

Министерство газовой промышленности СССР

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель министра

/Каширов О.С./

22 июня 1983 г.

Правила проектирования газового
отопления печей и сушил машино-
строительных заводов

Москва

1983

Министерство газовой промышленности СССР

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель министра

Александров С.С.

«22» апреля 1983 г.

ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОВОГО
СВОИМЕРНОЙ ПЕЧИ И СЛУЖЕ МАШИНО-
СТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

"Правила проектирования газового отопления печей и сушильных 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 НИИПрогаз 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, использующих Правила.

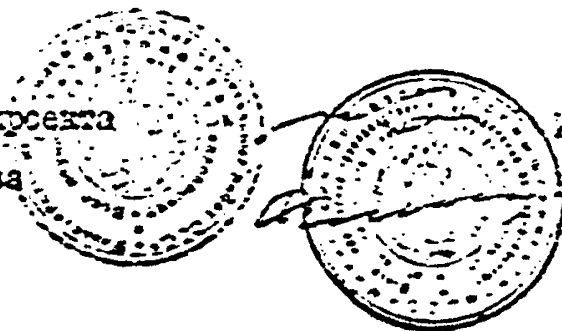
Срок действия Правил с 01.03.83 по 31.12.87 г.

Директор НИИТеплопроект

Директор НИИПрогаз

И.К.Зинько

Н.А.Седоренко



1. ОБЪЕМ ПОЛОЖЕНИЯ

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

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

1.3. 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.1.1, а также отдельных частей указанных агрегатов (уладка 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.

1.4. Правила распространяются на печи и другие агрегаты, перечисленные в п.1.1, устанавливаемые естественными и искусственными газами с теплотой сгорания $Q_{н}^F = 25000 - 110000 \text{ кДж/м}^3$

(6000–26000 ккал/м³) и соответствующими п.1.14 Правил безопасности в газовом хозяйстве, изд. 1980 г. При отоплении печей и др. агрегатов, перечисленных в п.1.1, коксовыми, коксодоменными, доменными и другими, аналогичными по химическому составу газами, надлежит также руководствоваться "Правилами безопасности в газовом хозяйстве заводов черной металлургии", изд. 1970 г.

1.5. Настоящие Правила распространяются также на перечисленные в п.1.1 печи и другие агрегаты с комбинированным (например, газсмазутным) отоплением, если одним из видов топлива является газ.

1.6. Проектирование печей, сушил и других агрегатов, перечисленных в п.1.1, осуществляется специально уполномоченными проектными организациями и конструкторскими бюро (КС), 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.

1.7. К проектированию, строительству (изготовлению), пусконаладочным работам и эксплуатации печей и других агрегатов, перечисленных в п.1.1, а также их отдельных частей допускаются лица, сдавшие экзамен (см. п.п. 1.4 – 1.11 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.1.1

2.1. По технологическому назначению

2.1.1. Для нагрева металла перед горячей деформацией (нагревательные печи).

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

2.1.3. Для плавки металла и шлака (плавильные печи).

2.1.4. Для прокалики и обжига различных изделий - форм точного литья, эмалевых покрытий, электродов, литейных ковочей и т.п. - (обжиговые печи).

2.1.5. Для обжига руды и ферросплавов.

2.1.6. Для подогрева металлической шихты.

2.1.7. Для сушки литейных материалов, форм, стержней, окрасочных изделий и т.п. (сушильные печи или сушила).

2.1.8. Для нагрева воздуха, получения теплоносителя для разных технологических целей и т.п. (воздухонагреватели в самостоятельной обдувке, отдельно стоящие топки, теплогенераторы, устройства для местного нагрева и другие теплообменные устройства), кроме котлов и других аппаратов, подведенных к органам Котлонадзора, работающих под давлением.

2.1.9. Генераторы замкнутых атмосфер.

2.2. По характеру работы

2.2.1. Печи и аппараты периодического действия.

2.2.2. Печи и аппараты непрерывного действия

2.3. По виду теплоносителя

2.3.1. Газовые.

2.3.2. Газмазутные

2.3.3. Газоэлектрические (с комбинированным нагревом).

2.4. По конструкции (печи и сушила).

2.4.1. 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 загарающими барабанами 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 прокаливания литейных (мелких) ковшец.

