Министерство газовой промышленности СССР

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель министра
/Каширов О.С./

22 июня 1983 г.

Правила проектирования газового отопления печей и сушил машиностроительных заводов

Москва
1983

gost.e-ecolog.ru

Министерство газовой промышленности СССР

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель министра

_____ Каширов О.С.

«22» _____ 1987 г.

ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОВОГО ОТОПЛЕНИЯ ПЕЧЕЙ И СУШИЛ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

"Правила проектирования газового отопления печей и сушил машиностроительных заводов", разработанные Всесоюзным научно-исследовательским и проектным институтом Теплопроект при участии Всесоюзного научно-исследовательского института использования газа в народном хозяйстве и подземного хранения нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов ВНИИПромгаз в 1980 г., получили широкое распространение в качестве руководящего материала для организаций, проектирующих газовые печи для машиностроительной промышленности, а также справочного материала для территориальных инспекций Госгазнадзора.

Настоящее издание Правил осуществляется в связи с тем, что срок действия Правил изд.1980 г. был рассчитан на 3 года (до 01.03.83 г.). При переиздании в Правилах уточнены отдельные формулировки и скорректированы показатели работы печей, а также учтены замечания, полученные от организаций, пользующихся Правилами.

Срок действия Правил с 01.03.83 по 31.12.87 г.

Директор ВНИИПТеплопроекта И.К.Эвно

Директор ВНИИПромгаза Н.А.Федоров

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Правила обязательны для всех организаций и предприятий, независимо от их ведомственной принадлежности, проектирующих, строящих (изготавливающих), налаживающих и эксплуатирующих печи, сушила (за исключением сушил для окрашенных металлических изделий) и другие теплотехнические установки (за исключением котлов и аппаратов, работающих под давлением и подведомственных организациям Котлонадзора), сжигающие газовым топливом и предназначенные для применения на машиностроительных и металлообрабатывающих заводах СССР.

I.2. Ведомственные технические условия и инструкции, регламентирующие проектирование, строительство (изготовление), наладку и эксплуатацию печей в машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности, должны соответствовать настоящим Правилам.

I.3. Правила составлены в соответствии с действующими "Правилами безопасности в газовом хозяйстве", нормативными документами, регламентирующими сооружение (изготовление), монтаж и эксплуатацию печей и других агрегатов, перечисленных в п.I.I, а также отдельных частей указанных агрегатов (кладка печей, печных газопроводов, металлоконструкций, печных механизмов и др.) и основным положением по нормированию расхода топлива, электрической и тепловой энергии в производстве, утвержденным Госпланом СССР.

Перечень использованных нормативных документов приведен в разделе 7.

I.4. Правила распространяются на печи и другие агрегаты, перечисленные в п.I.I, сжигающие естественный и искусственный газами с теплотой сгорания $Q_н^р$ = 25000 – 110000 кДж/м^3

(6000-26000 ккал/м^3) и соответствующими п.I.I4 Правил безопасности в газовом хозяйстве, изд. 1980 г. При отоплении печей и др.агрегатов, перечисленных в п.I.I, коксовым, коксодоменным, доменным и другими, аналогичными по химическому составу газами, надлежит также руководствоваться "Правилами безопасности в газовом хозяйстве заводов черной металлургии", изд.1970 г.

I.5. Настоящие Правила распространяются также на перечисленные в п.I.I печи и другие агрегаты с комбинированным (например, газомазутным) отоплением, если одним из видов топлива является газ.

I.6. Проектирование печей, сушил и других агрегатов, перечисленных в п.I.I, осуществляется специализированными проектными организациями и конструкторскими бюро (КБ), а также специализированными отделами проектных организаций, КБ предприятий и заводов на основании специального разрешения, выдаваемого Министерством или ведомством, которому подчинена проектная организация, предприятие, КБ и завод. Всем остальным организациям, КБ и заводам, не имеющим такого разрешения, проектирование печей, сушил и пр. запрещено.

I.7. К проектированию, строительству (изготовлению), пусконаладочным работам и эксплуатации печей и других агрегатов, перечисленных в п.I.I, а также их отдельных частей допускаются лица, сдавшие экзамен (см. п.п. I.4 - I.II включительно Правил безопасности в газовом хозяйстве изд. 1980 г.) и соответствующих разделов других нормативных документов, регламентирующих выполнение вышеперечисленных работ.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ГАЗОВЫХ ПЕЧЕЙ, СУШИЛ И ДРУГИХ АГРЕГАТОВ, ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ В п.I.I

2.I. По технологическому назначению

2.I.I. Для нагрева металла перед горячей деформацией (нагревательные печи).

2.I.2. Для термической обработки металлических изделий и заготовок (термические печи).

2.I.3. Для плавки металла и эмали (плавильные печи).

2.I.4. Для прокалки и обжига различных изделий – форм точного литья, эмалевых покрытий, электродов, литейных ковшей и т.п. – (обжиговые печи).

2.I.5. Для обжига руды и ферросплавов.

2.I.6. Для подогрева металлической шихты.

2.I.7. Для сушки литейных материалов, форм, стержней, окрашенных изделий и т.п. (сушильные печи или сушила).

2.I.8. Для нагрева воздуха, получения теплоносителя для разных технологических целей и т.п. (воздухоподогреватели в самостоятельной обмуровке, отдельно стоящие топки, теплогенераторы, устройства для местного нагрева и другие теплотехнические устройства), кроме котлов и других аппаратов, подведомственных органам Котлонадзора, работающих под давлением.

2.I.9. Генераторы защитных атмосфер.

2.2. По характеру работы

2.2.I. Печи и аппараты периодического действия.

2.2,2. Печи и аппараты непрерывного действия

2.3. По виду теплоносителя

2.3.I. Газовые.

2.3.2. Газомазутные

2.3.3. Газоэлектрические (с комбинированным нагревом).

2.4. По конструкции (печи и сушила).

2.4.I. Камерные садочные печи и сушила со стационарным подом, кузнечные горны.

2.4.2. Камерные садочные печи и сушила с передвижным (выкатным) подом или тележкой.

2.4.3. Шахтные, ямные и вертикальные садочные печи.

