



Системы дымоудаления – ключевая проблема применения конденсационных котлов

П. А. Хаванов, доктор техн. наук, профессор, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

А. С. Чуленёв, канд. техн. наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, otvet@abok.ru

Ключевые слова: конденсационный котел, дымоудаление, отвод дымовых газов, потери давления, газоход, дымовая труба

Настоящая статья посвящена наиболее актуальному вопросу применения в России конденсационных котлов для систем автономного теплоснабжения – организации дымоудаления. Совокупность отечественных директивных и нормативных документов по автономному теплоснабжению [1–6] в отдельных вопросах, ориентируясь на зарубежные разработки, в то же время имеет существенные особенности в требованиях к конструкции и условиям работы систем удаления продуктов сгорания, особенно для конденсационных котлов.

При анализе вопроса в первую очередь следует ограничить область исследования (индивидуальными) поквартирными или коттеджными системами, и, поскольку для первых систем возможно использование только газообразного топлива, ограничимся природным газом.

В конструкциях газовых конденсационных котлов подавляющего числа зарубежных и отечественных производителей используется схема «а» [2], с организацией процесса сжигания топлива в «закрытой» топке и крайне редко используются конденсационные котлы по схеме «б» с открытой топкой.

Горизонтальная конструкция «закрытой» топки (объединяющей газовую горелку в один объем с топкой

и конвективную часть) позволяет организовать сбор и удаление конденсата из котла и газового тракта «самотеком» и, что особенно важно, обеспечить работу наддувных премиксных горелок полного предварительного смешения, исключительно применяемых в конденсационных котлах.

При работе наддувной премиксной горелки с закрытой топкой для подачи воздуха на горение возможны следующие варианты организации аэродинамики котла:

а) дутьевым вентилятором (рис. 1, а), который обеспечивает преодоление аэродинамического сопротивления как горелки и воздухозаборного тракта, так и поверхностей нагрева котла;

б) с дымососом (рис. 1, б), который создает в «закрытой» топке разрежение, достаточное для преодоления аэродинамического сопротивления горелки, воздухозаборного тракта и котла;

в) с дымососами, создающими разрежение в топке (или нулевое избыточное давление) для преодоления аэродинамического сопротивления котла с дутьевым вентилятором (рис. 1, в), работающим в воздухозабор и премиксную горелку.

Зарубежные производители во всех рассмотренных схемах (рис. 1, а–в) допускают избыточное давление продуктов сгорания за котлом, в соединительных газоходах и на входе в дымовую трубу [1, 2]. Отечественные нормативы однозначно устанавливают требование наличия в них разрежения во всех эксплуатационных режимах [3–5]. Последнее особенно проблематично для каждой схемы (рис. 1), в том числе для схем с установкой дымососа (рис. 1, б, в). Однако при анализе работы газоходов и дымовой трубы будем руководствоваться наличием точки давления «0» в выходном газовом патрубке котла при всех схемах организации аэродинамического тракта.

Аэродинамический тракт конденсационного котла с «закрытой» топкой во всех вариантах установки, в том числе и при поквартирной установке, должен иметь отдельные каналы (воздуховоды и газоходы) для подачи воздуха и удаления продуктов сгорания, и по их конструкции можно классифицировать:

- совместное, соосное исполнение (коаксиальное при круглых газоходах), при котором канал

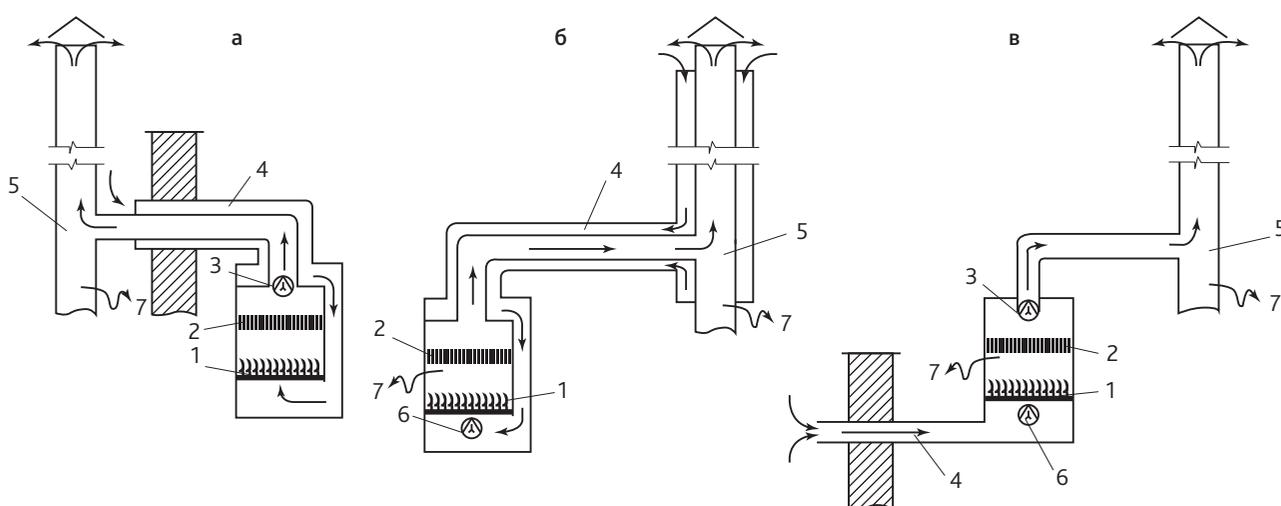
газохода (рис. 1, а) и дымовой трубы охвачен воздуховодом (рис. 1, б);

