

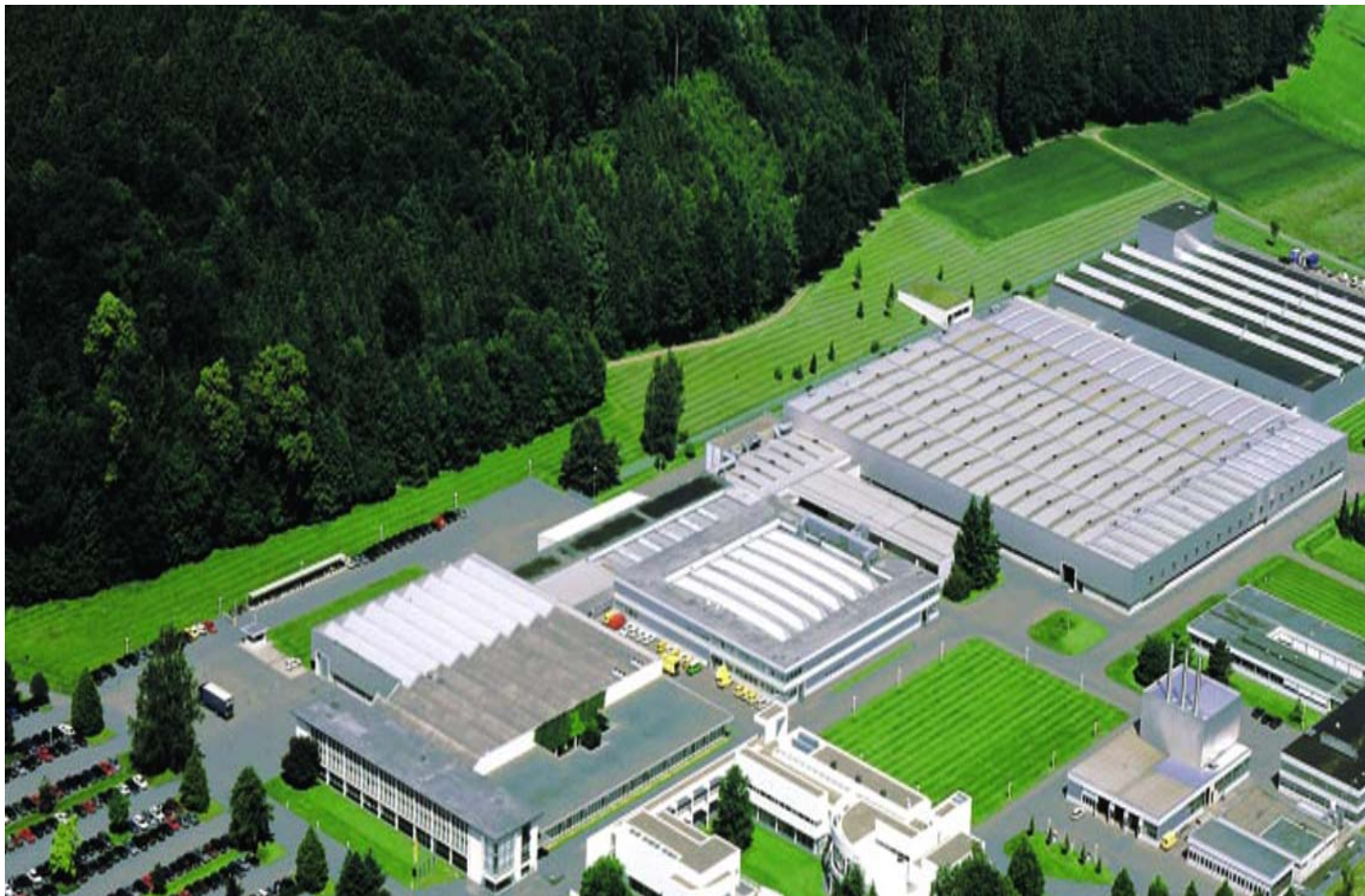
Новые решения Модернизация водотрубных котлов

ТЕПЛОТЕХ

-weishaupt-



Фирма Max Weishaupt GmbH



Завод Weishaupt, г.Швенди, Германия

Фирма weishaupt была основана в 1932 году как ремесленное предприятие. Сейчас здесь занято более 2 500 сотрудников. Примерно половина из них работает на головном предприятии в Швенди, остальные на филиалах фирмы в Германии и в дочерних компаниях за границей. На предприятии, полезная площадь которого составляет 60 000 кв.м., каждый год производится более 150 000 горелок. Кроме того, разработана обширная программа выпуска водогрейных котлов, шкафов управления и принадлежностей.

Программа weishaupt охватывает газовые, жидкотопливные, комбинированные горелки с одноступенчатым, двухступенчатым, плавно-двухступенчатым и модулируемым регулированием. Это полностью автоматические горелки. Они предназначены для дизельного, мазутного топлива, сырой нефти, а также всех видов газа.

Горелка weishaupt - это надежная и хорошо выполненная по форме конструкция с большим сроком службы. Испытанные материалы, серийный выпуск и многоуровневый контроль гарантируют постоянное качество. Благодаря высокому КПД горелок weishaupt тепловая энергия топлива используется полностью. Это значительно снижает расходы на топливо.

В центре обучения weishaupt в г.Швенди ежегодно более тысячи технических работников со всего мира проходят обучение и получают квалификацию специалистов по горелкам.

Содержание

Необходимость применения горелок Weishaupt на котлах БИКЗ	4
От идеи до внедрения в серийное производство	6
Сертификат соответствия горелок Weishaupt котлам Бийского котельного завода	10
Согласование на установку горелок Weishaupt на котлы Бийского котельного завода	11
Преимущества применения горелок Weishaupt на котлах Бийского котельного завода	12
Возможности регулирования горелок Weishaupt и управления котлами ДЕ и ДКВР	13
Таблица подбора горелок к котлам ДЕ, ДСЕ	14
Таблица подбора горелок к котлам ДКВР	15
Пример проекта установки горелки G5/1-D исп. ZMD-SF на котел E-1,0-0,9	16
Пример проекта установки комбинированной горелки GL8 на котел E-2,5	18
Пример проекта установки газовой горелки G9 на котел ДЕ-4	20
Панорама реализованных объектов	22

Weishaupt в Украине

Компания "Теплотех" является торговым и техническим представительством фирмы Weishaupt в Украине. Горелки Weishaupt успешно эксплуатируются на паровых и водогрейных котлах, печах, теплогенераторах, сушильных камерах, различных других теплогенерирующих устройствах как отечественного, так и импортного производства.

Горелка Weishaupt - это надежная и хорошо выполненная по форме конструкция с большим сроком службы. Испытанные материалы, серийный выпуск и многоуровневый контроль гарантируют постоянное качество.

Программа производства Weishaupt включает в себя газовые, жидкотопливные и комбинированные горелки мощностью от 12 до 17500 кВт. Это полностью автоматические горелки. Они предназначены для сжигания дизельного и мазутного топлива, а также всех видов газов. Наиболее полная комплектация жидкотопливных и газовых горелок сопутствующими принадлежностями позволяет предоставить Покупателю полностью укомплектованный горелочный блок, готовый к завершающему монтажу на теплогенерирующее оборудование.

Одним из актуальных факторов будущего, безусловно, является повышение цен на топливо и электрическую энергию, а также ужесточение экологических норм. Поэтому, применяя передовые системы регулирования и управления от Weishaupt, как при постройке новых энергосистем, так и при модернизации действующих, обеспечивается полное соблюдение требований по энергосбережению и охране окружающей среды. Собственный центр исследований и развития решает задачи создания нового и совершенствования успешно производимого оборудования. Результат - высокая эффективность горелок, уменьшение выбросов NOx и CO в атмосферу.

Комплексное использование горелок и автоматики от Weishaupt на отечественных котлах и теплогенераторах позволяет выйти на новый уровень конкурентоспособности и работать с высоким КПД в автоматическом режиме.

Необходимость применения горелок Weishaupt на котлах БИКЗ

Котлы Бийского котельного завода являются наиболее распространенными на украинском рынке теплоэнергетики. За более чем 50-летний период работы Бийский котельный завод изготовил более 125000 котлов в комплексной поставке, а также поставил запчастями более 25000 котлов. Суммарная мощность изготовленных за этот период котлов равна 936610 тоннам пара в час и составляет 55% от всех выпущенных для промэнергетики котлов.

В настоящее время в России, по различным оценкам, работает от 50000 до 70000 котлов, произведенных Бийским котельным заводом. Несмотря на изменение топливной конъюнктуры в целом, спрос на газо-мазутные котлы производства ОАО БИКЗ сегодня не уменьшился. Основным объемом производства, помимо унифицированных для различных видов топлива котлов ДКВр, приходится на моноблочные паровые котлы ДЕ (ДЕВ), КЕ (КЕВ), ДСЕ, Е и КВЕ.

Все предыдущие годы для сжигания топлива в топках вышеперечисленных котлов применялись российские регистровые горелки ГМГм, ГМ, ГМП и РГМГ. Данные горелки работают по принципу диффузионного смешивания, когда турбулизация и закручивание потока воздуха достигается путем установки в горелки лопаточного регистра.

Практическая многолетняя эксплуатация горелок показала как положительные, так и отрицательные особенности их работы. Приведем некоторые примеры.

- Закручивание потока воздуха резко сокращает подготовительную стадию горения (подогрев и воспламенение топлива) и активно способствует догоранию коксовых частиц. Одновременно с этим возникает значительная неравномерность распределения тепловых потоков по длине факела (1). При работе горелок ГМ максимум излучения расположен в головной части топки. По мере выгорания топлива тепловые потоки снижаются и в конце топочной камеры в 2-2,5 раза ниже первоначальных потоков. Коэффициент тепловой эффективности экранов в начале топки составляет 0,68-0,64 при среднем значении 0,44-0,576.

- Величина максимальных тепловых потоков и их местоположение определяет требования к параметрам и условиям работы среды в циркуляционном контуре котла.

- Температура в локальной зоне горения (4) превышает пороговый уровень (1550 °С), после которого начинается интенсивное окисление атомарного азота. Содержание NOx в уходящих газах превышает 500 мг/м³ (котел ДЕ-10-14ГМ).

- Несовершенство подвода воздуха в регистровую часть горелки приводит к значительной скоростной и расходной неравномерности на выходе из горелки. Горение затягивается и нарушается симметрия факела относительно оси котла. Коэффициенты избытка воздуха намного превышают расчетные величины, имеет место касание факелом задней стенки котла и затягивание факела в конвективный пучок.