2.4.4. Проходные механизированные (в том числе методические) – толкательные, конвейерные, роликовые, с шагающими балками и т.п.) печи и сушила.

2.4.5. Тоннельные печи и сушила.

2.4.6. Печи с вращающимся подом (кольцевые и тарельчатые).

2.4.7. Барабанные вращающиеся печи и сушила (для сыпучих материалов и для термообработки мелких изделий).

2.4.8. С кипящим слоем (для сушки формовочных материалов, термообработки изделий и нагрева "тонких" заготовок).

2.4.9. Стенды – плиты для сушки и прокалки литейных (мелких) ковшей.

2.4.I0. Стенды с тележкой для сушки и прокалки литейных ковшей.

2.4.II. Сушила с пневмопотоком для формовочных материалов.

2.4.I2. Ванные печи (для плавки металлов, солей и др.).

2.4.I3. Тигельные плавильные печи.

2.4.I4. Вагранки для чугуна (

2.4.I5. Разные конструкции специального назначения

Примечания. Для отдельных технологических процессов применяются печи специального назначения, входящие в состав вышеперечисленных классификаций, но имеющих специфические признаки. К числу таких печей относятся:

печи безокислительного нагрева перед горячей деформацией (камерные, проходные, с вращающимся подом);

печи скоростного (радиационного и конвективного) нагрева перед горячей деформацией (камерные; проходные, с вращающимся подом);

печи со специальными (контролируемыми) атмосферами для светлой термообработки (отжига, нормализации, термоулучшения), газовой и нитроцементации, отжига ковкого чугуна и пр. (камерные, проходные, шахтные, с вращающимся подом и др.);

печи для подогрева штампов и другие.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ПЕЧЕЙ, СУШИЛ И ДРУГИХ АГРЕГАТОВ, ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ В п.I.I

3.I. Тип и конструкция печи, сушила и пр. определяются, с учетом наибольшей экономичности, организацией, проектирующей печи на основании задания заказчика (технологического ГИПРО, завода и пр.) в зависимости от технологического назначения, характера работы, производительности и вида топлива, на котором должен работать проектируемый агрегат.

Примечание. Для поточного и крупносерийного производства применяются, как правило, печи и сушила непрерывного действия; для мелкосерийного и индивидуального – периодического действия.

3.2. Тепловой режим работы печи, сушила и пр. и диапазон регулирования расхода топлива в процессе работы определяются проектной организацией в зависимости от технологического назначения и характера работы проектируемого агрегата.

Примечание. Если по технологическим условиям требуется нагревать материал по определенному графику, то такой график должен выдаваться в составе задания на проектирование печи, сушила и пр.

3.3. Приборы для сжигания топлива (горелки), устанавливаемые на печи, сушиле и пр., должны обеспечивать необходимый диапазон расхода топлива и соблюдение заданного температурного графика обработки материала.

3.4. Тип и количество приборов для сжигания топлива (горелок), а также их размещение на печи, сушиле и пр. определяются проектной организацией в зависимости от характера работы и температурного режима печи, сушила и пр., а также необходимого, по условиям работы агрегата, диапазона расхода топлива и состава газовой среды.

3.5. Давление газа перед печью, сушилом и пр. устанавливается проектной организацией с учетом выбранного типа горелок и трассы газопровода, а также давления газа в цеховой магистрали, если оно указано в задании.

Примечание. Печи, сушила и пр., оборудованные горелками низкого давления, могут подключаться к газопроводу среднего давления только через ГРУ.

3.6. Приборы для сжигания топлива (горелки, радиационные трубы), устанавливаемые на печах, сушилах и пр., должны иметь заводской паспорт и пройти Государственные (приемочные) испытания. Не допускается внесение каких-либо изменений в конструкцию

горелок и радиационных труб, прошедших Государственные (приемочные) испытания. Применение горелок и радиационных труб, не проходивших или не прошедших Государственных (приемочных) испытаний, запрещается.

3.7. Коэффициент расхода воздуха для горения α определяется технологическим назначением печи, сушила и пр. При необходимости работы с повышенным или пониженным коэффициентом расхода воздуха (α больше I,5 или меньше 0,8) должны применяться горелки, обеспечивающие устойчивое горение при заданном значении α , или специальные устройства для подачи дополнительного воздуха. Во всех остальных случаях коэффициент расхода воздуха должен приниматься возможно близким к теоретическому.

3.8. На всех нагревательных и непрерывно действующих термических печах с площадью пода больше I м2 и рабочей температурой 600°С и более, после печей, оборудованных инжекционными горелками с активной газовой струей, обязательна установка рекуператоров для подогрева воздуха, идущего на горение.

Тип, количество и размещение рекуператоров, а также температура подогрева воздуха, определяется проектной организацией.

Необходимость установки рекуператоров на нагревательных и термических печах непрерывного действия с площадью пода меньше I,0 м2, на термических печах периодического действия, а также на обжиговых и плавильных печах определяется проектной организацией.

П р и м е ч а н и е. На печах с зонным автоматическим регулированием, использующих воздух в качестве побудителя циркуляции печных газов, разрешается устанавливать :: рекупера-

торы для подогрева этого воздуха взамен воздуха, идущего на горение.

3.9 Все печи, сушила и пр., кроме кузнечных горнов и мелких сушильных стендов, должны быть оборудованы системами автоматического регулирования, включающими: регулирование и поддержание температуры печи, сушила и пр. в соответствии с заданным режимом, поддержание соотношения "Топливо-воздух" в пределах, определяемых технологическими требованиями к работе печи, сушила и пр., автоматику безопасности, согласно СНиП II-37-76 и "Правилам безопасности в газовом хозяйстве".

П р и м е ч а н и я : I. На печах, оборудованных инжекционными горелками соотношение "топливо-воздух" определяется работой горелок и установки специальных устройств для поддержания этого соотношения не требуется.

2. Необходимость контроля и автоматического регулирования других режимных параметров работы печей, сушил и пр. определяется проектной организацией с учетом "Правил безопасности в газовом хозяйстве" и СНиП II-37-76 (см. также п.п. 3.23 и 6.II).

3. Количество и расположение зон автоматического регулирования на крупных печах, сушилах и пр. определяется проектной организацией.