2.4.10. Стенды с тележкой для сушки и прокаливания литейных ковшец.

2.4.11. Сушила с пневмопотоксом для формовочных материалов.

2.4.12. Ванне печи (для плавления металлов, шихты и др.).

2.4.13. Тигельные плазменные печи.

2.4.14. Барилки для сушки (различные и комбинированные).

2.4.15. Разные конструкции специального назначения

П р и м е ч а н и я . Для отдельных технологических процессов применяются печи специального назначения, входящие в состав вышеперечисленных классификаций, но имеющих специфические признаки. К числу таких печей относятся:

печи безограниченного 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, термолучения), 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, ПЕРЬЕЧИСЛЕННЫХ в п.1.1

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

П р и м е ч а н и е . Для поточного и крупносерийного производства применяются, как правило, печи и сушила непрерывного действия; для малосерийного и индивидуального - периодического действия.

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

П р и м е ч а н и е . Если по технологическим условиям требуется нагревать материал по определенному графику, то такой график должен выдаваться в составе задания на проектирование печи, сушилки и пр.

3.3. Приборы для сжигания топлива (горелки), устанавливаемые на печи, сушилке 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, сушилке и пр. определяются проектной организацией в зависимости от характера работы и температурного режима печи, сушилки и пр., а также необходимого, по условиям работы агрегата, диапазона расхода топлива и состава газовой среды.

3.5. Давление газа перед печью, сушилкой 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.

П р и м е ч а н и е . Печи, сушилки 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 (прямочные) испытания. Не допускается внесение каких-либо изменений в конструкцию

горелок и радиационных труб, прошедших Государственные (приемочные) испытания. Применение горелок и радиационных труб, не прошедших 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 1,5 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 1 м² и рабочей температурой 600°С и более, кроме 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 1,0 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 зонами автоматическим регулированием, использующих воздух в качестве побудителя циркуляции печных газов, разрешается устанавливать рекупера-

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

3.9 Все печи, сушилы и пр., кроме кузнечных горнов и мелких сушильных стелдов, должны быть оборудованы системами автоматического регулирования, включающими: регулирование и поддержание температуры печи, сушилы и пр. в соответствии с заданным режимом, поддержание соотношения "Топливо-воздух" в пределах, определяемых технологическими требованиями к работе печи, сушилы 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, сушилы 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.

3.10. 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, сушилы и пр. по усмотрению проектной организации.

П р и м е ч а н и е . 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 коллектора рекомендуется выполнять замкнутыми. При невозможности выполнения замкнутых коллекторов участков 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, сушилках и пр. с расходом газа от 40 до 400 м³/ч должны устанавливаться газовые счетчики, а при расходе топлива более 400 м³/ч - измерительные диафрагмы с комплектом вторичных приборов.

3.14. Для печей, сушилок и пр. с расходом газа меньше 40 м³/ч должны устанавливаться газовые счетчики на группу агрегатов с суммарным расходом газа больше 40 м³/ч. Рекомендуется объединять в общие группы печи, сушилки и пр., имеющие одинаковое технологическое назначение.

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

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

П р и м е ч а н и е . 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 дымоходные трубы", инструкции ВСН 367-75 МДС СССР

и инструкциями СН 156-67 и СН 482-76, а также техническим правилам по экономному расходу материалов ТИ 1С1-76.

3.17. Все печи заключаются в кожух из стальных листов и каркас из проката. Конструкция кожуха и каркаса определяются проектной организацией с учетом строительных нагрузок и требований к газоплотности ограждений. Сушила и другие агрегаты, размещаемые 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 шлагов для 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.

3.19. Все отверстия и сква 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 - для 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.

3.21. 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. Внутреннее и внешнее устройства". На печах, топках и пр., с рабочей температурой выше температуры воспламенения газа, взрывные клапаны не устанавливаются.

П р и м е ч а н и я : I. Установка взрывных клапанов является обязательной в смешанных камерах, обмурованных с толстой, 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 танбуров инертным газом, разрешается взрывные клапаны в танбурах не устанавливать.