- Для распыления жидкого топлива в регистровых горелках используются паро-механические форсунки, что требует дополнительного расхода пара на собственные нужды. Основным недостатком паромеханических форсунок является изменение внешней формы и внутреннего строения факела с изменением давления подачи топлива. При неизменной эпюре распределения скоростей воздушного потока изменение характеристик топливного факела приводит к качественному ухудшению сжигания топлива.

- Уровень автоматизации управления процессом сжигания топлива ограничивается только защитными и показывающими функциями.

Российские производители горелок последние десятилетия практически не проводили работы по модернизации и автоматизации процессов сжигания на своих горелках. С начала 90-х годов прошлого столетия началось активное продвижение на рынок России современных горелок различных европейских и мировых производителей. Данные горелки были предназначены в основном для импортных и российских жаротрубных котлов, и до кризиса 1998 года внимание европейских производителей горелок к российским водотрубным котлам было незначительное.

Эпизодические попытки применения современных зарубежных горелок на котлах Бийского котельного завода сталкивались с постоянной проблемой несоответствия габаритов факела размерам камеры сгорания котла. В Европе в настоящий момент практически отсутствует производство водотрубных котлов и поэтому все горелки разрабатываются и производятся для работы с надувными жаротрубными котлами.

По своим техническим характеристикам стандартные европейские горелки являются длиннофакельными, и они не могут работать на водотрубных котлах с короткими топками, работающими под разрежением. На фотографии Вы видите неудачный пример применения стандартной длиннофакельной горелки. Даже кратковременная работа котла ДЕ-6,5 с данной горелкой на мощности 50% от номинальной привела к прожиганию задней стенки котла.

На таких практических примерах подтвердились теоретические предположения, что ни одна европейская горелка, созданная для работы на жаротрубных котлах, не сможет вывести водотрубный котел типа Е, ДЕ, ДКВР на номинальную мощность.

Изменение экономической ситуации после кризиса 1998 года и значительное увеличение заинтересованности Заказчиков в покупке привычных и доступных котлов Бийского котельного завода потребовало от завода Weishaupt и компании РАЦИОНАЛ оперативных мероприятий по адаптации горелок к водотрубным котлам.

В 2000 году компания РАЦИОНАЛ, эксклюзивный представитель фирмы Weishaupt в России, и институт исследований и развития при заводе Weishaupt утвердили новую программу по модернизации и адаптации горелок Weishaupt к котлам Бийского котельного завода. В течение нескольких лет необходимо было решить следующие задачи:

- Разработка, испытание и серийное производство нового смесительного устройства для равномерного распределения факела горелок по объему камеры сгорания в коротких топках водотрубных котлов.
- Достижение оптимально низких эмиссионных показателей при сжигании различных видов топлива и стабильной автоматизированной работы горелок во всем диапазоне мощности водотрубных котлов.
- Внедрение с 2005 года в серийное производство новых горелок с коротким факелом (исполнение SF) для всех типоразмеров котлов Бийского котельного завода.

В настоящее время данная программа завершена. На последующих страницах данного проспекта размещена информация об истории разработки и испытаний новых горелок, о реализованных проектах в Украине, необходимые технические характеристики горелок и котлов и другая необходимая информация.



От идеи до внедрения в серийное производство 2001 год

В компании РАЦИОНАЛ была создана рабочая группа специалистов в составе 6 человек. Руководителем группы был назначен Томилин А.В. - директор нашего Сибирского регионального бюро Weishaupt. Рабочей группе было поручено реализовать совместно с заводом Weishaupt в течение нескольких лет программу по внедрению в серийное производство новых горелок, адаптированных к коротким топкам котлов Бийского котельного завода.

В течение всего года проходили деловые переговоры с руководителями и ведущими специалистами Бийского котельного завода. К концу года с руководством завода удалось достичь общего понимания предстоящих задач, были письменно зафиксированы намерения и план совместной работы по адаптации горелок.

В дальнейшем основной проблемой по внедрению новых горелок была организация испытаний новых образцов горелок. В институте исследований и развития завода Weishaupt имеются девять испытательных стендов на основе жаровых труб для испытания длиннофакельных горелок и нет стендов для испытания горелок для водотрубных котлов. Возможности установки котлов ДЕ-4 или ДЕ-6,5 в Германии не было по причине отсутствия места в зале испытаний.

В результате было принято решение проводить испытания горелок малой мощности (G, GL, L5 на котле E-1,0-0,9) на испытательном стенде в Бийске, другие типы горелок в котельной Бийского котельного завода на котле ДЕ-10 и на котлах в новых котельных. Предстояла сложная работа по продаже новых горелок с одновременным согласованием с заказчиками предстоящих испытаний этих горелок с различными типами смесительных устройств.

Этот подход в последующие годы полностью оправдал себя - с большинством заказчиков было достигнуто согласие о необходимости дополнительных испытаний и в течение 2001-2004 годов были проведены испытания новых горелок практически на всех типоразмерах котлов ДЕ и ДКВР.

В этом же году был реализован первый проект с применением газодизельных горелок Weishaupt на двух котлах ДЕ-25. Новосибирскому предприятию требовалась технологическая паровая котельная с обязательным условием очень точного плавного регулирования расхода пара для производства медикаментов. Так как необходимого точного регулирования на российских горелках достичь невозможно, было принято решение о применении горелок Weishaupt. На консервации на данном предприятии находились два котла ДЕ-25, которые были смонтированы и введены в эксплуатацию со снижением мощности до 10 тонн пара в час на каждом котле.

Горелки RGL60 с модулируемым регулированием обеспечили стабильную работу котла в диапазоне от 2,5 до 10 т/час с предельно точным плавным регулированием мощностью горелки в соответствии с расходом пара при производстве медикаментов.

На этом проекте реализованы все самые современные системы регулирования и управления. Например, применение частотного регулирования двигателя дымососа обеспечило дополнительную экономию 35% расходов на электроэнергию. Двигатель дымососа работает в диапазоне от 9 до 50 Герц.



Котел ДЕ-25 с комбинированной горелкой RGL 60/2

Реализованный проект придал уверенности в правильности выбранного направления по адаптации горелок. И на сегодняшний день котельная этого новосибирского предприятия работает в безаварийном, полностью автоматическом режиме.

2002 год

В испытательную лабораторию Бийского завода была доставлена двухступенчатая дизельная горелка L5 для испытаний в стендовых условиях принципиально нового смесительного устройства (исполнение SF). В лаборатории создали макет стенки котла E-1,0-0,9, а условия горения на испытательном стенде максимально приблизили к условиям горения в топке котлов, работающих под разрежением.

Новое смесительное устройство для горелки L5 было разработано и изготовлено с учетом большого практического опыта Бийского котельного завода в производстве и эксплуатации российских горелок. В течение двух месяцев проходили испытания на стенде и доработка нового смесительного устройства.



Стенд в лаборатории



Факел горелки стандартного исполнения



Факел горелки исполнения SF

В этой работе были достигнуты первые положительные результаты. Факел горелки укоротился на 30 - 40%, поджиг топлива и горение на всех режимах работы горелки были стабильными и качественными.

После получения первых положительных результатов горелка L5 исполнения SF была установлена на водотрубном паровом котле E-1,0-0,9, который также был установлен в испытательной лаборатории Бийского завода. В течение нескольких месяцев проходили дальнейшие испытания, доработка новой горелки и адаптация размеров факела к размерам топки парового котла.

Испытания были успешно завершены к концу года. Проведена настройка горелки на всех эксплуатационных режимах и выполнена полная режимная наладка котла, по результатам которой были достигнуты оптимальные показатели работы котла при работе на дизельном топливе: КПД - 92%, выбросы NOx не более 150 мг/м³.

Результаты испытаний, режимная карта котла были переданы в институт исследований и развития завода Weishaupt для окончательной доработки новых горелок и дополнительных испытаний на стендах в заводских условиях.

В конце года завершен и утвержден Бийским заводом и заводом Weishaupt окончательный подбор горелок для всех типоразмеров паровых котлов ДЕ и ДКВР. Подбор был проведен на всех видах топлива: природном газе, сжиженном газе, дизельном топливе, мазуте и нефти.

С Бийским заводом было подписано новое соглашение и конструкторский отдел начал разрабатывать проекты установки горелок Weishaupt (исполнение SF) на все типоразмеры котлов ДЕ и ДКВР.



Испытательная лаборатория БиКЗ
Котел E 1-0,9 с дизельной горелкой L5Z исполнения SF

От идеи до внедрения в серийное производство 2003 год

Согласно утвержденному подбору горелок на все типоразмеры котлов ДЕ и ДКВР, требовалось в короткие сроки внедрить в серийное производство 44 типа горелок Weishaupt для разных видов топлива исполнения SF (короткий факел). Необходимо было ускорить процесс разработки, проектирования и изготовления новых смесительных устройств горелок. Для этих целей совместным решением завода Weishaupt и компании РАЦИОНАЛ в России была создана инженерно-конструкторская группа, работать в которую пригласили ведущих российских специалистов в области горелочных устройств.

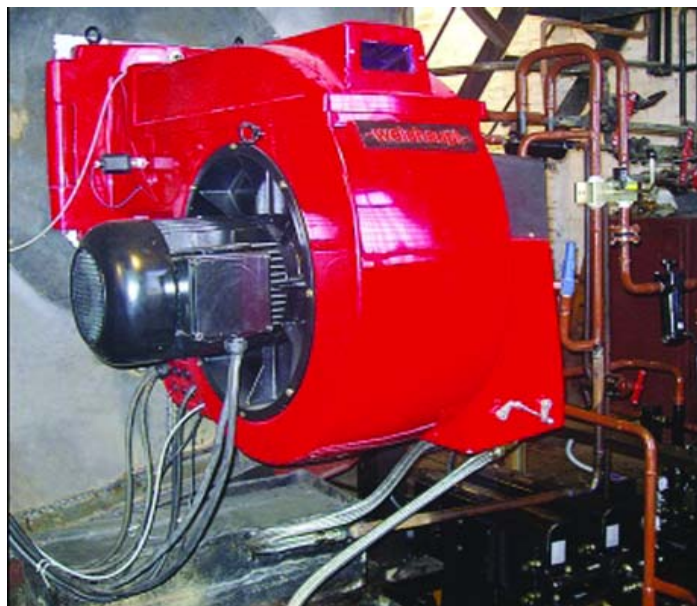
С этого момента разработка прототипов и основные проектные решения стали выполняться в России. Это значительно ускорило работы: появилась возможность для каждого типоразмера горелок разрабатывать одновременно несколько вариантов опытных смесительных устройств. К концу года их изготовление также было организовано в России. Работу российских специалистов координировал Институт исследований и развития завода Weishaupt.