4. Все системы автоматического регулирования должны быть снабжены сигнальными устройствами (световыми, звуковыми), предупреждающими о неполадках в работе системы или выходе ее из строя.

3.I0. В местах выхода продуктов сгорания из рабочей камеры должны предусматриваться отверстия для замеров, снабженные штуцерами с заглушками. Такие же отверстия могут располагаться в других местах печи, сушила и пр. по усмотрению проектной организации.

Примечание. В печах с рекуператорами такие отверстия должны предусматриваться до и после рекуператора.

3.11. В пределах каждой зоны должна быть обеспечена равномерная подача газа и воздуха из раздаточных коллекторов к горелкам. Для этого коллекторы рекомендуется выполнять замкнутыми. При невозможности выполнения замкнутых коллекторов участки трубопроводов, подводящих газ и воздух к коллекторам, следует выполнять либо симметричными (равного сопротивления) по отношению к точке раздачи, либо устанавливать дополнительное сопротивление (диафрагму или задвижку с ручным регулированием) на участке трубопровода, имеющего меньшее сопротивление.

3.12. Сечение трубопроводов, подводящих газ и воздух к каждой горелке, рекомендуется рассчитывать таким образом, чтобы скорость газа и воздуха в этих трубопроводах была в 3–5 раза больше начальной скорости газа и воздуха в коллекторе.

3.13. На всех печах, сушилах и пр. с расходом газа от 40 до 400 м^3/ч должны устанавливаться газовые счетчики, а при расходе топлива более 400 м^3/ч – измерительные диафрагмы с комплектом вторичных приборов.

3.14. Для печей, сушил и пр. с расходом газа меньше 40 м^3/ч должны устанавливаться газовые счетчики на группу агрегатов с суммарным расходом газа больше 40 м^3/ч. Рекомендуется объединять в общие группы печи, сушила и пр., имеющие одинаковое технологическое назначение.

3.15. Газопроводы в пределах печей и установка контрольно-измерительной аппаратуры на газопроводах выполняются в строгом соответствии с "Правилами безопасности в газовом хозяйстве" и СНиП II-37-76 "Газоснабжение. Внутренние и наружные устройства".

Проходные сечения регулирующих органов определяются расчетом, с учетом верхнего и нижнего пределов регулирования расхода газа.

Примечание. Регулирующие органы на воздухопроводах рассчитываются также с учетом верхнего и нижнего пределов регулирования расхода воздуха.

3.16. Ограждение печей, сушил и пр. выполняются из огнеупорных и теплоизоляционных материалов – кирпича, бетона, волокнистых материалов, панелей – согласно главе СНиП II-24-75 "Промышленные печи и кирпичные дымовые трубы", инструкции ВСН 367-76/МЧС СССР и инструкциям СН 156-67 и СН 482-76, а также техническим правилам по экономному расходу материалов ТП 101-76.

3.17. Все печи заключаются в кожух из стальных листов и каркас из проката. Конструкции кожуха и каркаса определяются проектной организацией с учетом строительных нагрузок и требований к газоплотности ограждений. Сушила и другие агрегаты, применяемые в машиностроении, заключаются в кожух по усмотрению проектной организации.

3.18. Выбор огнеупорных материалов для футеровки рабочего пространства и газоходов производится проектной организацией с учетом температуры и состава газовой атмосферы, режима работы печи, сушила и пр., строительной прочности и наличия шлаков или пыли. При выборе теплоизоляции необходимо руководствоваться допускаемой для теплоизоляционного материала температурой на границе между огнеупорным и теплоизоляционным слоями.

Применение строительного кирпича в печах, сушилах и пр. допускается для кладки подземных частей сооружения в качестве основания или облицовки дымоотводящих каналов, сушильных камер

и отдельных элементов наружной облицовки по усмотрению проектной организации.

3.I9. Все отверстия и окна в кладке печей, сушил и пр. должны иметь облицовочную гарнитуру и перекрываться плотными футерованными крышками, кроме тех случаев, когда устройство крышек невозможно по условиям технологии (например, в целевых печах). Гарнитура и крышки выполняются литыми - из серого или жароупорного чугуна, в зависимости от температуры - или сварными, с водяным охлаждением. Применение сварной гарнитуры и крышек без водяного охлаждения допускается только для печей, сушил и пр. с рабочей температурой ниже 500°С.

3.20. Все водоохлаждаемые поверхности, обращенные в рабочее пространство печи и пр., кроме рабочей поверхности опорных труб, служащих для перемещения поддонов с изделиями или заготовок и специальных устройств, обусловленных особыми технологическими условиями, должны быть защищены огнеупорной теплоизоляцией.

3.2I. Необходимость установки взрывных клапанов на печах, сушилах и пр., с постоянной рабочей температурой ниже температуры воспламенения газа, определяется проектной организацией с учетом "Правил безопасности в газовом хозяйстве" и главы СНиП II-37-76 "Газоснабжение. Внутренние и внешние устройства". На печах, топках и пр., с рабочей температурой выше температуры воспламенения газа, взрывные клапаны не устанавливаются.

Примечания: I. Установка взрывных клапанов является обязательной в смесительных камерах, сблокированных с топкой, тамбурах термических печей, предназначенных для работы с взрывоопасной атмосферой и печах, сушилах и пр. с рабочей

температурой ниже температуры воспламенения газа, при установке горелок непосредственно в рабочем пространстве печи. В отдельных случаях в печах с эндогазовой атмосферой при наличии автоматической продувки тамбуров инертным газом, разрешается взрывные клапаны в тамбурах не устанавливать.

2. На термических и других печах, работающих по заданному температурному графику с промежуточными выдержками при различной температуре (в том числе и при температуре ниже температуры воспламенения газа) за рабочую температуру должна приниматься конечная температура рабочей камеры. В случае, если эта температура превышает температуру воспламенения, взрывные клапаны не устанавливаются.

