Також сучасні пожежні димовсмоктувачі можуть бути обладнані системою подачі води, тобто, із застосуванням техніки осадження продуктів горіння або зниження температури за рахунок техніки подачі дрібнорозпиленої води. Приклад застосування сучасного осьового пожежного димовсмоктувача показано на рис. 5.11.

Підводячи підсумки викладеного матеріалу, необхідно зазначити, що сучасний пожежний переносний димовсмоктувач – це великий потужний вентилятор, який дуже потрібний під час гасіння пожеж (видалення продуктів згоряння).



Рис. 5.11. Приклад застосування сучасного осьового пожежного димовсмоктувача

Але, на жаль, через велику ціну сучасних осьових пожежних димовсмоктувачів їх практично не використовують, що значно знижує швидкість локалізації та ліквідації пожежі.

5.5. Струменеві димовсмоктувачі

До струменевих димовсмоктувачів належить димовсмоктувач типу ДА (димовсмоктувач автомобільний ДА-6), який є переносним пожежним димовсмоктувачем. Продуктивність димовсмоктувача типу ДА складає $Q=6000 \text{ м}^3/\text{год}$.

Призначений для провітрювання задимлених приміщень, зниження температури під час гасіння пожеж в будівлях шляхом нагнітання свіжого повітря та відкачування продуктів горіння (диму).

ДА-6 комплектуються АТ-3(131)Т2, АТЗО-20(375)ПМ14.

Комплектність:

1. Димовсмоктувач струменевий типу ДА.
2. М'які рукави для димовсмоктувачу (4шт. загальною довжиною 40 м).
3. Котушка з гумотканним шлангом ($d=25\text{мм}$, $L=20\text{м}$).
4. Коліна для з'єднання рукавів (металеві).

Загальна будова ДА-6 (рис. 5.12): 1) корпус з ручками для переносу; 2) дифузор (розходитьсЯ зсередини назовні); 3) змішувальна камера; 4) дифузор, який сходиться ззовні в середину; 5) хрестовина; 6) насадка для подачі стисненого повітря; 7) гумовий шланг зі штуцерами.

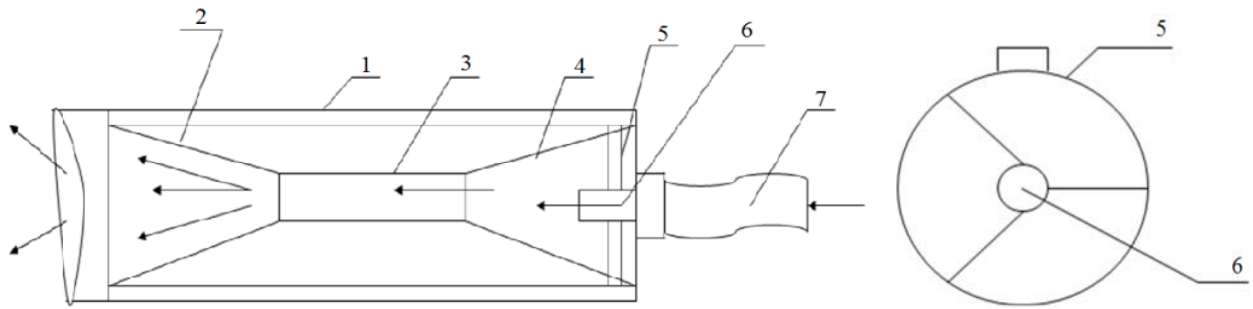


Рис. 5.12. Загальна будова ДА-6:

1 – корпус з ручками для переносу; 2 – дифузор (розходитьсь зсередини назовні); 3 – змішувальна камера; 4 – дифузор, який сходиться ззовні в середині; 5 – хрестовина; 6 – насадка для подачі стисненого повітря; 7 – гумовий шланг зі штуцером

Принцип дії:

Сфера застосування струменевих насосів в пожежній справі дуже широка. Струменеві насоси є одними з найпростіших за конструкцією і принципом дії. Вони діляться на водо-, паро- і газоструменеві. На основі струменевих насосів сконструйовані гідроелеватори, пінозмішувачі, дозатори, повітряно-пінні стволи, генератори, газоструменеві вакуум-апарати, а також ДА.