В середине года в котельную Бийского завода была доставлена мазутная горелка RMS70 для испытаний на котле ДЕ-10-14. На данном котле планировалось испытание нескольких вариантов смесительных устройств для тяжелого жидкого топлива. Для сжигания мазута требуется большое топочное пространство, поэтому от нового исполнения горелок требовалось максимально расширить факел и использовать ширину и высоту топки котла.

В конце года в Россию прибыла группа инженеров из Института исследований и развития. Немецкие специалисты совместно с работниками РАЦИОНАЛ и Бийского котельного завода провели комплексные испытания новых смесительных устройств в городе Кемерово на котлах ДЕ 4, ДЕ-6,5 и в городе Бийске на котле ДЕ-10. Первоначально на этих котлах были опробованы стандартные устройства смешивания, которые в очередной раз подтвердили невозможность их применения на водотрубных котлах. Уже при 40-50% номинальной мощности факел упирался в заднюю трубную стенку котла.

На испытаниях горелок G11 и RGL11 на котле ДЕ-6,5 в городе Кемерово были проверены три опытных варианта смесительного устройства SF. Испытания проводились в модулируемом режиме на всех эксплуатационных мощностях котла на газе и на дизельном топливе. В результате было выбрано устройство 2SF, которое в дальнейшем дорабатывалось для горелок типоразмеров G, GL, RGL, L7-11. Факел горения топлива при использовании устройства 2SF, равномерно распределяясь по объему топки, не касался стенок водотрубного котла. В результате испытаний были достигнуты следующие показатели: на газе КПД - 93%, выбросы NOx - 85 мг/м³ и на дизельном топливе КПД 91%, выбросы 160 мг/м³.

Для испытаний в Бийске на котле ДЕ-10 был смонтирован кольцевой трубопровод с винтовыми насосами и дополнительным подогревателем топлива. Горелка RMS70 с микропроцессорным менеджером регулирования подключена к автоматике котла. Предварительные испытания, проведенные на дизельном топливе и на мазуте, различных вариантов смесительных устройств показали, что исполнение 1SF позволяет сократить факел на 30-40%, но требовалась дополнительная его доработка для стабильного поджига топлива. Совместная работа в течение года специалистов компании РАЦИОНАЛ, завода Weishaupt и Бийского завода позволила добиться основного результата. По результатам испытаний многих опытных образцов для окончательной доработки были выбраны два типа смесительных устройств: для горелок типоразмеров 7-11 исполнение 2SF, а для горелок типоразмеров 50-70 исполнение 1SF.



г. Бийск. Котел ДЕ-10 с мазутной горелкой RMS-70

2004 год

В течение всего года продолжалась целенаправленная работа по окончательной доработке новых исполнений смесительного устройства 1SF и 2SF для короткого факела. Поскольку задача по адаптации факела к топкам водотрубных котлов была практически решена, основное внимание уделялось решению задач стабильного поджига горелок и качественному сжиганию топлива на всех эксплуатационных режимах работы котла с достижением максимально возможного диапазона модулируемого регулирования горелок.

К концу года были закончены проекты привязки горелок к котлам и совместно с инженерной группой из Германии проведены испытания на следующих котлах:

- котел Е-1,0-0,9 с газовыми G5 и дизельными L5 горелками.
- котел ДЕВ-1,4 с газомазутными горелками RGMS8;
- котел ДСЕ-2,5 с дизельными горелками L7;
- котел ДСЕ-2,5 с газовыми горелками G8;
- котел ДЕ-4 с газовыми G9 и газодизельными GL9 горелками;
- котел ДЕ-6,5 с газодизельными горелками RGL11;
- котел ДЕ-10 с газовыми (G70), газодизельными (RGL70) и мазутными (RMS70) горелками;
- котел ДКВР-2,5 с газовыми грелками G5;
- котел ДКВР-6,5 с мазутными горелками RMS7 и RMS8 и газовыми горелками G40;
- котел ДКВР-20 с газовыми горелками G70;

В котельной Бийского завода инженерная группа из Института исследований и развития завода Weishaupt завершила испытания мазутной горелки RMS70 на котле ДЕ-10. Получены следующие результаты при работе на мазуте: СО - 0-3 ppm/м³, остаточный кислород - 3,5-4,5%, сажа - 1-3, КПД котла - 90%, диапазон регулирования - 1:7.

В начале года началось серийное производство горелок G, L, GL5 исполнения SF для газа и дизельного топлива (мощность до 1 190 кВт). В течение года с начала производства было продано около 50 горелок типоразмера 5 для котлов Е-1,0-0,9. В конце года началось серийное производство горелок исполнения SF типоразмеров 7-11 (мощность до 4 750 кВт).

К концу года завершились испытания горелок типоразмеров 30-70 (мощность до 10 900 кВт) как в моноблочном, так и в промышленном исполнении. Закончена разработка смесительного устройства SF для горелок максимальной мощности WK 4 и WK 80 для котлов ДЕ-25.

Горелки исполнения SF в 2004 г. впервые включены в каталог Продукции Weishaupt. Начиная с этого года Бийский котельный завод включил в программу своих продаж горелки Weishaupt в комплекте со своими котлами. Был напечатан совместный с компанией РАЦИОНАЛ прайс-лист, выпущен новый CD-диск с информацией об адаптированных горелках и на сайте Бийского котельного завода размещена информация о совместных реализованных проектах с адаптированными горелками на водотрубных котлах ДЕ и ДКВР.

Бийский котельный завод выдал фирме Weishaupt и компании РАЦИОНАЛ официальное согласование на применение горелок Weishaupt с котлами (ДЕ, ДКВР и другими котлами), был подписан совместный Сертификат качественного соответствия продукции Weishaupt и котлов Бийского завода.

Согласование Бийского завода и Сертификат соответствия размещен на стр. 10-11 данного проспекта.



г. Кемерово. Котел ДЕ-10 с газовой горелкой G70 исп. SF

СЕРТИФИКАТ

ООО "Рационал", ОАО " Бийский котельный завод" и фирма Max Weishaupt GmbH (Германия) в течение 2001-2004 гг. провели совместную работу по адаптации горелок Weishaupt к котлам Бийского котельного завода.

В настоящий момент данная работа завершена и горелки Weishaupt исполнения SF адаптированы по техническим характеристикам к параметрам котлов БикЗ, опытные образцы горелок прошли эксплуатационные испытания и полностью отвечают техническим требованиям и режимам работы котлов производства Бийского котельного завода.

Горелки Weishaupt могут применяться для решения следующих задач:

- повышения уровня автоматизации котлоагрегатов БикЗ
- повышения надежности работы котлов и котельных с котлами БикЗ
- повышения уровня безопасности и долговечности работы оборудования
- соответствия требованиям и нормам охраны окружающей среды, уменьшения вредных выбросов в атмосферу с дымовыми газами
- экономии энергоресурсов - топлива и электроэнергии
- повышения уровня культуры производства на объектах теплоэнергетики
- соответствия всем требованиям и нормам безопасного использования оборудования, требованиям современного уровня техники, в части регулирования, управления и диспетчеризации.

ОАО "Бийский
Котельный Завод"
г.Бийск



Max Weishaupt GmbH
Schwendi
Германия



ООО "РАЦИОНАЛ"
г.Москва





ОАО "БИЙСКИЙ КОТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД"
(ОАО "БиКЗ")

ул. П. Мерлина 63, Алтайский край, г. Бийск, 659303, Тел. (3854) 24-44-10. факс (3854) 24-24-06, www.bikz.ru, E-mail: kotel@mail.biysk.ru

Р/с 40702810602450111996. к/с 30101810200000000604, Бийское ОСБ №153, Алтайского банка СБ РФ г.Барнаул,
БИК 040173604, ОКОНХ 14112, ОКПО 05454190, ИНН 2226008020, КПП 220401001

" 16 " 12 2004

№ 3-5/3428

ООО "РАЦИОНАЛ"

г. Москва

Господину Бактенкову Д.А.

тел.: (095) 783 68 47

"РАЦИОНАЛ Сибирь"

г Новосибирск

Господину Томилину А.В.

тел: (3832)54 70 92

Тема: о согласовании установки горелок Weishaupt на котлы БиКЗ

СОГЛАСОВАНИЕ

Настоящим согласовываем возможность установки горелок Weishaupt специального исполнения SF на котлы производства ОАО "БиКЗ"

Горелки Weishaupt типоразмеров:

Monarch: L, RL, M, MS, RMS, G, GL, RGL, RGMS 5, 7, 8, 9, 10, 11

Промышленные: L, RL, MS, RMS, G, GL, RGL, RGMS 30, 40, 50, 60, 70

Двухблочные: WKL, WKMS, WKG, WKGL, WKGMS 40, 50, 70, 80, 4 исполнений Z-SF, ZM-SF по своим техническим характеристикам адаптированы и предназначены для работы с котлами производства ОАО "БиКЗ" следующих типов:

ДКВР 2.5: 4; 6,5; 10; 20

ДЕ (ДЕВ) 1; 4; 6.5; 10; 16:25

КЕ(КЕВ) 6.5; 10; 16; 25

ДСЕ2,5;4

ДЕВ 1,4

Е1/9

КВЕ 0,7

и полностью соответствуют параметрам данных котлоагрегатов на следующих видах топлива: легкое, среднее, тяжелое жидкое топливо, сырая нефть, природный, сжиженный и попутный газ: а также их комбинаций.

Для использования горелок Weishaupt на котлах БиКЗ требуется проект установки, соответствующий действующим требованиям и нормам

Проект подлежит проведению независимой экспертизы промышленной безопасности и согласованию с местными органами Госгортехнадзора.

Технический директор

Г.К. Югай

Генеральный конструктор

М.А. Шарапов

Исп: т. 39-11-68

Преимущества применения горелок Weishaupt на котлах Бийского котельного завода

К середине 2005 года закончены испытания по адаптации горелок к водотрубным котлам Бийского котельного завода. С 2005 года начинается серийное производство горелок исполнения SF для всех основных типоразмеров котлов ДЕ и ДКВР (согласно таблице подбора горелок на стр. 12-13). Рабочей и инженерноконструкторской группе, которая успешно выполнила задачи, поставленные в программе 2001 года, обозначены следующие задачи по анализу работы адаптированных горелок Weishaupt, мониторинга процессов эксплуатации котлов и, при необходимости, дальнейшей оптимизации работы горелок на водотрубных котлах.

В течение четырехлетней совместной работы специалистов завода Weishaupt, компании РАЦИОНАЛ и Бийского котельного завода было проведено 38 штатных испытаний новых горелок на разных типах водотрубных котлов, разработано и изготовлено 54 варианта пробных смесительных устройств. Бюджет расходов по этим работам за четыре года составил около 1 млн. 200 тыс. Евро.