3.22. Продукты горения от печей, сушил и пр. отводятся в подземные дымоходы (борова) или под колпак (зонт) и далее в надземный дымоход, по усмотрению проектной организации. Температура продуктов горения, поступающих в надземный неизолированный и нефутерованный дымоход из углеродистой стали не должна превышать 300°С, для чего необходимо предусматривать разрыв между окнами для отбора газов из печи и колпаком или разбавление вентиляторным воздухом. В случае применения колпаков и надземных дымоходов из углеродистой стали с внутренней футеровкой или из жаропрочной стали с наружной изоляцией, температура продуктов горения не ограничивается и разрыв между окнами для отбора дыма и колпаком не делается.

3.23. Во всех печах, сушилах и пр. должны быть предусмотрены устройства для регулирования режима давления в рабочем пространстве и отсечки печи от общей дымоотводящей системы при длительных остановках (при отсутствии разрыва между печью и

общей дымоотводящей системой). Для регулирования режима давления в рабочем пространстве возможно также использование воздушных струй, подаваемых в дымоотводящие каналы, перпендикулярно потоку газов. Тип, количество и места размещения отсечных и регулирующих органов, а также необходимость и способ автоматического регулирования режима давления определяются проектной организацией.

3.24. Выбор тягодутьевых установок (вентиляторов и дымососов) должен производиться с учетом шумовых характеристик. При централизованной подаче дутья и отборе продуктов сгорания тягодутьевые установки рекомендуется выносить в отдельное помещение. При установке индивидуальных вентиляторов должны применяться защитные противошумовые устройства.

3.25. Рабочие и кантовальные окна печей, сушил и пр., работающих при положительном давлении, должны быть оборудованы дымовытяжными зонтами или местными отсосами, присоединенными к общей системе дымоходов печей или к системе цеховой вентиляции.

3.26. Рабочие и кантовальные окна нагревательных печей, расположенных в зонах с возможным положительным давлением, должны быть оборудованы воздушными, водяными или цепными завесами. Постоянно открытые окна, не имеющие крышек, должны быть оборудованы завесами, вне зависимости от наличия положительного давления в печи.

Примечание к п.3.25 и 3.26. Возможность установки дымовытяжных зонтов, местных отсосов и завес всех типов на рабочих окнах печей с выкатным подом, а также у печей колодцевых, ямных и вертикальных определяется проектной организацией.

3.27. При температуре наружных ограждений печи свыше 40°С, вдоль ограждений, кроме свода и крышек рабочих окон, должны устанавливаться защитные экраны. Конструкция, места установки и способ крепления экранов определяется проектной организацией с учетом необходимости защиты обслуживающего персонала от теплового воздействия разогретых ограждений.

3.28. Металлоконструкции печей, сушил и пр, должны выполняться с учетом технических требований по СНиП III 24-75 "Кладка промышленных печей и кирпичных дымовых труб" и СНиП II.В.3-72 "Стальные конструкции. Нормы проектирования".

3.29. Механическая часть печей, сушил и пр. (механизмы для загрузки,перемещения и выгрузки изделий, механизмы для перемещения пода, заслонок и т.д.) должны выполняться в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов".

4. ПРАВИЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ГАЗОГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

4.I. Общие технические требования и классификация газовых горелок, применяемых в печах, сушилах и пр. машиностроительной промышленности, определены ГОСТ 2I204-75 и ГОСТ I8357-7I.

4.2. Выбор газогорелочных устройств определяется технологическими условиями и характером работы печи, сушила и пр.

4.3. На печах периодического действия с постоянным режимом должны устанавливаться горелки, работающие в пределах регулирования расхода топлива I:4.

4.4. На печах периодического действия со сложным температурным режимом, включающим выдержки при температуре 600°С и менее должны применяться горелки, устойчиво работающие с коэффициентом расхода воздуха α = 0,9-3,0 и диапазоном регулирования расхода топлива больше чем I:4.

4.5. На нагревательных и термических печах с рабочей температурой 800°С и более при нагреве плоских и однорядных по высоте ("тонких" и "промежуточных") садок, рекомендуется применять плоскопламенные горелки, устанавливаемые в своде печей.

"Тонкими" и "промежуточными" являются садки и изделия, характеризуемые значением $Bi \leq 0,5$.

4.6. Скоростные горелки со скоростью истечения продуктов горения из горелочного камня W = 80 м/с и более рекомендуется устанавливать на непрерывно действующих печах с малым диапазоном изменения расхода топлива или на печах периодического действия при условии работы горелок в пульсирующем режиме.

4.7. Инжекционные горелки с активной газовой струей допускаются к установке на небольших нагревательных и термических печах, работающих с малым диапазоном изменения расхода топлива.

4.8. Для печей, сушил и пр. с рабочей температурой ниже 600°С рекомендуется применять горелки типа ИНВ или ССГ, рассчитанные на работу с коэффициентом избытка воздуха α = = I,0-5,0.

П р и м е ч а н и я : I. Горелки ССГ могут устанавливаться на нагнетательном участке воздушного или рециркуляционного трубопровода.

2. При установке горелок ССГ в системе рециркуляционных устройств содержание O_2 в рециркулирующих газах должно быть больше I6%.

4.9. Для нагревательных печей безокислительного и малоокислительного нагрева, работающих с коэффициентом расхода воздуха $\alpha \leq 0{,}6$ необходимо применять горелки со стабилизирующими устройствами.

4.10. Для термических безмуфельных печей с защитными атмосферами в качестве сжигательных устройств применяются радиационные трубы. Тип, количество и расположение труб определяются проектной организацией в зависимости от рабочей температуры, конструкции и теплового режима печи.

4.11. Радиационные трубы, применяемые для отопления печей, должны иметь встроенный рекуператор, обеспечивающий наименьшее значение КПД трубы – 70% при номинальном расходе топлива.

4.12. Вертикальная установка радиационных труб рекомендуется для печей шириной до 1,5 м при нагреве высоких садок. Во всех остальных случаях рекомендуется устанавливать трубы горизонтально.

4.13. В зонах выдержки и реакционных зонах печей химико-термической обработки, обогреваемых радиационными трубами, должны устанавливаться циркуляционные вентиляторы. Производительность, тип и количество вентиляторов определяются проектной организацией.

5. ПРАВИЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ РЕКУПЕРАТОРОВ

5.1. Выбор типа рекуператора производится проектной организацией с учетом технологических условий процесса, тепловой мощности печи и температуры уходящих продуктов сгорания. Температура подогрева воздуха определяется технологическими условиями процесса или технико-экономическим расчетом.

Примечания: I. Для нагревательных и термических печей с температурой нагрева $t_{нк} \geqslant 900^{\circ}C$ температура подогрева воздуха лежит в пределах 250–400°С, для печей с $t_{нк}$ =550–900°С воздух рекомендуется подогревать до I50–300°С, а для печей со специальной технологией (безокислительных и др.) температура подогрева воздуха должна определяться расчетом и может быть более 400°С.

2. Устройства для использования остаточного тепла продуктов сгорания после рекуператора в состав проектов печей не входят и разрабатываются в общем комплексе проекта установки печей в цехе с учетом характера технологического процесса, типа и количества печей, потребностей производства в дополнительном тепле и других конкретных условий установки печей.

5.2. Для установки на печах машиностроительной промышленности применяются металлические – стальные и чугунные рекуператоры.

5.3. Для изготовления рекуператоров применяются трубы, лист, прокат и отливки из углеродистых и легированных (жаростойких) сталей и чугуна. Выбор материала определяется расчетной температурой стенки в наиболее горячем месте рекуператора. В секционных рекуператорах выбор материала производится для каждой секции, с учетом наибольшей температуры стенки в секции.

5.4. Схема движения продуктов горения и воздуха (прямоток, противоток, комбинированная или секционная) определяется проектной организацией с учетом материала рекуператора и температуры продуктов горения и воздуха.

Примечание. Чугунные рекуператоры не рекомендуется выполнять по принципу прямотока, вследствие возникающего при этом перепада температуры по толщине стенки.

5.5. Для печей с $t_{ух}$ = 900°С и более, при установке рекуператора на печи или непосредственно за печью, рекомендуется применять радиационные рекуператоры; при установке рекуператора в борове за печью, а также для печей с $t_{ух}$ менее 900°С, следует применять конвективные рекуператоры.

Примечание. Конвективные рекуператоры должны быть защищены от излучения предрекуператорного пространства и от возможности попадания пламени в полость рекуператора. При установке рекуператора в борове рекомендуется устанавливать перед ним защитную решетку из огнеупорного материала.

5.6. Для печей, в которых температура подогрева воздуха определяется технологическими условиями и превышает 400°С рекомендуется применять комбинированные радиационно-конвективные рекуператоры.

Примечание. При установке радиационно-конвективных рекуператоров радиационная секция должна устанавливаться первой по ходу продуктов горения и воздуха.

5.7. Во всех остальных случаях тип и место установки рекуператора определяется проектной организацией, с учетом типа печи и конкретных условий ее установки.

5.8. Горячие наружные поверхности рекуператора, а также трубопроводы горячего воздуха, должны иметь тепловую изоляцию, обеспечивающую температуру на наружной поверхности менее 50°С.

5.9. Дымовой тракт перед рекуператором должен быть особо газоплотным, т.е. защищен от подсоса наружного воздуха и выбивания газов. В случае необходимости снижения температуры продуктов горения перед рекуператором подача воздуха на разбавление должна иметь устройство для регулирования.

Примечание. Разбавление продуктов горения может производиться путем естественного присоса или подачей воздуха от вентилятора.

5.10. На трубопроводах горячего воздуха должен быть предусмотрен патрубок с клапаном для сброса воздуха при остановках печи.

5.11. Замер температуры продуктов горения перед рекуператором обязателен для всех случаев установки рекуператора. При необходимости поддержания постоянной температуры продуктов горения перед рекуператором или температуры нагреваемого воздуха рекомендуется применять систему автоматики, обеспечивающую требуемое постоянство указанных температур путем регулирования подачи воздуха, идущего на разбавление продуктов горения.

6. НОРМЫ РАСХОДА ТОПЛИВА

6.1. Печи нагревательные и термические.

6.1.1. Основными параметрами, характеризующими работу пламенных нагревательных и термических печей, являются:

g – удельная производительность, кг/м2.ч;

q – удельный расход тепла, кДж/кг (ккал/кг);

A – тепловое напряжение пода, Вт/м2(ккал/м2.ч);

$t_{нп}$, $t_{нк}$ – начальная и конечная температура нагрева металла, °С;

η – коэффициент полезного действия печи, %;

$$\eta = \frac{(t_{мк}c_{мк} - t_{мн}c_{мн})}{q} 100\%, \text{ где}$$

$c_{мк}$ и $c_{мн}$ конечные и начальные (~~температуры и~~) теплоемкости нагреваемого металла соответственно.

6.I.2. В табл.6.I приведены числовые значения q ; q_1 ; A и η для наиболее распространенных печей, с кладкой из огнеупорного и теплоизоляционного кирпича, отапливаемых газом с теплотой сгорания 25000–II0000 кДж/м^3 (6000–26000 ккал/м^3) и предназначенных для нагрева перед пластической деформацией и термической обработки черных металлов при значениях $t_{мк}$, приведенных в табл.6.I.

При отоплении печей другими видами топлива значения q_1 и A принимаются с коэффициентом K_1, определяемым расчетом, а при нагреве цветных металлов все параметры определяются расчетным путем. Для термических печей периодического действия с ограждениями из легких панельных материалов значения η принимается с коэффициентом I,05–I,25; A – с коэффициентом 0,95–0,8, в зависимости от характера работы печи, а значение q_1 пересчитывается по новому значению η.

Примечания: I. Числовые значения q и A отнесены к габаритному полу печей.

2. Для печей, в которых изделия или заготовки нагреваются в вертикальном положении, значения q и A отнесены к плоскости, параллельной заготовкам (например, в вертикальных печах круглого сечения – к диаметральной плоскости $D \cdot H, м^2$)

6.I.3. Значения удельной производительности q, приведенные в таблицах, соответствуют обычным, наиболее часто встречающимся, условиям нагрева заготовок и термической обработки изделий,

Для печей с неупорядоченной садкой значения g принимаются по табл. 6.I; для печей с фиксированной укладкой заготовок и изделий табличные значения g должны уточняться на основании заданного или расчетного времени нагрева, с учетом их раскладки в печи.