2. На термических и дуговых 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, сушки и пр. выводятся в подземные дымоходы (бороза) или под колпак (засет) и далее в надземный дымоход, по усмотрению проектной организации. Температура продуктов горения, поступающих в надземный воздухопроводной и нефутерованный дымоход из углеродистой стали, не должна превышать 300°C , для чего необходимо предусматривать разрыв между окнами для отбора газов из печи и колпаком или разделение вентиляторным воздухом. В случае применения колпаков и надземных дымоходов из углеродистой стали с внутренней футеровкой или из жароупорной 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, сушилках и пр. должны быть предусмотрены устройства для регулирования режима давления в рабочем пространстве и отсечки печи от общей дымоотводящей системы при длительных простоях (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 дымоососов) 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 противозумовые устройства.

3.25. Рабочие и кантовальные окна печей, сушил и пр., работающих при положительном давлении, должны быть оборудованы дымоветяжными 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.

П р и м е ч а н и е к п.3.25 и 3.26. Возможность установки дымоветяжных зонтов, местных отсосов и завес всех типов на рабочих окнах печей с выкатным подом, а также у печей колодезных, лентных и вертикальных определяется проектной организацией.

3.27. При температуре наружных ограждений печи выше 40°C , 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 обслуживаемого 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. Правила 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

4.1. Общие технические требования и классификация газовых горелок, применяемых в печах, сушилах и пр. машиностроительной промышленности, определены ГОСТ 21204-75 и ГОСТ 18357-71.

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 1:4.

4.4. На печах периодического действия со сложным температурным режимом, включающим выдержки при температуре 600°C и менее должны применяться горелки, устойчиво работающие с коэффициентом расхода воздуха $\alpha = 0,9-3,0$ и диапазоном регулирования расхода топлива больше чем 1:4.

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

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

4.6. Скоростные горелки со скоростью истечения продуктов горения из горелочного канала $W = 80$ 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, суши и пр. с рабочей температурой ниже 600°C рекомендуется применять горелки типа ПИЗ или ССГ, рассчитанные на работу с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,0-5,0$.

Примечания: 1. Горелки ССГ могут устанавливаться на нагревательном участке воздушного или рециркуляционного трубопровода.

2. При установке горелок ССГ в системе рециркуляционных устройств содержания O_2 в рециркулируемых газах должно быть больше 16%.

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

4.10. Для термических бездуфевых печей с защитной атмосферой 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 садов. 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 температур уходящих продуктов сгорания. Температура подогрева воздуха определяется технологическими условиями процесса или тепло-экономическими расчетами.

Примечания: I. Для нагревательных и термических печей с температурой нагрева $t_{mk} \geq 900^\circ\text{C}$ температура подогрева воздуха лежит в пределах $250-400^\circ\text{C}$, для печей с $t_{mk} = 550-900^\circ\text{C}$ воздух рекомендуется подогревать до $150-300^\circ\text{C}$, а для печей со специальной технологией (безокислительных и др.) температура подогрева воздуха должна определяться расчетом и может быть более 400°C .

2. Устройства для использования остаточного тепла продуктов сгорания после рекуператора в состав проекта 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.

П р и м е ч а н и е . Чугунные рекуператоры не рекомендуются выполнять по принципу прямотока, вследствие возникающего при этом перепада температуры по толщине стенки.

5.5. Для печей с $t_{гк} = 900^{\circ}\text{C}$ 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 $t_{гк}$ менее 900°C , следует применять конвективные рекуператоры.

П р и м е ч а н и е . Конвективные рекуператоры должны быть защищены от излучения предрекуператорного пространства и от возможности попадания пламени в колость 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°C рекомендуется применять комбинированные радиационно-конвективные рекуператоры.

П р и м е ч а н и е . 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 рекуператоров, а также трубопроводы горячего воздуха, должны иметь теплозву изоляцию, обеспечивающую температуру на наружной поверхности менее 50°C .

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 подачи воздуха от вентилятора.

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

5.11. Замер температуры продуктов горения перед рекуператором обязателен для всех случаев установка 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. НОРЫ 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);

$t_{нн}, t_{нк}$ — начальная и конечная температура нагрева металла, °С;

η — коэффициент полезного действия печи, %;

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

$c_{\text{нк}}$ и $c_{\text{нн}}$ конечные и начальные (~~температуры~~) теплоемкости нагреваемого металла соответственно.

6.1.2. В табл. 6.1 приведены числовые значения q ; q ; A и η для наиболее распространенных печей, с кладкой из огнеупорного и теплоизоляционного кирпича, отапливаемых газом с теплотой сгорания 25000–110000 кДж/м³ (6000–26000 ккал/м³) и предназначенных для нагрева перед пластической деформацией и термической обработки черных металлов при значениях $t_{\text{нк}}$, приведенных в табл. 6.1.