Накоплен значительный объем практических эксплуатационных результатов, которые позволяют реально ощутить нижеследующие преимущества применения горелок Weishaupt в сравнении с аналогами на котлах Бийского котельного завода.

Экономия энергоресурсов (топливо и электроэнергия)

- снижение потерь тепла с уходящими газами и неполнотой сгорания топлива и, как следствие, увеличение КПД на 2,5-3%;
- применение систем плавного, частотного и кислородного регулирования;
- увеличение диапазона регулирования (в среднем 1:7);
- отсутствие подтекания жидкого топлива за счет конструктивных особенностей форсунок;
- уменьшение расхода пара на собственные нужды (сажеобдувка, распыл жидкого топлива и прочее).

Повышение уровня автоматизации

- применение систем микропроцессорного регулирования;
- поставка горелок со шкафами управления и безопасности котла;
- возможность применения кислородного регулирования;
- возможность применения частотного регулирования двигателей горелки и дымососа;
- возможность передачи данных по цифровым каналам связи.

Увеличение срока службы оборудования

- максимум теплового излучения в топочной камере котла составляет 105-110% от среднего, что существенно снижает требования к циркуляционному контуру котла (эффект достигнут впервые в топочной практике);
- равномерное распределение факела по всей камере сгорания котла;
- увеличение межремонтного срока эксплуатации экранов топки, труб котельного пучка и экономайзера в 2,5-3 раза.

Соответствие требованиям и нормам экологии

- снижение экологически вредных выбросов в дымовых газах в 1,5-2 раза, максимальное значение температуры в "ядре" горения 1350-1480 °С.

Удобство обслуживания и эксплуатации

- беспечивается блочностью исполнения горелок, в блок входят все элементы, необходимые для подготовки и подачи топлива в зону горения, приборы автоматического регулирования процессом горения и аварийной защиты.

Таблица подбора горелок к котлам ДЕ, ДСЕ

Котлы ДЕ, ДСЕ													
Типоразмеры котлов		ДЕ-1		ДСЕ-2,5		ДЕ-4		ДЕ-6,5		ДЕ-10		ДЕ-16	ДЕ-25
Паропроизводительность	(т/ч)	1		2,5		4		6,5		10		16	25
Номинальная мощность	кВт	650		1625		2600		4425		6500		10400	16250
Сопротивление газопроводов	мбар	-0,5		-0,5		-0,5		-0,5		-0,5		-0,5	-0,5
КПД (газ/диз. топливо)	%	90		90		90		90		90		90	90
Горелки Weishaupt													
газовые	тип	G5/1-D		G8/1-D		G9/1-D		G11/1-D G50/2-A		G70/1-B G70/2-A		WKG70/2-A	WKG4
исполнение		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD	ZMD
мощность горелки	кВт	723		1805		2889		4695		7223		11556	18056
пламенная труба	тип	G5/1a		G7/2-A		UG2/1a		UG3/1a		G60-2		Wk70/2	WK...4
длина пламенной трубы	мм	200		230		233		233		357		420	555
расход газа	м ³	81,9		204,4		327,2		531,7		818,0		1308,7	2044,8
комбинированные (газ/дизель)	тип	GL5/1-D	RGL5/1-D	GL8/1-D	RGL8/1-D	GL9/1-D	RGL9/1-D	RGL11/1-D	RGL50/2-A	RGL70/1-B	RGL70/2-A	WKGL70/2	WKGL4
исполнение		ZD	ZMD	ZD	ZMD	ZD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD
мощность горелки	кВт	723		1805		2889		4695		7223		11556	18056
пламенная труба	тип	G5/1a		G7/2a		UG2/1a		UG2/1a		G60/2	G70/2	Wk70/2	WK...4
длина пламенной трубы	мм	200		230		233		332		362		420	555
расход газа	м ³	81,9		204,5		327,2		531,7		818,0		1308,7	2044,8
расход диз. топлива	кг/ч	61,0		152,2		243,6		395,9		609,0		974,4	1522,4
<i>Номинальный диаметр газовой арматуры</i>													
при давлении газа:		13 мбар DN	DN 80	-		-		-		-		-	-
		20 мбар DN	DN 65	DN 100		DN 125		-		-		-	-
		30 мбар DN	2"	DN 80		DN 100		DN 150		-		-	-
		50 мбар DN	1 1/2"	DN 65		DN 80		DN 125		-		-	-
		100 мбар DN	1"	2"		DN 65		DN 100	DN 125	-		DN 125	-
		200 мбар DN	1"	1 1/2"		2"		DN 80	DN 80	DN 100	DN 100	DN 150	-
		от 300 до 4000 мбар DN Необходимо использовать регуляторы газа высокого давления (подбор по дополнительному запросу)											
дизельные	тип	L5Z	RL5	L8Z	RL8	L8Z/2	RL8/2	RL11	RL50/2-A	RL60/2-A		WKL70/2	WKL4
исполнение		ZD	ZMD	ZD	ZMD	ZD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD
мощность горелки	кВт	723		1805		2889		4695		7223		11556	18056
пламенная труба	тип	M5/2a		M7/1a		G7/2a	M9/1a	M11/1		M60/2		Wk70/2	WK...4
длина пламенной трубы	мм	136		224		256	232	371		407		420	570
расход диз. топлива	кг/ч	61,0		152,2		243,6		395,9		609,0		974,4	1522,4
комбинированные (газ, мазут)	тип	RGMS7	RGMS8	RGMS8/1-D		RGMS9/1-D		RGMS50/2-A		RGMS70/1-B	RGMS70/2-A	WKGMS70/2	WKGMS4
исполнение		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD	ZMD
мощность горелки	кВт	723		1805		2889		4695		7223		11556	18056
пламенная труба	тип	G7/1a	G7/2a	G7/2a		UG2/1a		G50/2		G60/2		Wk70/2	WK...4
длина пламенной трубы	мм	240		230		233		332		357		420	555
расход газа	м ³	81,9		204,4		327,6		531,7		818,0		1308,7	2044,8
расход мазута и нефти	кг/ч	64,3		160,5		257,0		417,7		642,6		1028,1	1606,4
<i>Номинальный диаметр газовой арматуры</i>													
при давлении газа:		13 мбар DN	DN 80	-		-		-		-		-	-
		20 мбар DN	DN 65	DN 125		-		-		-		-	-
		30 мбар DN	2"	DN 80		DN 125		-		-		-	-
		50 мбар DN	1 1/2"	DN 65		DN 100		-		-		-	-
		100 мбар DN	1 1/2"	2"		DN 65		DN 125		DN 125		-	-
		200 мбар DN	1"	1 1/2"		DN 65		DN 80		DN 100		DN 150	-
		от 300 до 4000 мбар DN Необходимо использовать регуляторы газа высокого давления (подбор по доп. запросу)											
мазутные, нефтяные	тип	MS7	RMS7	MS8	RMS8/2	MS8/2	RMS8/2	RMS11	RMS50/2	RMS70/1	RMS70/2	WKMS70/2-A	WKMS4
исполнение		ZD	ZMD	ZD	ZMD	ZD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD	ZMD
мощность горелки	кВт	723		1805		2889		4695		7223		11556	18056
пламенная труба	тип	M6		M9/1a		G7/2a		M11/1		M70/1a		Wk70/2	WK...4
длина пламенной трубы	мм	240		232		256		371		417		420	570,4
расход мазута/нефти	кг/ч	64,3		160,5		257,0		417,7		642,6		1028,1	1606,4

При подборе горелок учитывалось:

- Давление газа перед шаровым краном работающей горелки.
- Природный газ (тип LL) - теплотворная способность 8,83 кВтч/м3
- Дизельное топливо (тип EL) - теплотворная способность 11,86 кВтч/кг, вязкость до 6 мм2/с при 20°C
- Мазут (тип M100) - тепловая способность 11,24 кВтч/м3, вязкость до 570 мм2/с при 50°C
- Расположение горелки на уровне моря

Предложение на горелки для мазута, сырой нефти, сжиженного газа, газо-мазутного и других исполнений по дополнительному запросу
 Данный подбор горелок носит рекомендательный характер. При проектировании следует проверять актуальность технических данных.

Исполнение:

LN - исполнение Low NOx Z - двухступенчатая M - модулируемая T - трехступенчатая D - трехфазная

Таблица подбора горелок к котлам ДКВР

Котлы ДКВР											
Типоразмеры котлов		ДКВр-2,5		ДКВр-4		ДКВр-6,5		ДКВр-10		ДКВр-20	
Паропроизводительность	(т/ч)	2,5		4		6,5		10		20	
Номинальная мощность	кВт	1625		2600		4425		6500		13000	
Сопротивление газопроводов	мбар	-0,5		-0,5		-0,5		-0,5		-0,5	
КПД (газ/диз. топливо)	%	90		90		90		90		90	
Горелки Weishaupt											
газовые	тип	2xG5/1-D		2xG8/1-D		2xG9/1-D		2xG9/1-D		2xG50/2-A	
исполнение		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD	
мощность горелки	кВт	903		1445		2348		3612		7223	
пламенная труба	тип	G5/1a		G7/2a		UG2/1a		UG2/1a		G50/2	
длина пламенной трубы	мм	200		230		233		233		357	
расход газа	м ³	204,5		327,3		531,8		818,1		1636,0	
комбинированные (газ/дизель)	тип	2xGL5/1-D		2xRGL5/1-D		2xGL8/1-D		2xRGL9/1-D		2xGL9/1-D	
исполнение		ZD		ZMD		ZD		ZMD		ZD	
мощность горелки	кВт	903		1445		2348		3612		7223	
пламенная труба	тип	G5/1a		G7/2a		UG2/1a		UG2/1a		G50/2	
длина пламенной трубы	мм	200		230		233		332		362	
расход газа	м ³	204,5		327,3		531,8		818,1		1636,0	
расход диз. топлива	кг/ч	152,3		243,7		396,0		609,1		1218,0	
Номинальный диаметр газовой арматуры											
при давлении газа:		13 мбар DN		-		-		-		-	
		20 мбар DN		DN 65		DN 80		DN 125		-	
		30 мбар DN		2"		DN 80		DN 100		DN 150	
		50 мбар DN		2"		DN 65		DN 80		DN 100	
		100 мбар DN		1 1/2"		2"		DN 65			
		200 мбар DN		1"		1 1/2"		2"			
		от 300 до 4000 мбар DN		Необходимо использовать регуляторы газа высокого давления (подбор по дополнительному запросу)							
дизельные											
тип		2 x L5Z		2 x RL5		2 x L8Z		2 x RL8		2 x L8Z/2	
исполнение		ZD		ZMD		ZD		ZMD		ZD	
мощность горелки	кВт	903		1445		2348		3612		7223	
пламенная труба	тип	M5/1a-145x40		M7/2a		UG2/1a		UG2/1a		G50/2	
длина пламенной трубы	мм	136		227		227		223		386	
расход диз. топлива	кг/ч	152,3		243,7		396,0		609,1		1218,0	
комбинированные (газ, мазут)											
тип		2 x RGMS7		2 x RGMS8		2 x RGMS7/1-D		2 x RGMS9/1-D		2xRGMS10/1-D	
исполнение		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD		ZMD	
мощность горелки	кВт	903		1445		2348		3612		7223	
пламенная труба	тип	G7/1a		G7/2a		G7/2a		UG2/1a		UG2/1a	
длина пламенной трубы	мм	240		230		230		241		332	
расход газа	м ³	204,5		327,3		531,8		818,1		1636,0	
расход мазута и нефти	кг/ч	160,6		257,2		417,8		642,7		1285,2	
Номинальный диаметр газовой арматуры											
при давлении газа:		13 мбар DN		DN 125		-		-		-	
		20 мбар DN		DN 65		DN 100		-		-	
		30 мбар DN		2"		DN 80		DN 125		DN 150	
		50 мбар DN		2"		DN 65		DN 80		DN 100	
		100 мбар DN		1 1/2"		2"		DN 65		DN 80	
		200 мбар DN		1"		1 1/2"		2"		DN 65	
		от 300 до 4000 мбар DN		Необходимо использовать регуляторы газа высокого давления (подбор по дополнительному запросу)							
мазутные, нефтяные											
тип		2 x MS7		2 x RMS7		2 x MS7		2 x RMS7		2 x MS8	
исполнение		ZD		ZMD		ZD		ZMD		ZD	
мощность горелки	кВт	903		1445		2348		3612		7223	
пламенная труба	тип	M6/1a		M6/1a		M6/1a		M9/1a		M50/2	
длина пламенной трубы	мм	240		240		234		223		4/7	
расход мазута/нефти	кг/ч	160,6		157,2		417,8		642,7		1285,2	