Примечание. Для сложных режимов нагрева и термической обработки значения g определяются расчетом.

6.I.4. Для всех значений g, приведенных в табл.6.I, большему значению g соответствует меньшее значение q и большее значение η. Табличное значение q должно применяться для определения нормы расхода топлива для всех значений удельной производительности, g, приведенных в табл.6.I.

Примечание. Для значений g, выходящих за пределы табл.6.I, значения q и η определяются расчетом.

6.I.5. Приведенные в табл.6.I значения A соответствуют наибольшему значению g, являются наибольшими и служат для определения суммарной мощности горелочных устройств, а также сечений газовоздухопроводов и каналов дымового тракта. При меньших значениях g значение A снижается пропорционально снижению g.

Примечание. Для печей непрерывного действия величина A постоянна для всего времени работы печи; для печей периодического действия табличные значения A соответствуют наибольшему расходу топлива в пределах каждого цикла работы печи.

6.I.6. Для нагревательных печей, в которых производится нагрев слитков, имеющих повышенную начальную температуру $t_{гм}$, значения q приведены с учетом $t_{гм}$, указанной в табл.6.I.

Для всех остальных печей табличные значения q приведены для начальной температуры металла $t_{мн} = 0^{\circ}C$.

6.I.7. Табличные значения q и η для термических печей приведены для условий обычного нагрева по режиму, включающему нагрев и конечную выдержку при заданной температуре $t_{мк}$. Для режимов с другим значением $t_{мк}$, сложных режимов, включающих промежуточные выдержки и другие особые требования, а также для печей светлой и термохимической обработки, значения q и η должны определяться расчетом.

6.I.8. Для нагревательных печей в табл.6.I приведены значения q при нагреве углеродистых сталей. При нагреве легированных сталей следует руководствоваться действующими на предприятии инструкциями, определяющими режимы нагрева легированных сталей, или расчетом времени нагрева. Во всех случаях нагрева легированных сталей значение $q_{лег} = q_{угл}\frac{\tau_{угл}}{\tau_{лег}}$, где $\tau_{лег}$ и $\tau_{угл}$ время нагрева легированных и углеродистых сталей соответственно; значения q, A и η должны быть пересчитаны в соответствии с изменившимся значением g.

6.I.9. Значения A, q и η, приведенные в табл.6.I, отнесены к расходу тепла, получаемого только от сгорания топлива.

Примечание. Для печей, в которых производится нагрев слитков, имеющих повышенную начальную температуру $t_{мн}$, значение q и η определяется согласно п.6.I.6 настоящих Правил, т.е. с учетом начального теплосодержания металла.

6.I.I0. Табличные значения q и η приведены для нагрева одного кг металла, загруженного в печь, без учета потерь металла от угара, брака, с обсевом и пр. При пересчете параметров на годную продукцию табличное значение g умножается,

а q – делится на коэффициент K_2, устанавливаемый предприятием для каждого вида нагрева и термической обработки и равный соотношению кг годного/кг заготовок, загружаемых в печь.

6.I.II. Табличные значения q и η приведены для условий непрерывной работы печей без учета сменности и остановок, связанных с особенностями технологического процесса (смены штампов, горячих ремонтов и т.п.). При работе печей в одну или две смены табличные значения q умножаются на коэффициент K_3, равный I,25 и I,I соответственно. Плановые остановки учитываются коэффициентом K_4, значение которого определяется действующими на предприятии нормативами и на который также умножается табличное значение q. Значение η, при введении K_3 и K_4, пересчитывается с учетом изменившегося значения q.

6.I.I2. В технической характеристике, входящей в состав проекта печи, должен быть указан расход топлива с учетом K_I и K_3. Нормативные расходы топлива на т годного и на год работы печи (см. пп.6.I.I3 и 6.I.I4) определяются с учетом действующих на предприятии нормативов, определяющих значение K_2 и K_4.

6.I.I3. Нормативный расход условного топлива на I т годного определяется по формуле:

$$B_{уд.норм.} = \frac{K_1 \cdot K_3 \cdot K_4}{\eta K_2}, \text{ кг у.т./т}$$

6.I.I4. Нормативный расход условного топлива на печь за год определяется по формуле:

$$B_{норм.} = B_{уд.норм.} \cdot \tau_г \cdot G, \text{ т.у.т./год, где:}$$

$\tau_г$ – годовой фонд рабочего времени, ч/год;

G – плановая производительность печи по годному, т/ч.

Таблица 6.I

Нормы расхода топлива в печах

Тип и назначение печи	Температура нагрева металла $t_{мк}$, °С	Удельная производительность g, кг/м2.ч	Удельный расход тепла q, кДж/кг (ккал/кг)	Наибольшее тепловое напряжение пода, А, Вт/м2 (ккал/м2.ч)	КПД η, %
I	2	3	4	5	6
Печи нагревательные камерные – с заслонками и щелевые ($t_{ух} \approx t_{мк}$ °)	I200-I250				
Нагрев под штамповку в поточном производстве		500-400	3350-3800 (800-900)	4,65 10^5 (4,0.10^5)	25-22
То же, в серийном производстве		400-250	3800-4600 (900-1100)	4,2 10^5 (3,6.10^5)	22-I8
То же, в мелкосерийном производстве или нагрев под свободную ковку		250-I50	4600-5000 (1100-1200)	3,2 10^5 (2,75.10^5)	I8-I6,5
Печи нагревательные калориметрические ($t_{ух} - t_{мк}$)	I200-I250				
Нагрев под штамповку в поточном производстве		700-400	2800-3100 (650-750)	5,2 10^5 (4,5.10^5)	30-27
То же, в серийном производстве		400-250	3100-4200 (750-1000)	3,5 10^5 (3,0.10^5)	27-20

