

Тепловой комфорт и эффективность систем вентиляции для кухонь предприятий общественного питания

Ж. С. Пеккинен,
член ASHRAE



Сведения об авторе:

Пеккинен - директор исследовательского отдела фирмы Халтон (Глазго, штат Кентукки). Степень магистра в области технических наук получил в Технологическом Университете г. Хельсинки (Финляндия). Член Финской Ассоциации отопления, сантехники и кондиционирования воздуха, Общества инженеров-теплотехников Финляндии.

Предлагаемый метод вентиляции кухонь повышает степень теплового комфорта, улучшает эффективность вентиляции и способствует повышению производительности труда.

Проектирование вентиляционных систем для кухонь предприятий общественного питания - одна из наиболее актуальных инженерных задач в этой области.

Большое количество загрязняющих веществ, выделяющихся при приготовлении пищи, вместе с избыточными конвективными и лучистыми тепловыделениями создает тяжелую обстановку для персонала. К проектировщикам и производителям вентиляционных установок предъявляется требование создания комфортных условий труда при использовании современного технологического оборудования кухонь.

Системы вентиляции кухонь

Основное назначение системы вентиляции кухни - **предотвратить распространение запахов и загрязнения воздуха**, возникающих при приготовлении пищи. Другая задача заключается в **ассимиляции тепловыделений** от кухонного оборудования.

Теоретически наиболее совершенной была бы система вентиляции с полной изоляцией источника выделения вредных веществ, но осуществить это практически невозможно.

Конвективный воздушный поток от кухонного оборудования распространяется снизу вверх, при этом к восходящей струе подмешивается окружающий воздух. Для уменьшения объема удаляемого воздуха вытяжные устройства (зонты, укрытия) должны располагаться как можно ниже над плитой. Однако в большинстве строительных нормативов содержится требование размещения масляных фильтров на определенном расстоянии от нагретой поверхности плиты. Величина этого расстояния разнится в зависимости от типа кухонного оборудования. Это привело к тому, что определилась стандартная высота установки вытяжного зонта над поверхностью чистого пола - 2 м (6 футов, 6 дюймов); при этом во всех случаях соблюдаются нормативные ограничения.

Тепловой режим помещения оказывает влияние на производительность труда работников. При повышении температуры в помещении обнаруживается снижение производительности труда и нарушение условий безопасности, что, в свою очередь, непосредственно влияет на рентабельность предприятия.

Указанные обстоятельства являются определяющими при проектировании систем вентиляции кухонь.

[^](#)
[_](#)

Типы укрытий

Первые укрытия были выполнены просто как расширения на концах вытяжных воздуховодов. Однако при наличии поперечных сдувающих потоков и сквозняков, обычных для кухонь, они работали неэффективно. Тогда для локализации загрязнений и тепловыделений стали увеличивать объем удаляемого воздуха. Соответствующие требования зафиксированы в действующих стандартах. Например, для пристенных укрытий объем удаляемого воздуха должен составлять 508 л/с на кв.м., для отдельно установленных - 762 л/с на кв.м..

Вместе с тем увеличение объема удаляемого воздуха означает увеличение объема приточного (кондиционированного) воздуха. Для того чтобы этого избежать, было разработано укрытие «с сокращенной циркуляцией» (компенсационного типа), в котором рециркуляционный воздух в количестве 70-80% объема вытяжки возвращается в зону действия отсоса. Однако, к сожалению, указанный метод не решает проблемы ассимиляции избыточных тепловыделений.

Дальнейшие исследования, как будет показано ниже, привели к созданию укрытия принципиально иного типа. В новом укрытии используется небольшое количество компенсационного воздуха (10-15% объема вытяжки) только для локализации восходящего конвективного потока и предотвращения бокового (поперечного) сдувания. В укрытиях типа «сокращенная циркуляция» объем компенсационного воздуха составляет 70-80% объема удаляемого воздуха. В укрытии нового типа локализирующий поток использован только для повышения эффективности укрытия с точки зрения улавливания вредных веществ и не компенсирует объем вытяжки.

На рис. 1 показано традиционное укрытие типа «сокращенная циркуляция». Укрытие нового типа представлено на рис. 2. Различия между ними очевидны.