При отоплении печей другими видами топлива значения q и A принимаются с коэффициентом K_f , определяемом расчетом, а при нагреве цветных металлов все параметры определяются расчетным путем. Для термических печей периодического действия с ограждениями из легких панельных материалов значения η принимаются с коэффициентом 1,05–1,25; A – с коэффициентом 0,95–0,8, в зависимости от характера работы печи, а значение q пересчитывается по новому значению η .

Примечания: 1. Числовые значения q и A отнесены к габаритному полу печи.

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 $D \cdot H, \text{ м}^2$).

6.1.3. Значения удельной теплопроводности q , приведенные в таблице, соответствуют условиям, наиболее часто встречающимся, включая размеры заготовок и термическую обработку изделий.

Для печей с неупорядоченной садкой значения q принимаются по табл. 6.1; для печей с фиксированной укладкой заготовок и изделий табличные значения q должны уточняться на основании заданного или расчетного времени нагрева, с учетом их раскладки в печи.

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

6.1.4. Для всех значений q , приведенных в табл. 6.1, большему значению q соответствует меньшее значение η и большее значение η . Табличное значение q должно применяться для определения нормы расхода топлива для всех значений удельной производительности, q , приведенных в табл. 6.1.

Примечание. Для значений q , выходящих за пределы табл. 6.1, значения q и η определяются расчетом.

6.1.5. Приведенные в табл. 6.1 значения A соответствуют наибольшему значению q , являются наибольшими и служат для определения суммарной мощности горелочных устройств, а также сечений газовоздухопроводов и каналов дымового тракта. При меньших значениях q значение A снижается пропорционально снижению q .

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.

6.1.6. Для нагревательных печей, в которых производится нагрев слитков, имеющих повышенную начальную температуру $t_{гн}$, значения q приведены с учетом $t_{гн}$, указанной в табл. 6.1.

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

6.1.7. Табличные значения q и η для термических печей приведены для условий обычного нагрева по режиму, включаемому нагрев и конечную выдержку при заданной температуре $t_{\text{нк}}$. Для режимов с другим значением $t_{\text{нк}}$, слесных режимов, включающих промежуточные выдержки и другие особые требования, а также для печей светлой и термохимической обработки, значения q и η должны определяться расчетом.

6.1.8. Для нагревательных печей в табл. 6.1 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 $q_{\text{лег}} = q_{\text{чг}} \frac{t_{\text{чг}}}{t_{\text{лег}}}$, где $t_{\text{чг}}$ и $t_{\text{чл}}$ время нагрева легированных и углеродистых сталей соответственно; значения q , A и η должны быть пересчитаны в соответствии с изменившимся значением q .

6.1.9. Значения A , q и η , приведенные в табл. 6.1, относятся к расходу тепла, получаемого только от сгорания топлива.

Примечание. Для печей, в которых производится нагрев слитков, имеющих повышенную начальную температуру $t_{\text{нн}}$; значение q и η определяется согласно п. 6.1.6 настоящих Правил, т.е. с учетом начального теплосодержания металла.

6.1.10. Табличные значения q и η приведены для нагрева одного кг металла, загруженного в печь, без учета потерь металла от утара, брака, с обломом и пр. При пересчете параметров на годовую продукцию табличное значение q умножается,

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

6.1.11. Табличные значения q и η приведены для условий непрерывной работы печей без учета сменности и остановок, связанных с особенностями технологического процесса (смены штампов, горячих ремонтных и т.п.). При работе печей в одну или две смены табличные значения q умножаются на коэффициент K_3 , равный 1,25 и 1,1 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 .

6.1.12. В технической характеристике, входящей в состав проекта печи, должен быть указан расход топлива с учетом K_1 и K_3 . Нормативные расходы топлива на т годного и на год работы печи (см. пп. 6.1.13 и 6.1.14) определяются с учетом действующих на предприятии нормативов, определяющих значение K_2 и K_4 .