Робота струменевих димовсмоктувачів основана на принципі ежекції, тобто передачі енергії від робочого середовища до нагнітаючої рідини (газу) (рис. 5. 13).

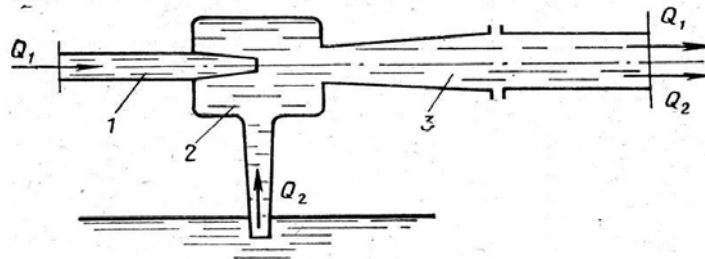


Рис. 5.13. Схема струменевого насосу:

1 – насадок; 2 – вакуумна камера; 3 – дифузор

По гумотканному трубопроводу від повітряного збірника ресивера, ємністю $0,23 \text{ м}^3$ компресорної установки ПА (АТ-3) до насадки надходить стиснене повітря. При виході з насадки відбувається перетворення потенційної енергії (напору) в кінетичну енергію руху, у результаті чого повітря з великою швидкістю (кілька десятків метрів за секунду) у вигляді струменя виходить із насадки і через дифузор, що сходиться (приймальну камеру) попадає в змішувальну камеру. Завдяки в'язкості поверхневого вихрового шару струменя повітря, вона захоплює частини повітря (диму), що знаходяться в приймальній камері і затягує їх в камеру змішування. У приймальній камері створюється розрідження (вакуум). У змішувальній камері струмені стисненого повітря і диму змішуються і надходять у дифузор, що розходитьсь. У цьому дифузори швидкість руху потоку повітря (диму) зменшується і зростає напір, тобто відбувається перетворення кінетичної енергії в потенційну.

5.6. Технічне обслуговування при експлуатації і зберіганні димовсмоктувачів

Технічне обслуговування димовсмоктувачів регламентується технічними описами та інструкціями з експлуатації виробів заводів-виробників.

Під час експлуатації димовсмоктувачів встановлено такі види технічного обслуговування:

- перевірка та обслуговування при зміні караулів;
- технічне обслуговування після роботи;
- технічне обслуговування № 1 і № 2;
- періодичне технічне обслуговування через кожні 100 год. роботи димовсмоктувача.

Усі види технічного обслуговування повинні бути спрямовані на підтримку димовсмоктувачіву постійній оперативній готовності шляхом усунення виявлених несправностей деталей і складових частин димовсмоктувача.

Технічне обслуговування димовсмоктувачів проводять у терміни обслуговування пожежних автомобілів.

Щоденне технічне обслуговування проводять щодня при зміні караулів.

Під час цього перевіряють комплектність димовсмоктувача, його чистоту, відсутність тріщин, несправність замків, пружин, розривів рукавів, стан корпусу димовсмоктувача, робочого колеса вентилятора, справність піногенеруючої установки.

Для ДПМ-7 проводять короткочасну перевірку роботи димовсмоктувача з мотоприводом; під час холостого ходу робоче колесо не повинно обертатися. Для ДПЕ-7 перевіряють стан ізоляції і поверхонь контактів, проводів кабелів електродвигуна, пульта управління та захисно-вимикального пристрою, для ДПГ-10 – стан гідротурбіни перевіркою обертання від руки робочого колеса вентилятора.