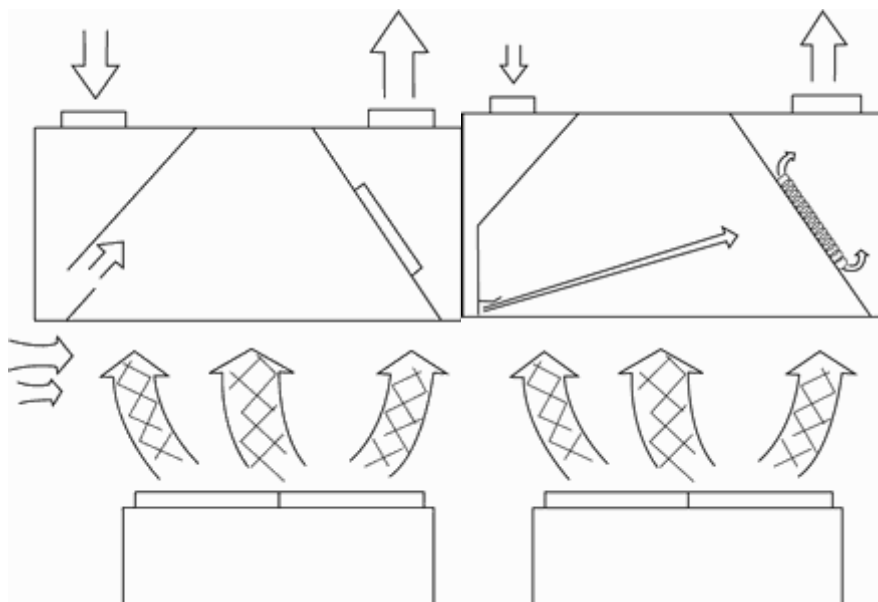


Рис. 1. Традиционное вытяжное устройство с "сокращенной циркуляцией"

Рис. 2. Новый тип вытяжного устройства

Расчет любого укрытия основан на том, что восходящий конвективный поток от источника загрязнения формируется под влиянием тепловой мощности и типа кухонного оборудования. При этом зависимость от объема удаляемого воздуха практически отсутствует. Таким образом, уменьшение «чистой» вытяжки путем увеличения объема компенсационного воздуха не приводит к повышению эффективности локализации вредных веществ.

^

Критерии комфорта для кухонь

В некоторых странах установлены предельно допустимые значения определенных параметров микроклимата кухонь. Например, в германском стандарте VDI Standard 2052 (DIN 1946) указано, что подвижность воздуха в рабочей зоне на расстоянии 91 см (3 фута) от кухонного оборудования не должна превышать 0,5 м/с. В этом стандарте определяется также базовое расчетное значение температуры воздуха в помещении - 28°C (83°F). Эта величина совпадает с принятой в США расчетной температурой внутреннего воздуха для кухонь. Позднее Всемирной организацией по стандартизации (ISO) был опубликован нормативный документ, имеющий отношение к тепловому режиму помещений. В этом документе принята концепция оценки теплового микроклимата путем определения допустимого процента людей, испытывающих дискомфорт (PPD), и допустимого среднего значения субъективного ощущения комфорта (PMV).

Субъективное ощущение комфорта определяется человеком в баллах по шкале от -3 (холодно) до +3 (жарко). Значение «0» соответствует ощущению комфорта. Величина PPD определяет, какой процент людей, находящихся в помещении, будет неудовлетворен

тепловым режимом. В этой концепции принимаются во внимание различные параметры микроклимата помещения: подвижность воздуха, температура, влажность и другие.



Влияние способа подачи приточного воздуха

Способ подачи и распределения приточного воздуха оказывает влияние на эффективность вытяжных устройств. В разных строительных нормативах указывается, что приточные струи не должны ухудшать эффективность отсосов. Практически этого не всегда удастся избежать, если используются воздухораспределители с активным смешением приточной струи и окружающего воздуха. В этом случае воздух подается с высокой скоростью в ограниченное пространство, что может привести к разрушению всасывающего воздушного потока вблизи вытяжных устройств.

Приточный воздух может подаваться в помещение кухни двумя способами: с высокой скоростью при активном смешении или с низкой скоростью при слабом либо умеренном смешении. В последнем случае степень перемешивания приточной струи с окружающим воздухом зависит от типа воздухораспределителя.

При полном смешении не имеет смысла повышать эффективность локализации вредных выделений вытяжными устройствами, так как все, что выделяется при приготовлении пищи, полностью и равномерно перемешивается с приточным воздухом. Очевидно, это противоречит нормативным требованиям и никогда не допускается на практике. Кроме того, как уже отмечалось, приточная струя может оказывать отрицательное воздействие на циркуляцию удаляемого воздуха вблизи укрытия.

Другой возможный способ воздухораспределения связан с использованием эффекта температурного расслоения. Здесь охлажденный приточный воздух подается с низкой скоростью в рабочую зону. В этом случае свежий воздух попадает именно туда, где он необходим. При низкой скорости выпуска приточного воздуха не охлаждается кухонное оборудование и не нарушается циркуляция вблизи вытяжных устройств. В соответствии с физическими законами, охлажденный воздух вытесняет из нижней (рабочей) зоны нагретый воздух помещения.



Проверка эффективности вентиляции

Было проведено исследование влияния размещения приточных устройств с низкой скоростью выпуска на эффективность вытяжки. Исследования проводились в кухне, приспособленной для экспериментов; при этом использовался способ подмешивания к воздуху специального газа-детектора и производились замеры его концентрации.

Газ выпускался на уровне, соответствующем высоте кухонного оборудования. Эффективность вентиляции определялась как соотношение концентрации газа в

вытяжном воздуховоде и в рабочей зоне. Измерения проводились в 3 точках рабочей зоны, причем одна из точек соответствовала месту вдыхания воздуха поваром у плиты.