При подборе горелок учитывалось:

Давление газа перед шаровым краном работающей горелки.

Природный газ (тип LL)

- теплотворная способность 8,83 кВтч/м³

Дизельное топливо (тип EL)

- теплотворная способность 11,86 кВтч/кг, вязкость до 6 мм²/с при 20 °С

Мазут (тип M100)

- тепловая способность 11,24 кВтч/м³, вязкость до 570 мм²/с при 50 °С

Расположение горелки на уровне моря

Предложение на горелки для мазута, сырой нефти, сжиженного газа, газо-мазутного и других исполнений по дополнительному запросу

Данный подбор горелок носит рекомендательный характер. При проектировании следует проверять актуальность технических данных.

Исполнение:

LN - исполнение Low NOx

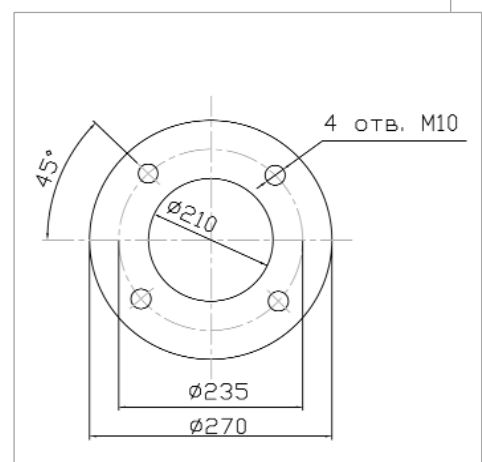
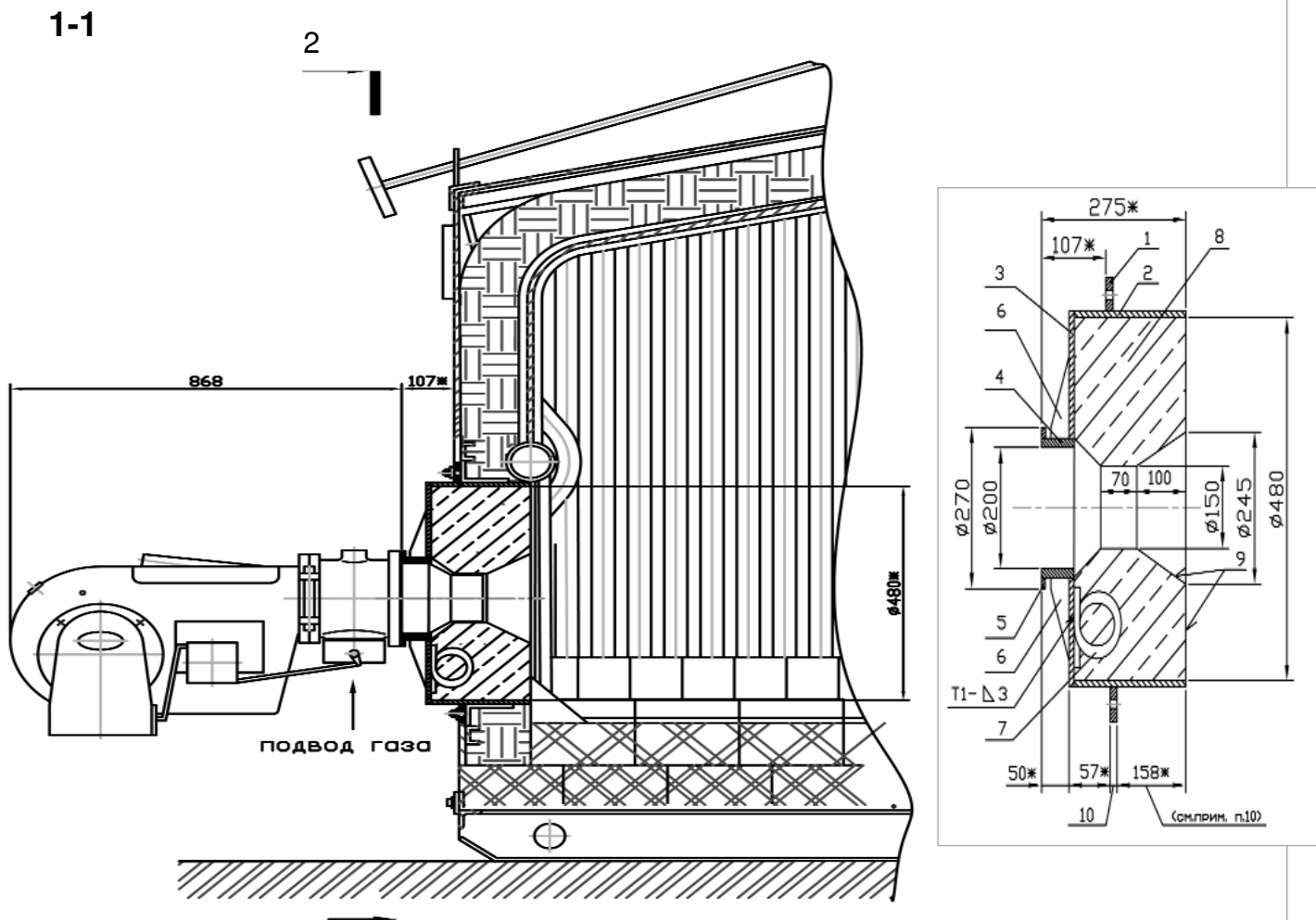
Z - двухступенчатая

M - модулируемая

T - трехступенчатая

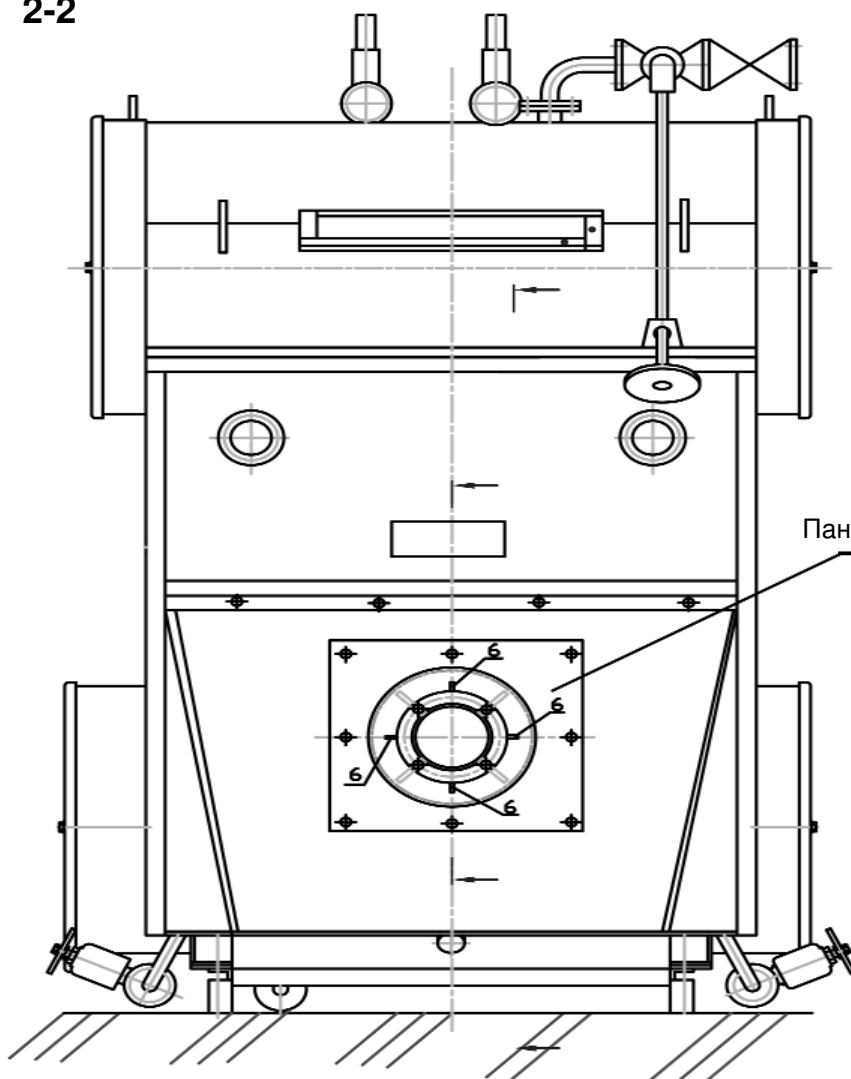
D - трехфазная

Пример проекта установки горелки G5/1-D на котел E-1,0-0,9



1. Чертеж рассматривать совместно с листом "Общие данные"
2. Габаритные и присоединительные размеры горелки приняты по чертежу РАЦИОНАЛ "Амбразура котла E1/9, горелка G5/1-D" (РС 13 00 00 СБ) и Прайс-листу 2004 Weishaupt
3. Масса горелки G5/1, исполнения ZMD-SF - 55 кг
4. * Размеры для справок. Уточнить при монтаже.
5. Сварные швы по ГОСТ 5264-80
6. Панель под горелку Weishaupt и сварные соединения подлежат визуальному и измерительному контролю согласно РД 34.10.130-96
7. Положения деталей см. 3-3
8. Состав жаростойкого бетона по объему
 - а) глиноземистый цемент не ниже 400 (ГОСТ 96.9-91)-20%
 - б) шамотный заполнитель ЗШБ (ГОСТ 23037-99) смеси 1-2-3 классов фракции 5...20 мм-30%
9. На поверхность бетона жаростойкого в зоне топочной камеры и канала под горелку нанести слой хромомagneзитовой огнеупорной обмазки (поз. 9)
10. Размер указан для котла E-1,0-0,9-3. Для котла E-1,0-9-1Г данный размер уточнить по толщине существующей обмуровки котла.