6.1.13. Нормативный расход условного топлива на 1 т годного определяется по формуле:

$$V_{\text{уд.норм.}} = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4}{7 K_2} \text{ , кг у.т./т}$$

6.1.14. Нормативный расход условного топлива на печь за год определяется по формуле:

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

τ_r - годовой фонд рабочего времени, ч/год;

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

Таблица 6.1

Нормы расхода топлива в печах

Тип и назначение печи	Температура нагрева ме- талла $t_{mk}, ^\circ C$	Удельная произво- дительность $G, \text{кг/м}^2 \cdot \text{ч}$	Удельный расход тепла $q, \text{кДж/кг}$ (ккал/кг)	Наибольшее тепловое напряжение пода, Δ , Вт/м^2 ($\text{ккал/м}^2 \cdot \text{ч}$)	КПД $\eta, \%$
1	2	3	4	5	6
Печи нагревательные камер- ные - с заслонками и по- левни ($t_{yx} \approx t_{mk}$)	1200-1250				
Нагрев под штамповку в поточном производстве		600-400	3350-3800 (800-900)	$4,65 \cdot 10^5$ ($4,0 \cdot 10^5$)	25-22
То же, в серийном произ- водстве		400-250	3800-4600 (900-1100)	$4,2 \cdot 10^5$ ($3,6 \cdot 10^5$)	22-18
То же, в мелкосерийном производстве или в партии под свободную ковку		250-150	4600-5000 (1100-1200)	$3,2 \cdot 10^5$ ($2,75 \cdot 10^5$)	18-16,5
Печи нагревательные ва- лудчатые ($t_{yx} \approx t_{mk}$)	1200-1250				
Нагрев под штамповку в поточном производстве		700-400	2100-3100 (500-750)	$5,2 \cdot 10^5$ ($4,5 \cdot 10^5$)	30-27
То же, в серийном произ- водстве		400-250	3100-4200 (750-1000)	$3,5 \cdot 10^5$ ($3,0 \cdot 10^5$)	27-20

1	2	3	4	5	6
Печи нагревательные с выкатным подом для нагрева слитков перед ковочными прессами ($t_{чх} \approx t_{мк}$)	II50-I250				
Нагрев холодных слитков ($t_{мн} < 300^{\circ}\text{C}$)		300-200	3350-4200 (800-1000)	$2,9 \cdot 10^5 (2,5 \cdot 10^5)$	25-20
То же, подстуженных ($t_{мн} = 300-600^{\circ}\text{C}$)		400-300	2500-3350 (575-800)	$2,9 \cdot 10^5 (2,5 \cdot 10^5)$	25-20
То же, горячек ($t_{мн} > 600^{\circ}\text{C}$)		500-400	2100-2500 (500-600)	$2,9 \cdot 10^5 (2,5 \cdot 10^5)$	25-20
Печи нагревательные с вращающимся тарельчатым подом ($t_{чх} \approx t_{мк}$)	II00-I250	250-150	3350-4200 (800-1000)	$2,3 \cdot 10^5 (2,0 \cdot 10^5)$	25-20
Печи нагревательные с шагающими балками ($t_{чх} < t_{мк}$)	II00-I250	450-300	2500-3350 (575-800)	$2,9 \cdot 10^5 (2,5 \cdot 10^5)$	35-25
Печи нагревательные с вращающимся кольцевым подом ($t_{чх} < t_{мк}$)	II00 -I250	250-150	2500-3350 (575-800)	$1,75 \cdot 10^5 (1,5 \cdot 10^5)$	35-25
Печи нагревательные проходные разного назначения ($t_{чх} \approx t_{мк}$)					

1	2	3	4	5	6
Для нагрева листов или полос перед штамповкой или вальцовкой	950-1150	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	8500-1650 (200-400)	1,75 10^5 (1,5 10^5)	35-25
Печи термические камерные со стационарным или выкатным подомжж), комбинированные, вертикальные, ямные ($t_{чх} < t_{нк}$) ***)	550-1100	30-100	11130-3800 (2700-900)	1,00 10^5 (0,9 10^5)	5-15
То же	--	100-150	3800-2800 (900-675)	1,35 10^5 (1,0 10^5)	15-20
То же	--	150-250	2250-2800 (540-675)	1,55 10^5 (1,35 10^5)	20-25
Печи термические проходные толкательные с поддонами или баншиками, конвейерные с холодной обратной ветвью, роликовые с водяным охлаждением ($t_{чх} \approx t_{нк}$)	550-1050	30-70	3800-2800 (900-675)	0,60 10^5 (0,55 10^5)	15-20
То же	--	70-150	2800-1900 (675-450)	0,80 10^5 (0,7 10^5)	20-30