Технічне обслуговування після пожежі проводиться з метою усунення дефектів, виявлених після використання димовсмоктувача на пожежі, навчаннях і в навчальних цілях. Під час цього обслуговування необхідно провести роботи з очищення від забруднень димовсмоктувача, сушіння рукавів і перевірку піногенераторної установки. Вставка і розпилювач ПГУ промивають водою, очищають фільтруючу сітку; крильчатка розпилювача повинна обертатися без заїдань.

Після виправлення дефектів і несправностей димовсмоктувач короткочасно (3–5 хв.) перевіряють роботу на повітрі і переводять у транспортне положення.

Під час технічного обслуговування ТО-1 виконують роботи щодо щоденного обслуговування при зміні караулів і, крім цього, перевіряють затяжку всіх болтових і гвинтових з'єднань складальних одиниць і деталей димовсмоктувача і зазор між лопатями робочого колеса і корпусом димовсмоктувача, який повинен бути в межах $3 \pm 1,0$ мм .

Після проведення технічного обслуговування димовсмоктувач короткочасно перевіряють роботу на повітрі.

Під час технічного технічному обслуговування ТО-2 проводяться всі роботи з ТО-1 і, крім цього, перевіряють осьове переміщення робочого колеса на валу редуктора (ДПЕ-7, ДПМ-7) або на валу гідротурбіни (ДПГ-10), яке не допускається. Визначають зазор між торцями робочого колеса, корпуса і кришки гідротурбіни, який повинен бути в межах $1,4 + 0,2$ мм.

Проводять змащувальні роботи відповідно до карти змащення.

Під час технічного обслуговування через 100 год. роботи димовсмоктувача проводять всі роботи з ТО-2 і, крім того, повністю замінюють змазки підшипників гідротурбіни (ДПГ-10) або мастило в редукторі (ДПМ-7, ДПЕ-7). Перевіряють статичний дисбаланс робочого колеса, який повинен бути не більшим ніж 10 г/см і величина вібрації (биття) робочого колеса вентилятора, яка не повинна перевищувати в осьовому напрямку 1 мм, а в радіальному – 0,5 мм.

Якщо виявленні тріщин і деформації робочих лопатей вентилятора робоче колесо підлягає заміні. Якщо необхідно, проводять фарбувальні роботи складальних одиниць і деталей димовсмоктувача.

5.7. Автомобілі димовилучення

Автомобілі димовилучення призначені для:

- доставки до місця пожежі оперативного розрахунку та пожежно-технічного обладнання;
- нормалізації повітряного середовища в приміщеннях під час пожежі шляхом видалення (відсмоктування) диму або нагнітання придатного для дихання повітря;
- заповнення приміщень, охоплених вогнем, повітряно-механічною піною для ліквідації пожежі.

Промисловістю за часів Радянського Союзу (1977 – 1990 рр.) випускався автомобіль димовилучення типу АД-90 (66) 183 (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Загальний вигляд АД-90(66) 183

Компонувальна схема АД-90 (66) 183 показана на рис. 5.15, де на платформі 1 встановлюється осьовий вентилятор 3 з розпилювачем 4 продуктивністю 90000 м³/год, привід якого здійснюється від двигуна автомобіля через КВП, встановлену на роздавальній коробці, і клиноремінну

передачу. Тут же, на шасі 1, встановлений бак 6 з ПУ-1, пінозмішувач 2 типу ПЗ-5 і відсіки для гнучких трубопроводів 5.

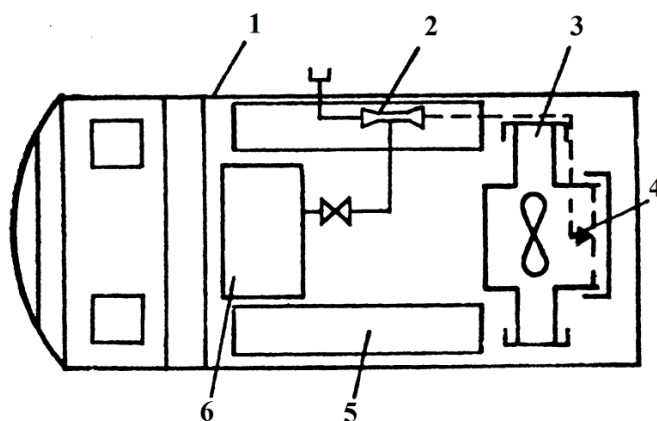


Рис. 5.15. Компонувальна схема АД-90 (66)183:

1– шасі; 2–пінозмішувач ПЗ-5; 3– осьовий вентилятор; 4– розпилювач ПГУ; 5 – пенали для рукавів; 6– бак з піноутворювачем об'ємом 600 л

АД-90 (66) 183 може працювати в трьох режимах:

- відсмоктувати з приміщення дим або газ;
- подавати свіже повітря в приміщення;
- подавати по рукаву повітряно-механічну піну високої кратності в зону пожежі.

Від АЦ або АНР прокладають рукавну напірну лінію до ПЗ-5, який гнучким шлангом з'єднується з баком піноутворювача. Розчин по другому гнучкому шлангу подають до розпилювача, встановленого на вентиляторі. Розчин подають на сітку вентилятора, де його розбавляють повітрям від вентилятора і по трубопроводу подають до місця пожежі.

Автомобіль типу АД-120 (130) монтується на шасі ЗІЛ-130. На платформі встановлюють два вентилятори продуктивністю по 60 000 м³/год кожен. Привід вентиляторів здійснюється від двигуна автомобіля через КВП, встановлену на КП, карданний вал, редуктор до кожного із вентиляторів, які можуть працювати разом або окремо.

Контрольні питання до розділу 5

1. Призначення, класифікація і технічна характеристика пожежних димовсмоктувачів.
2. Осьові пожежні димовсмоктувачі.
3. Правила безпеки праці під час роботи з димовсмоктувачами.
4. Сучасні осьові пожежні димовсмоктувачі.
5. Струменеві димовсмоктувачі.
6. Технічне обслуговування під час експлуатації та зберігання димовсмоктувачів.
7. Призначення автомобілів димовилучення.

Тактико-технічні характеристики сучасних приладів для розкриття та розбору конструкцій



Тип:	бензоріз
Об'єм двигуна, см ³	66.7
Потужність, Вт / 4.2 к.с.	3200
Ємність паливного бака, л.	0.71
Діаметр диска, мм.	350
Діаметр отвору, мм.	20
Глибина пропилу, мм.	125
Частота обертання вала, об / хв.	5350
Вага, кг.	9.6



Тип:	бензопила
Потужність, Вт/2 к.с.	1500
Кількість швидкостей	1
Крок ланцюга, дюйм	3/8
Довжина шини, см	40
Об'єм двигуна, см ³	40.9
Ємність паливного бака, л.	0.37
Ємність масляного бака, л.	0.25
Вага, кг.	4.4

Тактико-технічні характеристики сучасних пристроїв для нагнітання свіжого повітря

1.1. Димовсмоктувачі фірми Ramfan

Димовсмоктувач EFC 120 (рис. 1.1) призначений для висмоктування диму з приміщень. Виготовлений зі спеціального термостійкого матеріалу. Вентилятор димовсмоктувача EFC 120 з алюмінію. Димовсмоктувач EFC 120 приводять в дію електричним двигуном. Живлення від мережі 220 В.



Рис. 1.1. Димовсмоктувач з електричним двигуном Ramfan EFC 120

Табл. 2.1

ТХ димовсмоктувача Ramfan EFC 120

Модель	Діаметр колеса	Продуктивність	Вага	Потужність двигуна	Габарити
EFC 120	40 см	6375 м ³ /год	24 кг	0,9 кВт	48×45×30 см

Димовсмоктувач WF 20 фірми Ramfan (рис. 1.2) приводять в дію гідравлічною турбіною: він має компактний розмір, малу вагу, легко розгортається, підключається і збирається. Корпус димовсмоктувача WF 20 виготовлений із термо і ударостійкого полімеру, робоче колесо з алюмінію. Димовсмоктувач можна використовувати для видалення вибухонебезпечних газів.