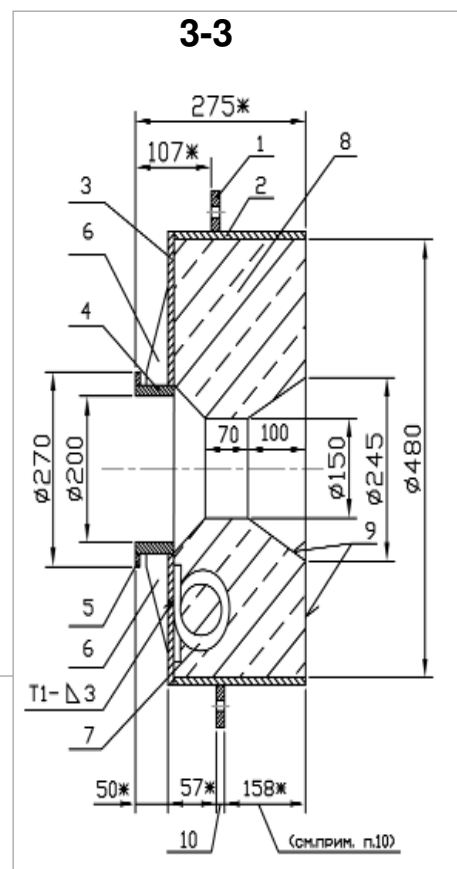
2-2



1. Чертеж рассматривать совместно с листом "Общие данные".
2. * Размеры для справок. Уточнить при монтаже.
3. Сварные швы по ГОСТ 5264-80.
4. Панель под горелку Weishaupt и сварные соединения подлежат визуальному и измерительному контролю согласно РД 34.10.130-96.
5. Габаритные размеры плиты, количество и диаметр отверстий принять по плите установочной (с которой комплектовался данный паровой котел).
6. Допускается применение трубы с толщиной стенки, соответствующей толщине листа.
7. Материал деталей:
 - а) поз. 1-4, 6 - Ст3сп5 ГОСТ 146 37-89;
 - б) поз. 5 - Ст3сп3 ГОСТ 535-88;
 - в) поз. 7 - Ст3сп ГОСТ 27772-88

Панель под горелку

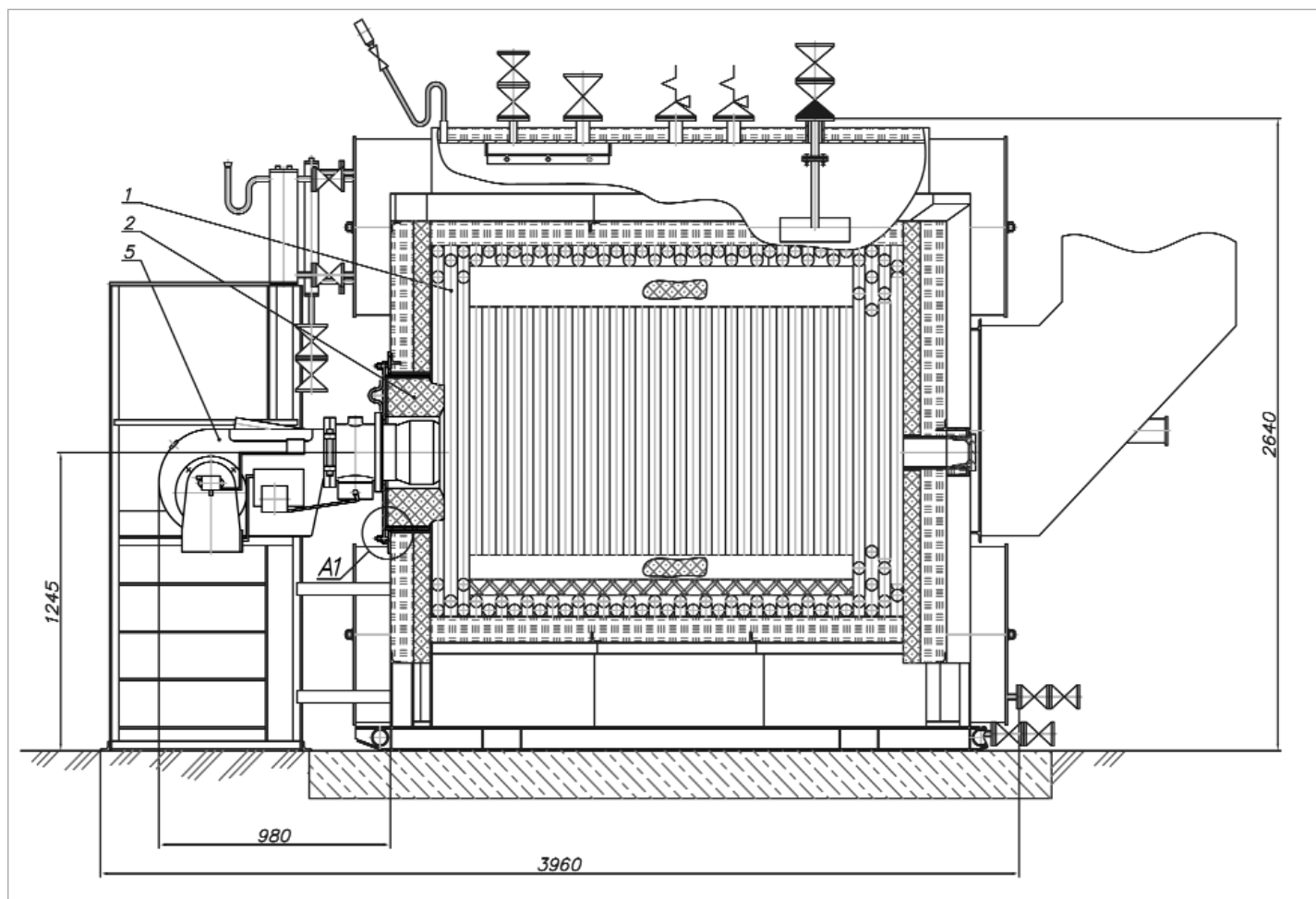
3-3



Данный проект предусматривает установку горелки марки G5/1-D, 2" исп. ZMD-SF на паровой котел Е-1.0-0.9-3 при условии обеспечения номинальных режимов.

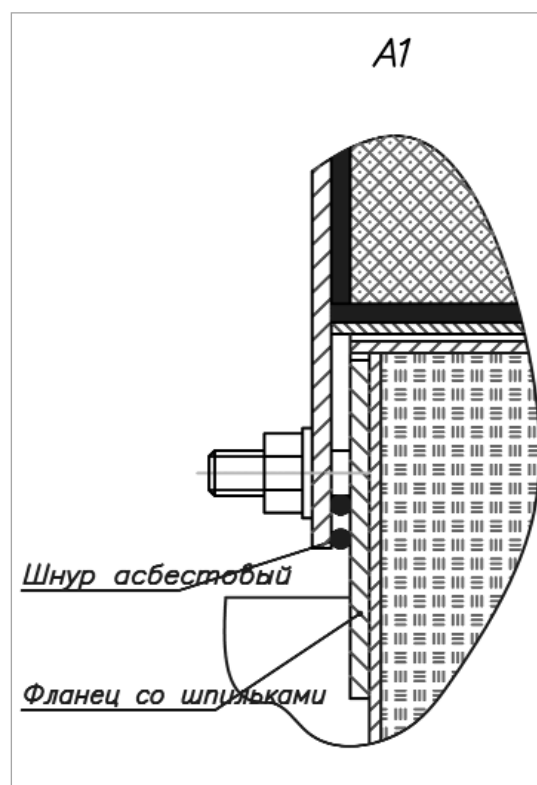
Подбор горелки Weishaupt для парового котла Е-2.5-14 ГМ был выполнен ООО РАЦИОНАЛ. С учетом оптимальных условий применения горелки G 5/1-D исп. ZMD-SF изменена конструкция амбразуры котла Е 1/9.

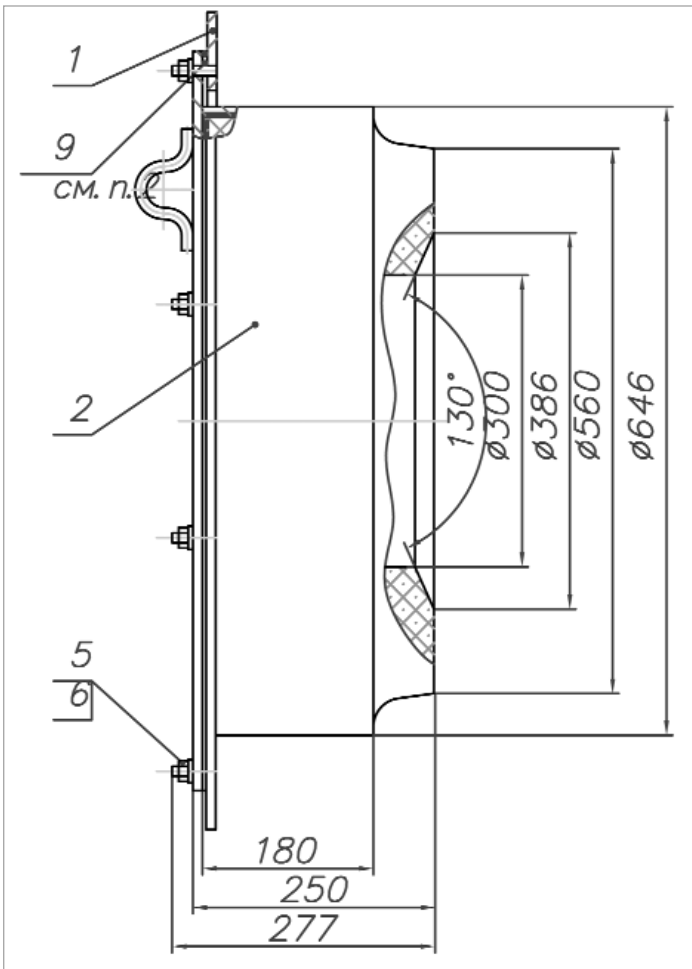
Пример проекта установки комбинированной горелки GL8 на котел E-2,5