I	2	3	4	5	6
Печи нагревательные с выкатным подом для нагрева слитков перед ковочными прессами ($t_{ух} \cong t_{мк}$)	II50-I250				
Нагрев холодных слитков ($t_{мн} < 300^{\circ}C$)		300-200	3350-4200 (800-1000)	2,9 10^5(2,5.10^5)	25-20
То же, подстуженных ($t_{мн}$ = 300-600°С)		400-300	2500-3350 (575-800)	2,9 10^5(2,5.10^5)	25-20
То же, горячих ($t_{мн} > 600^{\circ}C$)		500-400	2100-2500 (500-600)	2,9 10^5(2,5.10^5)	25-20
Печи нагревательные с вращающимся тарельчатым подом ($t_{ух} \approx t_{мк}$)	II00-I250	250-I50	3350-4200 (800-1000)	2,3 10^5(2,0.10^5)	25-20
Печи нагревательные с шагающими балками ($t_{ух} < t_{мк}$)	II00-I250	450-300	2500-3350 (575-800)	2,9.10^5(2,5.10^5)	35-25
Печи нагревательные с вращающимся кольцевым подом ($t_{ух} < t_{мк}$)	II00 -I250	250-I50	2500-3350 (575-800)	I,75.10^5(I,5.10^5)	35-25
Печи нагревательные проходные разного назначения ($t_{ух} \approx t_{мк}$)					

I	2	3	4	5	6
Для нагрева листов или полос перед штамповкой или вальцовкой	950-II50	400-300	2500-3350 (600-800)	2,8 10^5(2,4.10^5)	35-25
Для нагрева штангового материала перед резкой на прессножницах	400-800	750-400	8500-I650 (200-400)	I,75 10^5(I,5.10^5)	35-25
Печи термические камерные со стационарным или выкатным подом***), колодцевые, вертикальные, ямные ($t_{ух} < t_{нк}$)	550-II00	30-I00	III30-3800 (2700-900)	I,00 10^5(0,9.10^5)	5-I5
То же	-"-	I00-I50	3800-2800 (900-675)	I,35 10^5(I,0.10^5)	I5-20
То же	-"-	I50-250	2250-2800 (540-675)	I,55 10^5(I,35.10^5)	20-25
Печи термические проходные толкательные с поддонами или башмаками, конвейерные с холодной обратной ветвью, роликовые с водяным охлаждением ($t_{ух} \approx t_{нк}$)	550-I050	30-70	3800-2800 (900-675)	0,60 10^5(0,55.10^5)	I5-20
То же	-"-	70-I50	2800-I900 (675-450)	0,80 10^5(0,7.10^5)	20-30

I	2	3	4	5	
Печи термические проходные с беспечной укладкой изделий (с вращающимся подом, роликовые, без водяного охлаждения, с металлическими балками, со скрытым конвейером или с конвейером с горячей обратной ветвью) ($t_{ух} < t_{мк}$)	550-1050	30-70	2800-1900 (675-450)	$0,4.10^5 (0,35.10^5)$	20-30
То же	-"-	70-150	1900-1400 (450-340)	$0,6.10^5 (0,53.10^5)$	30-40

*) $t_{ух}$ - температура продуктов сгорания, покидающих печь

**) Для печей с ограждениями из лёгких волокнистых материалов, коэффициент полезного действия η принимается с К=1,05-1,25, в зависимости от удельной производительности

Значения К	
30-100	1,05-1,15
100-150	1,15-120
150-250	1,20-125

***) $t_{ух} < t_{мк}$ в среднем за цикл. При выдержке $t_{ух} \approx t_{мк}$.

6.2. Сушила литейных цехов

6.2.I. В табл.6.2 приведены основные параметры работы сушил, предназначенных для сушки материалов и изделий в литейных цехах машиностроительных заводов и отапливаемых газом с теплотой сгорания 25000-II000 кДж/м³ (6000-26000 ккал/м³). При отоплении сушил другими видами топлива значения параметров пересчитываются с учетом коэффициента K_I согласно п.6.I.2.

6.2.2. Основными параметрами, определяющими работу сушил, являются:

– для барабанных сушил – удельные расходы тепла на один кг испаренной влаги и один кг высушенного материала $q_{вл}$ и $q_{сух}$, кДж/кг (ккал/кг) и удельное напряжение объема барабана по влаге $\omega = \frac{W}{V}$, кг/(м³.ч), где W, кг/ч – количество влаги, испаряемой за час и V, м³ – объем барабана;

– для сушил кипящего слоя – удельные расходы тепла на один кг испаренной влаги и один кг высушенного материала $q_{вл}$ и $q_{сух}$ кДж/кг (ккал/кг) и удельная производительность по высушенному материалу $q_{сух} = \frac{G_{сух}}{F}$, кг/(м2.ч), где G, кг/ч – производительность сушила по высушенному материалу и F, м² – площадь решетки;

– для сушил с пневмопотоком – удельные расходы тепла на один кг испаренной влаги и один кг высушенного материала – $q_{вл}$ и $q_{сух}$, кДж/кг (ккал/кг);

– для камерных сушил – удельный расход тепла на один кг влаги и один кг высушенного материала $q_{вл}$ и $q_{сух}$, кДж/кг (ккал/кг) и удельная загрузка камеры сушила $m_{сух} = \frac{M_{сух}}{V}$, кг/м³, где $M_{сух}$, кг – загрузка камеры сушила по высушенному материалу и V, м³ – объем камеры;

– для сушил горизонтальных и вертикальных конвейерных – удельный расход тепла на один кг испаренной влаги и на один кг высушенного материала $q_{вл}$ и $q_{сух}$, кДж/кг (ккал/кг) и удельная нагрузка на один м2 конвейера или полок этажерки g, кг/м2 по высушенному материалу;

– для сушил поверхностной подсушки – удельный расход тепла на один м2 обогреваемой поверхности опок q_F, кДж/м2 (ккал/м2) за полный цикл обработки;

– для нагревательных устройств для сушки и нагрева футеровки литейных ковшей (стендов удельный расход на одну тонну емкости ковша $q_з$, кДж/м^3 (ккал/м^3) за полный цикл обработки, где $q_з$ емкость ковша принята по чугунному литью.

Коэффициент полезного действия сушил в табл.6.2 не приводится, так как общепринятого понятия "коэффициент полезного действия сушила" не существует.

6.2.3. Параметры работы сушил, приведенные в табл.6.2, соответствуют значениям начальной и конечной влажности материала, W_1 и W_2, приведенным в этой таблице. При других значениях W_1 и W_2 значения параметров определяются расчетом.