Рис. 1.2. Димовсмоктувач WF 20 фірми Ramfan (США)

Табл. 2.2

ТХ димовсмоктувача WF 20 Ramfan

Габарити	Вага	Продуктивність при тиску води 10 атм	Мінімальний робочий тиск води	Максимальний робочий тиск води
400/310/310 мм	15,9 кг	3120 м ³ /год	3 атм	17 атм

Нагнітачі (димовсмоктувачі) Ramfan GF 210 (рис. 1.3) обладнані системою ONE step Tilt, яка дозволяє швидко змінювати кут нахилу вентилятора (від 0° до 20°). Вентилятори Ramfan приводять у дію чотирьохтактними бензиновими двигунами Honda. Тривалість роботи димовсмоктувачів від одного заправленого бака – 58 хв.



Рис. 1.3. Нагнітач свіжого повітря з бензиновим двигуном Ramfan GF 210

Табл. 2.3

ТХ димовсмоктувача свіжого повітря Ramfan GF 210

Модель	Діаметр колеса	Продуктивність	Вага	Потужність двигуна	Габарити
GF 210	54 см	3039 м ³ /год	40 кг	4,1 кВт	64×62×50 см

1.2. Нагнітачі свіжого повітря фірми LEADER

Пожежні нагнітачі свіжого повітря фірми LEADER – це переносні установки, які швидко та ефективно під час пожежі вилучають дим та продукти згорання шляхом нагнітання свіжого повітря в приміщення. Виготовляють з приводом від двигуна внутрішнього згорання (рис. 1.4) або від електричного двигуна (рис. 1.5), а більш потужна версія димовсмоктувача монтується на причепі (рис. 1.6). Технічні характеристики нагнітачів свіжого повітря фірми LEADER наведені в таблицях 1.4–1.6.



а) МТ 215 L;



б) МТ 240

Рис. 1.4. Бензиновий нагнітач свіжого повітря фірми LEADER

Табл. 2.4

Технічні характеристики димовсмоктувача свіжого повітря LEADER MT215 L

Модель	Відкритий повітряний потік	Вага (сухий)	Розміри	Діаметр пропелера	Час роботи на повній швидкості
MT215 L NEO	28 800 м ³ /год	20,3 кг	530 × 495 × 555 мм	420 мм	1 год.40хв.
MT240 NEO	56 150 м ³ /год	41,7 кг	550 × 560 × 490 мм	420 мм	1 год.30хв.



Рис. 1.5. Електричний нагнітач свіжого повітря фірми LEADER BAT fan 45

Табл. 2.5
Технічні характеристики димовсмоктувача свіжого повітря LEADER BATfan 45

Модель	Відкритий повітряний потік	Вага (сухий)	Розміри	Діаметр пропелера	Час роботи на повній швидкості
BATfan 45	24 050 м ³ /год	28 кг	522 × 547 × 257 мм	420 мм	45 хв.