- раздельное исполнение подачи воздуха и удаления продуктов сгорания (рис. 1, в).

Во всех вариантах исполнения для холодных климатических зон РФ каналы подачи воздуха при прохождении через отапливаемое помещение должны иметь внешнюю паро- и теплоизоляцию, с термическим сопротивлением не менее $3,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, исключающим образование конденсата на внешней поверхности теплоизоляции и под ней, на поверхности стенки воздуховода.

При соосной конструкции внутренний канал отвода продуктов сгорания во избежание переохлаждения стенки канала холодным воздухом (включающим избыточное образование конденсата и возможное обмерзание) необходимо теплоизолировать. Соединительные газоходы на участке от котла до входа в дымовую трубу нужно прокладывать с уклоном в сторону конденсационного котла с отводом конденсата через котел, а в дымовой трубе предусматривать в нижней зоне конденсационный «горшок» с конденсатоотводом.

При монтаже соединительного газохода следует не допускать перекрытия «живого» сечения, обеспечивать герметичность соединений по газовому тракту и отводу конденсата, соблюдать необходимые условия по компенсации температурного расширения газоходов. Материалы, из которых изготовлены воздуховоды и газоходы, должны



■ Рис. 1. Схемы (а–в) различных типов конденсационных газовых котлов и варианты подключения к индивидуальным газоходным воздухозаборным устройствам: 1 – газовая горелка; 2 – теплообменник; 3 – дымосос; 4 – воздухоподающий канал; 5 – дымоотводящий канал; 6 – дутьевой вентилятор; 7 – отвод конденсата

соответствовать требованиям пожарной безопасности, а каналы иметь соответствующие пределы огнестойкости [3–7].

Рассмотренные особенности конструкций конденсационных котлов и систем воздухоподачи и удаления продуктов сгорания, определяющие условия их эксплуатации во всех возможных режимных и климатических условиях работы, должны, в соответствии с требованиями нормативной базы РФ, обеспечивать отсутствие (недопустимость) избыточного давления на всех участках соединительных газоходов и дымовых труб. Наличие разрежения – обязательное условие работы аэродинамического тракта. Так, в соответствии с [5] «... незамедлительно осуществить приостановление подачи газа... а) отсутствие тяги в дымоходах и вентиляционных каналах...». То же следует из [6]: «...котлов с наддувом в топке должны, как правило, предусматриваться индивидуальные дымовые трубы...» и «...необходим контроль разрежения у основания трубы, и при отсутствии разрежения в ней... подача газа... должна прекращаться автоматически». Таким образом, наличие разрежения в соединительных газоходах – обязательное требование.

Расчет тракта удаления продуктов сгорания и дымовой трубы должен производиться для самых невыгодных условий его работы [3, 7]. Проверка на наличие избыточного статического давления в дымовой трубе [7] производится по значению определяющего критерия Рихтера (должен быть $R < 10$):

$$R = \frac{(\lambda + 8i)h_0}{(\rho_B - \rho)D_{тр}} = \frac{(0,02 + 8 \cdot 0)18,99}{(1,18 - 1,056)0,075} = 30,6 > 10,$$

где

i – конусность трубы, $i = 0$;

$D_{тр}$ – диаметр выхода дымовой трубы от одного котла 0,075 м;

λ – коэффициент сопротивления трению, для стальной трубы $\lambda = 0,02$;

ρ_B – плотность воздуха, принята при $t = +25$ °С, $\rho_B = 1,18$ кг/м³;

ρ – плотность продуктов сгорания для конденсационных котлов при максимальной эксплуатационной температуре $t = +60$ °С, $\rho_B = 1,056$ кг/м³;

$h_0 = \rho w^2 / 2$ – динамический напор, создаваемый продуктами сгорания на выходе из трубы при скорости движения, соответствующей минимальной исключаяющей «задувание» дымовой трубы на выходе [3, 4, 6], $w = 6$ м/с; $h_0 = 18,99$ Па.