1	2	3	4	5	
Печи термическое проходные с беставной укладкой изделий (с протопленным полом, роликами, без водяного охлаждения, с покатными балками, со скритым конвейером или с конвейером с горичей обратной ветвью) ($t_{yx} < t_{mk}$)	550-1050	30-70	2800-1900 (675-450)	$0,4 \cdot 10^5 (0,35 \cdot 10^5)$	20-30
То же	-"-	70-150	1900-1400 (450-340)	$0,6 \cdot 10^5 (0,53 \cdot 10^5)$	30-40

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

кк) Для печей с ограждениями из легких волокнистых материалов, коэффициент полезного действия η принимается с $K=1,05-1,25$, в зависимости от удельной производительности

Значения K	
30-100	1,05-1,15
100-150	1,15-1,20
150-250	1,20-1,25

ккк) $t_{yx} < t_{mk}$

в среднем за цикл. При выдержке $t_{yx} \approx t_{mk}$.

6.2. Сушилка литейных цехов

6.2.1. В табл.6.2 приведены основные параметры работы сушилки, предназначенных для сушки материалов и изделий в литейных цехах машиностроительных заводов и отапливаемых газом с теплотой сгорания 25000-11000 кДж/м³ (6000-26000 ккал/м³). При отоплении сушилки другими видами топлива значения параметров берются с учетом коэффициента K_1 согласно п.6.1.2.

6.2.2. Основными параметрами, определяющими работу сушилки, являются:

- для барабанных сушилок - удельные расходы тепла на один кг испаренной влаги и один кг высушенного материала $q_{в\bar{a}}$ и $q_{с\bar{a}}$, 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 сушилки кипящего слоя - удельные расходы тепла на один кг испаренной влаги и один кг высушенного материала $q_{в\bar{a}}$ и $q_{с\bar{a}}$, кДж/кг (ккал/кг) и удельная производительность по высушенному материалу $\mu_{с\bar{a}} = \frac{G_{с\bar{a}}}{F}$, кг/(м²·ч), где $G_{с\bar{a}}$, кг/ч - производительность сушилки по высушенному материалу и F , м² - площадь решетки;

- для сушилки с пневмопотоком - удельные расходы тепла на один кг испаренной влаги и один кг высушенного материала - $q_{в\bar{a}}$ и $q_{с\bar{a}}$, кДж/кг (ккал/кг);

- для камерных сушилок - удельный расход тепла на один кг влаги и один кг высушенного материала $q_{в\bar{a}}$ и $q_{с\bar{a}}$, кДж/кг (ккал/кг) и удельная загрузка камеры сушилки $m_{с\bar{a}} = \frac{M_{с\bar{a}}}{V}$, кг/м³,

где $M_{с\bar{a}}$, кг - загрузка камеры сушилки 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 $q_{вд}$ и $q_{сул}$, 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 $q_{г}$, кДж/м² (ккал/м²) за полный цикл обработки;

- для нагревательных устройств для сушки и нагрева футеровки литейных ковша (стендов удельный расход на одну тонну емкости ковша $q_{з}$, кДж/м³ (ккал/м³) 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, кляпчатого слоя, в пневмосточке 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.6.1.11.

6.2.5. В технической характеристике, входящей в состав проекта сушилы, 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.6.1.10).

6.2.6. Нормативный расход условного топлива на единицу высушенного материала $V_{уд.норм.}$ определяется согласно п.6.1.13 для сушилы барабанных, кипящего слоя, с пневмотоксом, камерных, горизонтальных, конвейерных и вертикальных конвейерных. Для сушилы поверхностной подсушки $V_{норм.}$ определяется на один м² обогреваемой поверхности опок (V_F). Для нагревательных устройств, для сушки и нагрева футеровки ковшей (стендов) - на одну емкость ковша (V_g).

6.2.7. Нормативный расход условного топлива на сушило за год определяется согласно п.6.14. Для сушилы поверхностной подсушки значение $\sum F$ 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 ($\sum g$).