Техническая характеристика

Вид топлива	размерность	прир. газ	легкое ж/т
Рабочее давление	МПа(кгс/см ²)	1,4(14)	
Паропроизводительность	т/ч		2,5
Расход расчетного топлива	м ³ /ч кг/ч	200	192
Расчетный КПД с экономайзером	%	90	88
Температура уходящих газов с экономайзером	°C	120	160
Конвективная поверхность нагрева	м ²		28,475
Радиационная поверхность нагрева	м ²		11,8
Водяной объем котла	м ³		1,97
Паровой объем котла	м ³		0,43
Масса металла под давлением	кг		2527
Масса арматуры и горелоч. ус-ва	кг		196
Масса прочего металла	кг		1975
Масса изоляционного материала	кг		1678

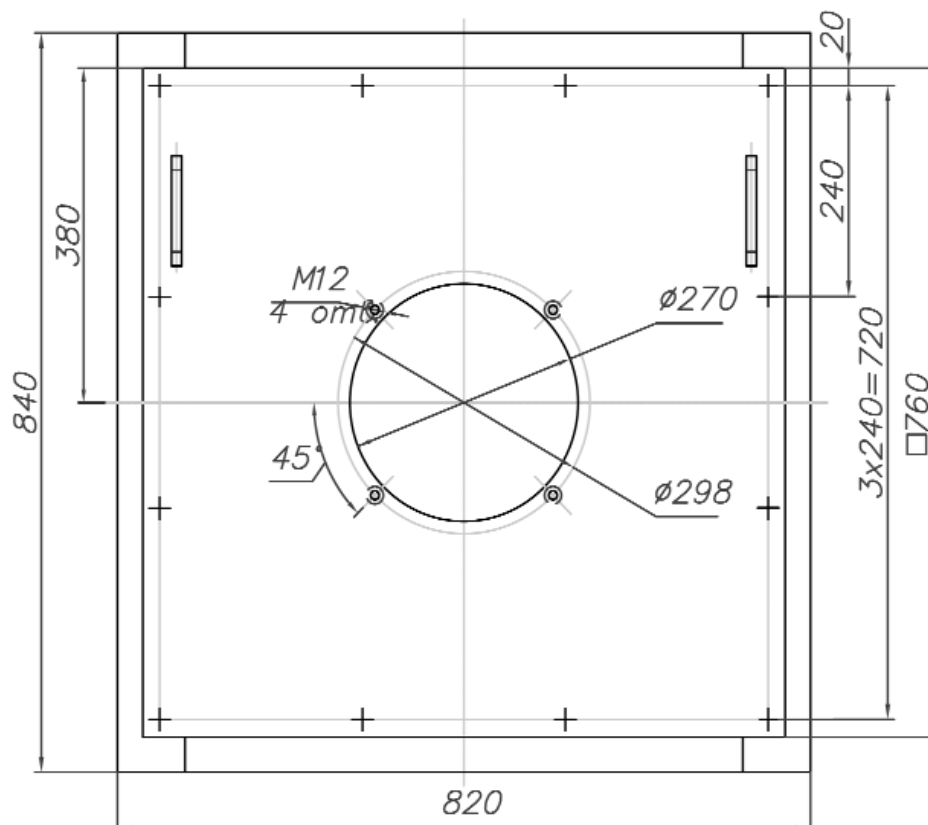




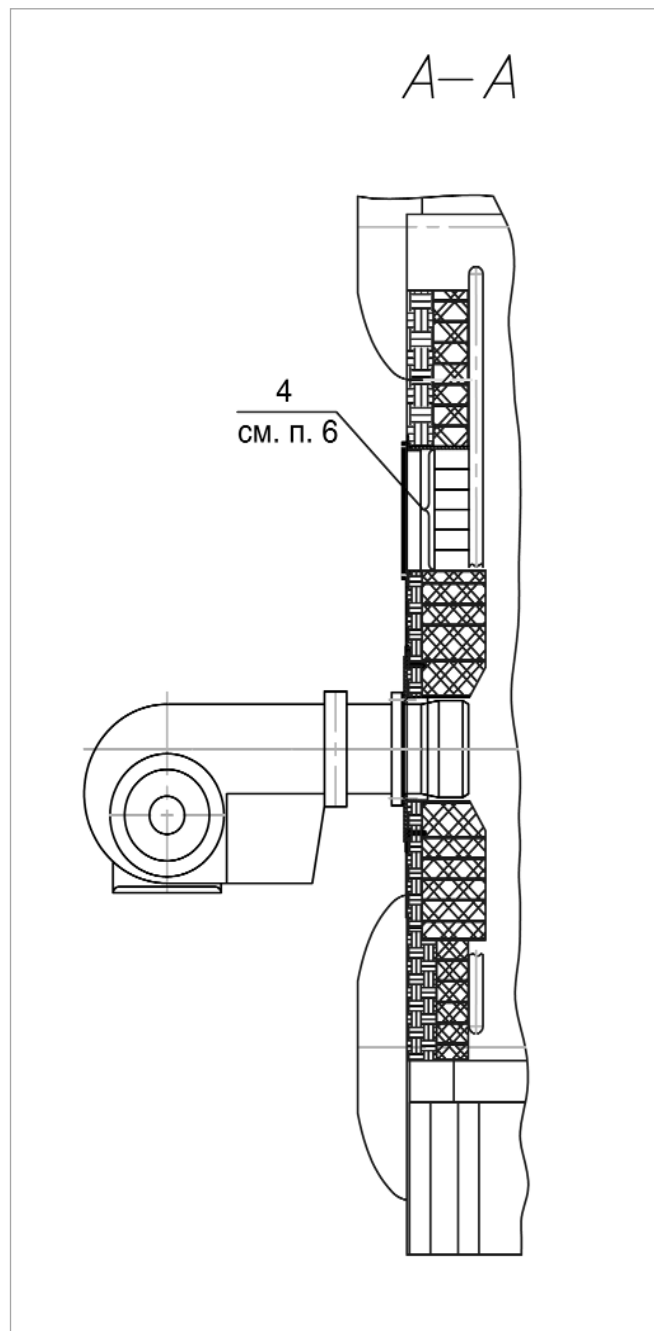
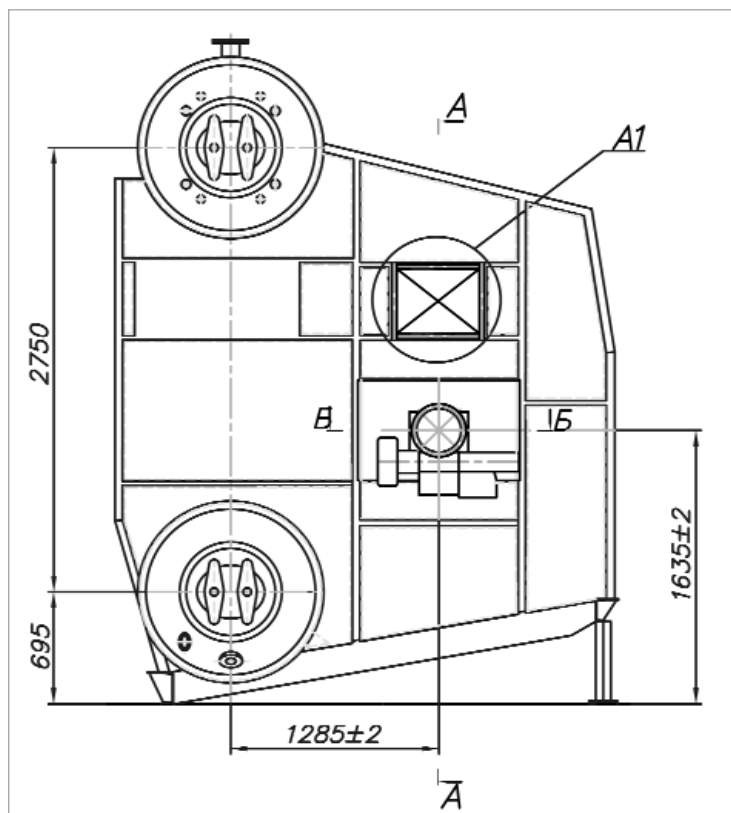
1. Размеры для справок
2. Место соединения фланца со шпильками поз.1 с панелью под горелку поз.2 уплотнить шнуром асбестовым поз.9
3. Блок панели под горелку Weishaupt подлежит визуальному и измерительному контролю согласно РД 34.10.130-96
4. При монтаже необходимо предусмотреть монтажную шину (опору) под горелку.

Данный проект предусматривает установку горелки марки GL8 исп. ZMD -SF на паровой котел Е-2.5-14 ГМ при условии обеспечения номинальных режимов.