6.2.4. Для сушил непрерывного действия (барабанных, кипящего слоя, в пневмопотоке горизонтальных, конвейерных и вертикальных конвейерных) значения основных параметров приведенные в табл.6.2., соответствуют условиям непрерывной работы сушил без учета сменности и плановых остановок, связанных с конкретными условиями работы сушил. При сменной работе сушил дополнительный расход тепла учитывается коэффициентом K_3, а плановые установки – коэффициентом K_4, согласно п.6.I.II.

6.2.5. В технической характеристике, входящей в состав проекта сушила, расход топлива приводится с учетом коэффициентов K_1 и K_3. При определении нормативного расхода топлива должен учитываться коэффициент K_4, а также коэффициент K_2, учитывающий выход годного продукта при сушке (см. п.6.I.I0).

6.2.6. Нормативный расход условного топлива на единицу высушенного материала $B_{уд.норм.}$ определяется согласно п.6.I.I3 для сушил барабанных, кипящего слоя, с пневмопотоком, камерных, горизонтальных, конвейерных и вертикальных конвейерных. Для сушил поверхностной подсушки В норм. определяется на один м2 обогреваемой поверхности опок (B_F). Для нагревательных устройство, для сушки и нагрева футеровки ковшей (стендов) - на одну т емкости ковша (B_g).

6.2.7. Нормативный расход условного топлива на сушило за год определяется согласно п.6.I4. Для сушил поверхностной подсушки значение ΣF определяется суммарной поверхностью обработанных за год опок в м2, а для нагревательных устройств для сушки и нагрева футеровки ковшей (стендов) - суммарной емкостью обработанных за год ковшей (Σg).

Таблица 6.2

Нормы расхода топлива в сушилах

Тип сушила	материал, подвергающийся сушке	конечная температура нагрева $t_ч$, °C	производительность по высушенному материалу, G, кг/ч, единовременная загрузка M т;шт.	Влажность: начальная W_1, %	Влажность: конечная W_2, %	Удельный расход тепла: на 1кг высушенного материала $q_{сух}$, кДж/кг (ккал/кг)	Удельный расход тепла: на 1кг влаги $q_{вл}$, кДж/кг (ккал/кг)	Удельная производительность или загрузка, кг
I	2	3	4	5	6	7	8	I0	II
Сушила барабанные	песок	I05-II5	2500-40000	-	I0	0,5	550 (I30)	5000 (I200)	по влаге, на I м³ объема барабана, ω =80-100кг/м³.ч
	глина	I05-II5	600-6000	-	25	3,0	I460 (350)	5000 (I200)	то же, ω =40-60 кг/м³.ч
Сушила кипящего слоя	песок	I05-II5	2500-40000	-	I0	0,5	480 (II5)	4600 (II00)	по высушенному материалу, на I м2 решетки q_F = 5000 кг/м2.ч
Сушила с пневмопотоком	песок	I05-II5	2500-40000	-	I0	0,5	480 (II5)	4600 (II00)	-
Сушила камерные	литейные формы	300-450	-	5-75	8	2	I300 (3I0)	20000 (4800)	Загрузка по высушенному материалу на I м³ объема камеры $m_{сух}$ = 300 кг/м³

Табл.6.2 (продолжение)

I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO
Сушила камерные	литейные стержни	I80-300	-	5-75	6	0,5	980 (235)	I6800 (4000)	То же, 300 кг/м^3
Сушила вертикальные конвейерные	литейные стержни	200-400	I000-6300	-	6	0,5	750-880 (I80-2I0)	I3000-I5000 (3I00-3600)	По высушенному материалу, на I м2 суммарной площади этажерок q_F= 50-90 кг/м2.ч
Сушила горизонтальные конвейерные	-"-	200-400	I600-25000	-	6	0,5	750-880 (I80-2I0)	I3000-I5000 (3I00-3600)	То же, на I м2 площади конвейера q_F = 50-90 кг/м2.ч
Сушила поверхностной подсушки	литейные полуформы	300	-	от двух до девяти полуформ с обогреваемой поверхностью I,6-54 м2	6	2	Расход тепла q_F = на 1м2 обогреваемой поверхности опок за цикл сушки I6500-250000 кДж/м2 (40000-60000 ккал/м2) в зависимости от плотности загрузки в пределах I00-70%		

Табл. 6.2 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Нагревательные устройства для сушки и подогрева футеровки литейных ковшей (стенды для ковшей емкостью от 0,1 до 20 т)	сухой	400-600	-	I ковш	-	0	Расход тепла за цикл на 1 т емкости ковша q_3 = 1750 мДж/т (2000 ккал/т)		

7. ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

7.I. Правила безопасности в газовом хозяйстве. "Недра", М., I980.

7.2. Правила безопасности в газовом хозяйстве заводов черной металлургии. "Металлургия", М., I970.

7.3. Правила пользования электрической и тепловой энергией "Энергия", М., I977.

7.4. ГОСТ I7357-7I. Горелки газовые. Классификация.

7.5. ГОСТ 2I204-75. Горелки газовые. Общие технические требования.

7.6. СНиП II.37-76. Газоснабжение. Внутренние и наружные устройства.

7.7. СНиП III-24-75. Промышленные печи и кирпичные дымовые трубы.

7.8. Инструкции ВСН 367-76 ; СН I56-67 и СН 482-76 МЖС СССР

7.9. СНиП II-В.3-72. Стальные конструкции. Нормы проектирования.

7.I0. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. "Металлургия", М., I970.

7.II. Технические правила по экономному расходу строительных материалов ТП.I0I.76.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение I
I. Общие положения 2
2. Классификация газовых печей, сушил и других агрегатов, перечисленных в п.I.I 4
3. Технические требования к конструкции печей, сушил и других агрегатов, перечисленных в п.I.I 6
4. Правила и рекомендации по выбору газогорелочных устройств I5
5. Правила и рекомендации по выбору рекуператоров I7
6. Нормы расхода топлива 20
7. Перечень нормативных документов 35

gost.e-ecolog.ru

Зак. I5I9 Тир. I20 акз. ОКП ВНИИЭгазпрома