Формула для вычисления эффективности вентиляции:

$$E = C_e / C_{bz},$$

где

E - эффективность вентиляции,

C_e - концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе;

C_{bz} - средняя концентрация вредных веществ в зоне дыхания.

^
—

Результаты исследования эффективности вентиляции

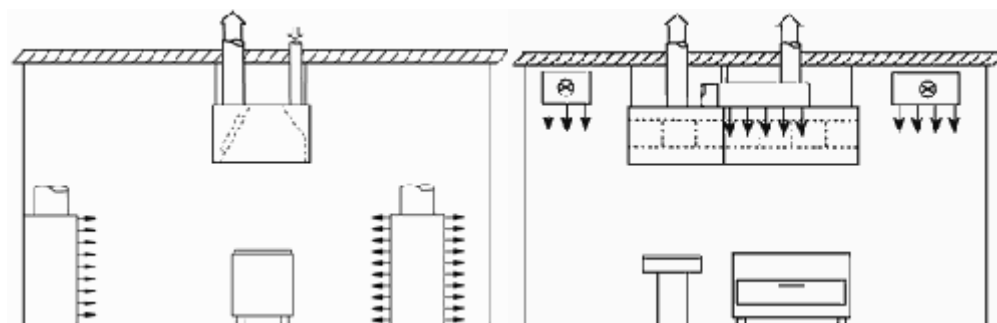


Рис. 3. Напольный воздухораспределитель с горизонтальным выпуском воздуха

Рис. 4. Воздухораспределители, установленные на высоте 2,4 м над полом с выпуском воздуха сверху вниз.

Наиболее эффективным оказалось размещение приточного устройства на полу с горизонтальным выпуском воздуха (рис. 3). Однако в этом случае следовало принимать во внимание температурный градиент, т.е. значительный перепад температуры на уровне пола и на уровне головы человека, вызывающий ощущение дискомфорта.

Размещение воздухораспределителя на высоте 2,4 м (8 футов) над полом с направлением выпуска воздуха сверху вниз оказалось менее эффективным, но все же намного лучше, чем подача воздуха с активным смешением (рис. 4). При подаче воздуха сверху вниз к приточной струе частично подмешивался окружающий воздух, более теплый и загрязненный. Это несколько ухудшало эффективность вентиляции по сравнению с первым вариантом, но при этом температурный градиент не был столь значительным. Имеется также дополнительное преимущество размещения воздухораспределителя в верхней зоне над рабочим местом повара (рядом с вытяжным зонтом). Оно заключается в том, что приточный воздух охлаждает верхнюю часть фигуры человека, находящуюся под воздействием теплового излучения. При этом подвижность воздуха не столь велика, чтобы вызвать ощущение дискомфорта, но достаточна для локального охлаждения.

^
—

Тестирование теплового комфорта

Изучение влияния локального охлаждения на тепловой комфорт проводилось с использованием анализатора параметров микроклимата помещения. Исследовалось приточное устройство с горизонтальной подачей и низкой скоростью выпуска воздуха. В воздухораспределителе имелось приспособление для изменения направления выпуска воздуха, кроме того, была возможность прямого обдува головы человека через 2 специальных патрубка.

Результаты исследования показали, что наилучший результат достигается при наклонной подаче воздуха сверху вниз под небольшим углом к горизонтали. При этом количество людей, удовлетворенных состоянием микроклимата, достигало 50%, в то время как при строго горизонтальной подаче эта величина составляла 25%. При открывании патрубков для обдува головы процентная доля людей, признающих условия комфортными, возрастала до 75%.



Выводы

На формирование восходящих конвективных потоков не оказывает влияния расход вытяжного воздуха, поэтому объем воздуха, удаляемого местным отсосом, должен лишь незначительно превышать объем конвективной струи от источника выделения вредных веществ. Однако для ассимиляции теплоизбытков кратность воздухообмена должна быть больше.

Как показали результаты исследований, способ подачи и распределения воздуха оказывает существенное влияние на эффективность вентиляции и тепловой комфорт, следовательно, на производительность труда работников.

При воздухораспределении с низкой скоростью выпуска воздуха и использованием эффекта температурного расслоения температурные условия помещения становятся лучше, чем при подаче приточного воздуха с активным смешением. Кроме того, использование локального воздушного охлаждения с выпуском обдувающей струи вблизи местного отсоса улучшает показатели теплового комфорта.



Литература

1. BOCA 1993 National Mechanical Code. Country Club Hills, Illinois; Building Officials & Code Administration International.
2. VDI 1984. Standard 2052, Ventilation Equipment for Kitchens. Dusseldorf, Germany; Verein Deutscher Ingenieure Richtlinien.

3. ISO, 1984. International Standard 7730, Moderate Thermal Environments - Determination of PMV and PPD Ranges and Specification of the Conditions for Thermal Comfort Criteria, Switzerland; International Organisation for Standardisation.

Перепечатано из журнала ASHRAE, июль, 1993 г.

Перевод с английского О.П. Булычевой

<