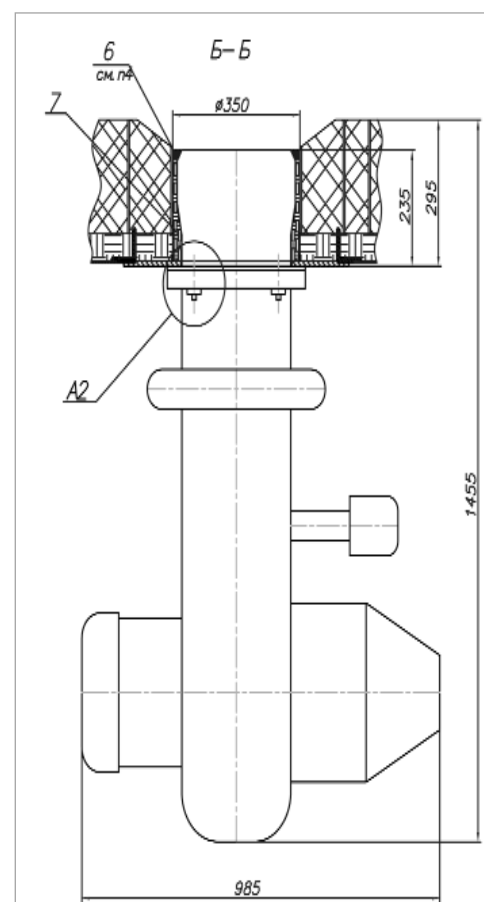
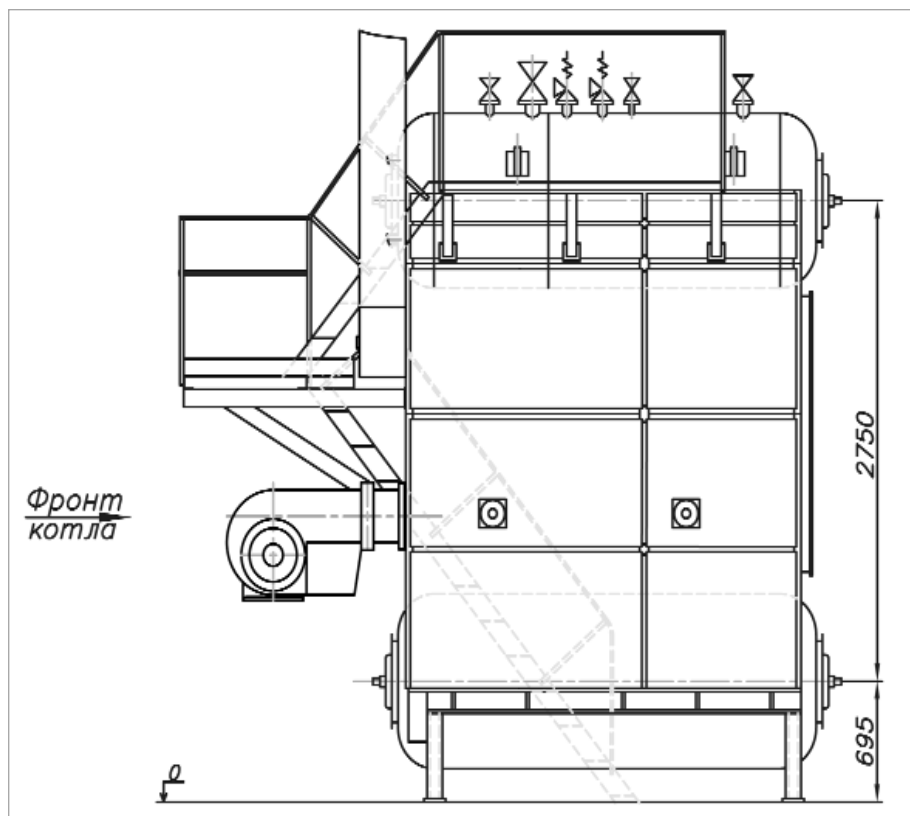
Подбор горелки Weishaupt для парового котла Е-2.5-14 был выполнен ООО РАЦИОНАЛ. С учетом оптимальных условий применения горелки GL8 изменена амбразура котла Е-2.5-14.



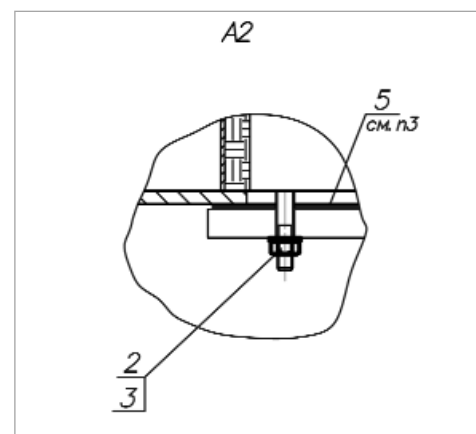
Пример проекта установки газовой горелки G9 на котел ДЕ-4



Наименование	размерность	Числовая величина
Производительность номинальная	т/ч	4
Давление в барабане (рабочее), не более	МПа(кгс/см ²)	13(13)
Конвективная поверхность нагрева	м ²	46,1
Радиационная поверхность нагрева	м ²	19,9
Водяной объем котла, не менее	м ³	4,2
Номинальная тепловая мощность горелки	МВт	3,6
Разрежение в топке	Па	20-30
Коэффициент полезного действия	%	92,13



1. Размеры без предельных отклонений для справок
2. Установка горелки к котлу производится строго по привязочным размерам
3. При установке горелки между фланцем со шпильками и присоединительным фланцем горелки необходимо проложить картон асбестовый КАОН-1-5 ГОСТ2850-80 поз. 5
4. Пространство между внутренней поверхностью амбразуры и пламенной головкой горелки заполнить изоляционным материалом поз. 7, затем по контуру проложить шнур асбестовый поз. 6
5. Взрывной клапан при отсутствии изготовить в соответствии с черт. 00,9632,018 СБ
6. Окна взрывного клапана заложить кирпичом насухо без перевязки и установить асбестовую диафрагму черт. 00.7303.047.
7. При монтаже необходимо предусмотреть монтажную шину (опору) под горелку.



Данный проект предусматривает установку горелки G9 на паровой котел ДЕ-4 ГМ при условии обеспечения номинальных режимов.

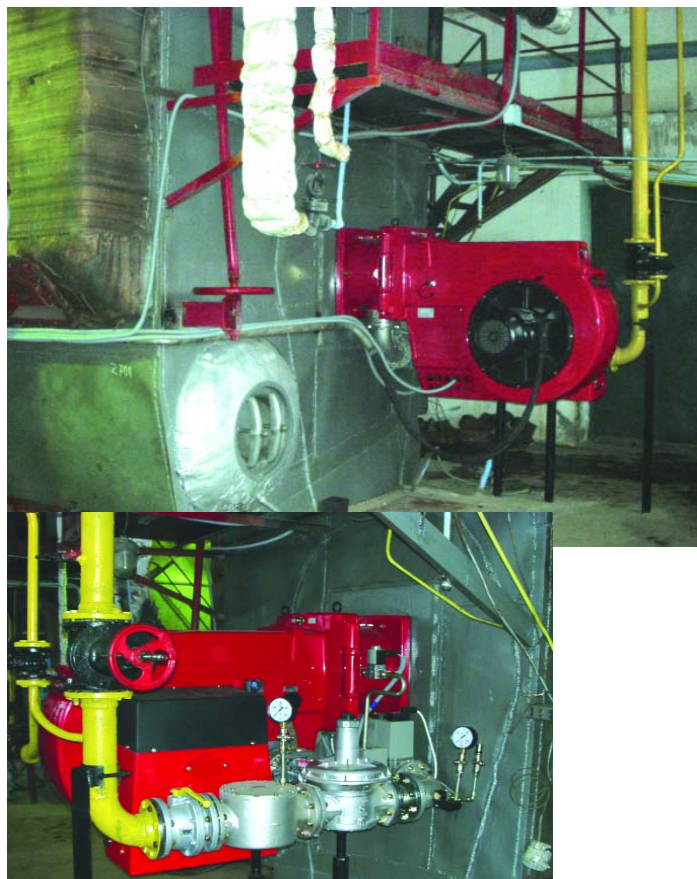
Подбор горелки Weishaupt для парового котла ДЕ-4 был выполнен ООО РАЦИОНАЛ. С учетом оптимальных условий применения горелки G9 изменена амбразура котла ДЕ-4

Овощная фабрика

г. Красноград

В ходе производственной необходимости на фабрике возникла потребность в переводе двух паровых котлов ДЕ10 в водогрейный режим. Для достижения максимального экономического эффекта и возможности глубокого регулирования производительности котлов, было принято решение об установке на котлы горелок weishaupt. На котлах установлены газовые модулируемые горелки G70, укомплектованные полным комплектом газовой арматуры и автоматикой безопасности. Управляющие сигналы и контроль параметров осуществляется со щита weishaupt.

Диапазон мощности горелок и конструктивные особенности котла ДЕ позволили эксплуатировать каждый из них на номинальной мощности 10 МВт. Современное оборудование сделало ненужным постоянное присутствие обслуживающего персонала и позволяет работать котельной в полностью автоматическом режиме.



ЗАО НПЦ "Борщаговский химфармзавод"

Киев



Расположенный в столице Украины ЗАО НПЦ "Борщаговский химфармзавод" сегодня занимает одно из ведущих мест по объему производства и

реализации готовых лечебных средств среди украинских фармацевтических предприятий. По данным авторитетных международных и украинских маркетинговых компаний завод занимает второе место по объемам продажи лекарств и первое место по объемам ассортимента в аптечной сети в числе присутствующих на отечественном рынке фармацевтических компаний.

В котельной установлен паровой котел E2,5-0,9, паропроизводительностью 2,5 т/час. На котле установлена модулируемая газовая горелка G8 с комплектом газовой арматуры R1 1/2".

Комплексная автоматика горелки позволяет мгновенно реагировать на малейшее изменение потребления пара и точно выдерживать необходимый уровень его давления. Использование горелки Weishaupt на данном

котле позволило значительно расширить глубину регулирования паропроизводительности котла по сравнению с технологично устаревшими горелками отечественного производства, и тем самым достичь значительного экономического эффекта.



Предприятие "Автоколонна"

При применении горелок Weishaupt G5/1-D автоматика горелки выполняет все необходимые функции по безопасности и управлению котлом и поддерживает в автоматическом режиме необходимое давление пара в зависимости от тепловой нагрузки. КПД котла после модернизации вырос с 81% до 91-93%, в зависимости от нагрузки. Благодаря модернизации котлов Бийского котельного завода с применением горелок Weishaupt увеличились экономические и экологические показатели, которые соответствуют самым строгим требованиям.



Киевский молокозавод "Святошино"

Киев

Киевский молокозавод "Святошино" (ТМ "Святошино") выпускает продукцию в творожной, десертной и кисломолочной группах, а также расширяет ассортимент по твердым сырам. Предприятие перерабатывает около 70 тонн молока в сутки.

По собственным оценкам предприятия, оно сейчас занимает около 4% украинского рынка.

Предприятие имеет собственную котельную мощностью 5 т/час на базе 2-х котлов E2,5-0,9.

При проведении ремонтных работ на первом котле было принято решение о замене существующей горелки на горелку Weishaupt, тип G8/1-D с комплектом газовой арматуры DN65. Установка указанной горелки позволила добиться должной степени автоматизации и безопасности, а также реализовать плавное регулирование мощности котла в диапазоне 20-100%, обеспечить устойчивую экономичную работу котельной на всех режимах эксплуатации и значительно снизить себестоимость производства пара.



**“ТЕПЛОТЕХ” - Официальный представитель
-weishaupt- в Украине**

04073 г.Киев, пр.Московский, 16-Б

тел. +38 (044) 426 50 39

+38 (044) 426 50 40

+38 (044) 426 50 41

факс +38 (044) 426 48 57

e-mail: office@weishaupt.kiev.ua

ТЕПЛОТЕХ

-weishaupt-