Таблица 6.2

Нормы расхода топлива в сушилах

Тип сушила	материал, подвер- гающийся сушке	конечная температу- ра нагрева t, °C	производительность по высушенному материалу, G, кг/ч. емкостная загрузка M т/шт.	Влажность		Удельный расход топлива		Удельная произво- дительность или загрузка, кг	
				начальная W ₁ , %	конечная W ₂ , %	на 1кг высу- шенного мате- риала Q _{сух} , кДж/кг (ккал/кг)	на 1кг влаги Q _{вл} , кДж/кг (ккал/кг)		
I								II	
Сушила барабанного	песок	105- 115	2500- 40000	-	10	0,5	550 (130)	5000 (1200)	по влаге, на 1 м ³ объема барабана, ω = 80-100 кг/м ³ .ч
	глина	105- 115	600- 6000	-	25	3,0	1460 (350)	5000 (1200)	то же, ω = 40-60 кг/м ³ .ч
Сушила кипящего слоя	песок	105- 115	2500- 40000	-	10	0,5	480 (115)	4600 (1100)	по высушенному мате- риалу, на 1 м ² решетки q _р = 5000 кг/м ² .ч
Сушила с шнеко- потокотом	песок	105- 115	2500- 40000	-	10	0,5	480 (115)	4600 (1100)	-
Сушила камерные	литей- но формы	300- 450	-	5-75	8	2	1300 (310)	20000 (4800)	Загрузка по высушен- ному материалу на 1 м ³ объема камеры m _{сух} = 300 кг/м ³

Табл.6.2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сушилка камерные	литейные отвертки	180- 300	-	5-75	6	0,5	980 (235)	16800 (4000)	То же, 300 кг/м ³
Сушилка вертикальные конвейерные	литейные отвертки	200- 400	1000- 6300	-	6	0,5	750- 880 (180- 210)	13000- 15000 (3100- 3600)	По высушенному мате- риалу, на 1 м ² сум- марной площади эта- жерок $q_{\text{ф}} = 50-90 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$
Сушилка горизонталь- ные конвейерные	"-"	200- 400	1600- 25000	-	6	0,5	750- 880 (180- 210)	13000- 15000 (3100- 3600)	То же, на 1 м ² пло- щади конвейера $q_{\text{ф}} = 50-90 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$
Сушилка поверхност- ной подсушки	литей- ные по- лу- формы	300	-	от двух до двух по- луформ с обогре- ваемой по- верхностью 1,6-54 м ²	8	2	Расход тепла $q_{\text{ф}}$ на 1 м ² обогреваемой поверхности опок за цикл сушки 167500- 250000 кДж/м ² (40000-60000 ккал/м ²) в за- висимости от плотности за- грузки в преде- лах 100-70%	88	

Табл. 6.2 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Нагревательные улитки — цитостра для сушки и высушивания в футерованной ленточной ковшевой (стенды для ковшевой емкости от 0,1 до 20 т)		400- 600	-	I ковш	-	0	Расход тепла за цикл на 1 т емкости ковша $q_s = 1750$ мДж/т (42000 ккал/т)		

7. ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

- 7.1. Правила безопасности в газовом хозяйстве. "Недра", М., 1980.
- 7.2. Правила безопасности в газовом хозяйстве заводов черной металлургии. "Металлургия", М., 1970.
- 7.3. Правила пользования электрической и тепловой энергией "Энергия", М., 1977.
- 7.4. ГОСТ 17357-71. Горелки газовые. Классификация.
- 7.5. ГОСТ 21204-75. Горелки газовые. Общие технические требования.
- 7.6. СНиП П-37-76. Газоснабжение. Внутренние и наружные устройства.
- 7.7. СНиП Ш-24-75. Промышленные печи и кирпичные дымоходные трубы.
- 7.8. Инструкция ВСН 367-76 ; СН 156-67 и СН 482-76
МЭС СССР
- 7.9. СНиП П-В.3-72. Стальные конструкции. Нормы проектирования.
- 7.10. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. "Металлургия", М., 1970.
- 7.11. Технические правила по экономному расходу строительных материалов ТП.101.76.

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 конструкциям печей, сушил и других агрегатов, перечисленных в п. I. I	6
4. Правила и рекомендации по выбору газогорелочных устройств	15
5. Правила и рекомендации по выбору рекуператоров	17
6. Нормы расхода топлива	20
7. Перечень нормативных документов	35