Рис. 1.6. Бензиновий нагнітач свіжого повітря фірми LEADER EASY 4000

Табл. 2.6

Технічні характеристики димовсмоктувача свіжого повітря EASY 4000

Модель	EASY 4000 на причепі		
Підйомна сила	Немає	600 мм	1200 мм
Відкритий потік повітря	400 000 м ³ /год		
Номінальна витрата повітря	185 000 м ³ /год		
Діаметр пропелера	1200 мм		
Висота, мм	2215	2185 до 2785	2315 до 3515
Ширина, мм	1690	1690	1690
Довжина, мм	3300	3300	3300
Суха вага	546 кг	647 кг	692 кг
Експлуатаційна вага	579 кг	680 кг	725 кг
Підтримка	Трейлер відповідає європейським стандартам: AL-KO шасі, буксир (регульований вал і кільце), упори для коліс для позиціонування, зарядний пристрій для акумулятора працює, коли вентилятор в русі. Реєстрація може знадобитися залежно від країни користувача.		
Панель управління	Встановлений на трейлері захисний кожух надає ступінь захисту: IP55		
	Дозволяє управляти: <ul style="list-style-type: none"> • запуском і зупинкою двигуна; • нахилом димовсмоктувача від -10° до $+20^{\circ}$; • потоком повітря шляхом регулювання швидкості обертання вентилятора; • підйомом і опусканням підйомного столу залежно від обраного варіанту; • аварійною одночасною зупинкою двигуна, кутом нахилу і або підйомом столу 		
Система розпилювання	Для води або води + піни – 260 хв/7 бар		
Двигун	BMW Flat Twin із каталізатором – 1170 см ³ з електронним управлінням – 115 HP – 2 циліндра – 4тактний. Електричний старт – Витрата палива: 25/год на повній швидкості. Охолодження: масло		
Бак	42 літри		
Бензин	Неетилований бензин 95		
Час роботи	1 год.40хв.		
Акумулятор	Швидка зарядка 12V 15Ам батареї для живлення електричного обладнання		
Рівень шуму	96 дБ на відстані 7 м		
Додаток	Вентиляційні підземні автостоянки, промислові об'єкти, склади, тунелі, висотні будівлі тощо		

ЛІТЕРАТУРА

1. Enclosure fires / Lars-Göran Bengtsson – Swedish Rescue Services Agency: Printed by NRS Tryckeri, Huskvarna, 2001 – 194 p.
2. Fire Ventilation / Stefan Svensson – Swedish Rescue Services Agency: Printed by NRS Tryckeri, Huskvarna, 2005 – 119 p.
3. Flashover and Fire Analysis. A Discussion of the Practical Use of Flashover In Fire Investigation/ Patrick M. Kennedy, CFEI, CFPS Kathryn C. Kennedy, CFE: Sarasota, Florida, 2003 – 30 p.
4. Backdraft: fire science and fire fighting, a literature review / Karel Lambert, 2013 – 43 p.
5. Fundamentals of Fire Fighter Skills / By International Association of Fire Chiefs, 2008, – 1068 p.
6. Portable Smoke Blocking Device for Fire Fighting. – Режим доступу. : www.smokeblockingdevice.com.
7. Опалення, вентиляція та кондиціонування. : ДБН В.2.5 – 67:2013. [Чинний від 2014-01-01]. – К. : Державне підприємство Укрархбудінформ, 2013. – 149 с.
8. Настанова №1342 від 16.12.2011 «Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України»
9. Наказ № 575 від 13.03.2012 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту».
10. Наказ №312 від 07.05.2007 «Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України».
11. Довідник керівника гасіння / [П.А. Коротинський, С.П. Савинський, В.І. Луц та ін.]; під ред. В.С. Кропивницького. – К.: ТОВ «Літера-Друк», 2016, – 320 с.
12. Основи підготовки газодимозахисника: навчальний посібник [Ковалишин В.В., Луц В.І., Пархоменко Р.В.]. – Львів: ЛДУБЖД, 2015. – 379 с.
13. Дмитровський С.Ю. Основи підготовки пожежника: навчальний посібник / Дмитровський С.Ю., Луц В.І., Семенюк П.В. – Львів: Видавництво Львівська політехніка, 2011. – 296 с.

Навчальне видання

**ЛУЩ Василь Іванович
ЛАЗАРЕНКО Олександр Вікторович**

ДИМОВИДАЛЕННЯ НА ПОЖЕЖІ

Літературний редактор – Галина Хлипавка
Комп'ютерна верстка – Олександр Хлевной
Друк на різнографі – Оксана Трачук
Відповідальний за друк – Микола Фльорко

Підписано до друку 01.12.2017 р.
Формат 60×84/16. Гарнітура TimesNewRoman.
Друк на різнографі. Папірофсетний. Наклад: 100.
Ум. друк. арк. 7,5.

Друк ЛДУ БЖД
79007, Україна, м. Львів, вул. Клепарівська, 35
тел./факс: (032) 233-32-40, 233-24-79
ubgd@i.ua