Таким образом, при работе конденсационного котла в летнем режиме обеспечить разрежение в дымовой трубе оказывается невозможно.

Более полное представление о режиме работы аэродинамического тракта конденсационного котла с индивидуальной дымовой трубой можно получить, сопоставив самотягу дымовой трубы и потери давления в газовом тракте.

Для сопоставления примем: конденсационный котел мощностью 36 кВт на природном газе с низшей теплотой сгорания 36 МДж/м³, коэффициент избытка воздуха горелки $\alpha = 1,25$, температуру уходящих газов 60 °С (возможно использование рядом производителей полипропиленовых деталей в газовом тракте, максимальная эксплуатационная температура для которых составляет 65 °С).

Отвод дымовых газов осуществляется по схемам (см. рис. 1) без учета охлаждения продуктов сгорания в соединительном газоходе ($l = 1,5$ м, два поворота на 90°) и дымовой трубе (высота дымовой трубы $H = 10$ м оголовок дефлектор, так как скорость выхода меньше скорости «задувания») диаметром $d = 0,075$ м и расчетной скоростью движения дымовых газов 2,72 м/с.

Самотяга дымовой трубы:

$$\Delta P_{ст} = gH(\rho_B - \rho) = 12,16 \text{ Па.}$$

Потери давления в газоходах и дымовой трубе:

$$\Delta P_n = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i l_i}{d_i} \frac{\rho w^2}{2} + \sum_{j=1}^m \xi_j \frac{\rho w^2}{2} = 14,78 \text{ Па,}$$

где l_i – суммарная длина газоходов и дымовой трубы $l = 11,5$ м;

$\sum \xi_j$ – суммарное значение местных сопротивлений (два поворота на 90°, $\xi = 0,2$ и дефлектор дымовой трубы $\xi = 1,6$).

Заключение

Проведенный расчет показывает, что $\Delta P_{ст} < \Delta P_n$, т.е. потери давления в аэродинамическом тракте удаления продуктов сгорания, превышает тягу создаваемую дымовой трубой высотой 10 м, что не может обеспечить разрежение в летний период работы конденсационного котла при работе на номинальной мощности ни при каких условиях.

Полученный результат будет еще более неблагоприятен, если не пренебрегать охлаждением дымовых газов и учитывать периодичность работы конденсационного котла в режиме «включено – выключено»

при снижении нагрузки, если рассматривать коллективную дымовую трубу для многоэтажного здания, т.е. нескольких котлов. Поэтому использование конденсационных котлов из-за низкой температуры уходящих газов не может обеспечить требований российских нормативных документов по обеспечению разрежения в дымоходах и по формальным признакам конденсационные котлы не могут применяться. В этой ситуации необходимо внести дополнения и изменения в нормативную документацию, определяющие необходимый перечень мероприятий и систему контроля над их исполнением для конденсационных котлов при организации дымоудаления.

В этом случае дымоходы должны быть, безусловно, газоплотными, что достигается использованием негорючих материалов, применением стандартизированных узлов уплотнения секций газоходов.

Исключить попадание продуктов сгорания в помещение можно, используя схемы удаления продуктов сгорания, изолирующие ствол газоотводящего канала от помещения (рис. 1, а, б).

Необходимость внесения изменений в нормативные документы обусловлена актуальностью проблемы ресурсо- и энергосбережения, чему в значительной мере способствует внедрение конденсационной техники. 

Литература

1. ГОСТ Р 54825–2011 Котлы газовые центрального отопления. Специальные требования для конденсационных котлов с номинальной тепловой мощностью не более 70 кВт. М. 2011.
2. Удовиченко В. Е., Китайцева Е. Х., Паргунькин К. Е. Автономное теплоснабжение. Системы дымоудаления: справ. пос. М., 2006.
3. СП 41–104–2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения. М., 2000.
4. СП 282.1325800.2016 Поквартирные системы теплоснабжения на базе индивидуальных газовых теплогенераторов. Правила проектирования и устройства. М., 2016.
5. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2013 г. № 410 «О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования» (с изменениями и дополнениями). М., 2013.
6. Руководство по проектированию автономных источников теплоснабжения. М., 2001.
7. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35–76. М., 2016.



Двух- и трехходовые водогрейные газовые котлы ГК-НОРД от 75 кВт до 5 МВт

Надежность • Экономичность
Простота в обслуживании • Доступные цены



Компактные мини-котельные ТГУ-НОРД от 30 до 350 кВт

Автономный источник тепла и ГВС
Позволяет отказаться от тепловых сетей
На базе котлов ГК-НОРД



Сделано в России

Производитель ООО «Северная Компания»
Эксклюзивный дистрибьютор ООО «Авитон»

www.aviton.info
post@aviton.info
+7 (812) 677 93 42