

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

по испытаниям парового котла «Vitomax 200 HS M73B139» (4,т/ч)  
котельной ООО «Велфарм» г. Курган



Руководитель отдела промышленного сервиса

Кургузи́ков А.Н.

Ведущий специалист по промышленному сервису

Желтоухов А.В.

Ведущий специалист по промышленному сервису

Яшихин В.В.

Ведущий инженер

Кисарьев Д.А.

## **В В Е Д Е Н И Е**

В соответствии с договором были проведены испытания парового котла «Vitomax 200 HS M73B139», на газообразном топливе в котельной ООО «Велфарм» г. Курган

Объем выполненных работ:

1. Ознакомление с технической документацией на установленное оборудование.
2. Изучение условий эксплуатации и согласование с Заказчиком условий и параметров работы оборудования при испытаниях.
3. Обработка результатов испытаний.
4. По результатам испытаний были выявлены оптимальные режимы работы оборудования в соответствующих условиях.
5. Определены технико-экономические показатели работы котлов и методы их повышения.

## **А Н Н О Т А Ц И Я**

Настоящий технический отчет содержит материалы испытаний парового котла «Vitomax 200 HS M73B139», на газообразном топливе в котельной ООО «Велфарм» г. Курган

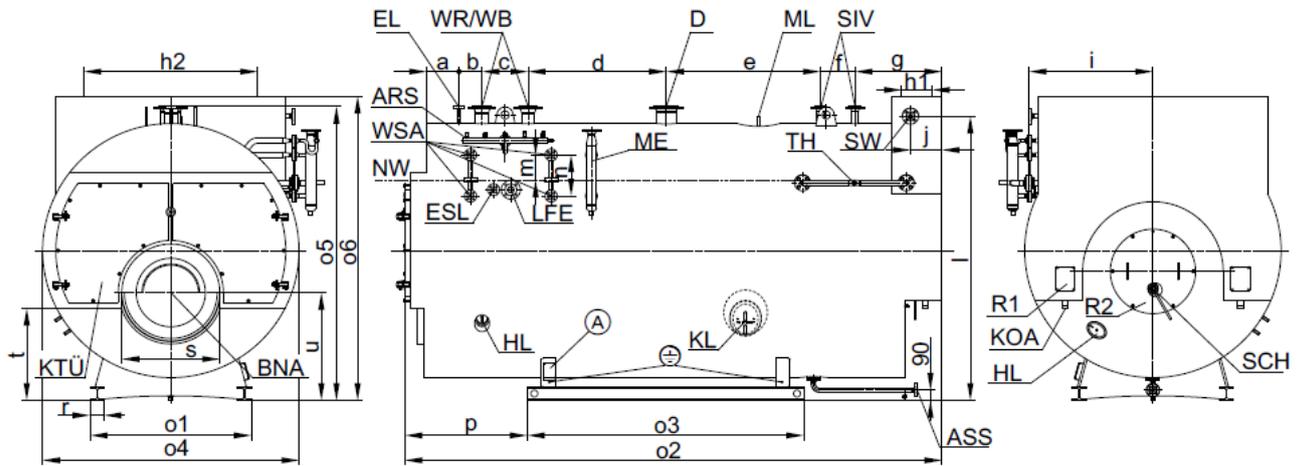
Сведения о пределах срабатывания устройств безопасности, установленных в соответствии с требованиями заводов изготовителей в объеме предусмотренном проектом и технологических процессов устанавливаются заводами-изготовителями (проектными организациями) и прилагаются Заказчиком к настоящему отчету.

## КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ

: Наименование	:Ед. :	Величина	Примечание
:	:изм. :	:	:

### «Vitomax 200 HS M73B139»

1.Производительность		
номинальная	т/ч	4,0
2.Расчетное давление пара		
на выходе из котла	Бар	12
3. Максимальное давление пара		
на выходе из котла	Бар	13
4. Испытательное давление	Бар	24,1
5. Водонаполнение	м3	8,74



<ul style="list-style-type: none"> <li>Ⓐ Фирменная табличка</li> <li>ARS Патрубок для арматурного стержня DN20 PN40</li> <li>ASS Патрубок клапана периодической продувки DN25 PN40</li> <li>BNA Подключение горелки</li> <li>D Паровой патрубок</li> <li>EL Воздухоотводчик</li> <li>ESL Патрубок для линии непрерывной продувки DN20 PN40</li> <li>HL Лючок 100 x 150 мм</li> <li>KL Люк 220 x 320 мм</li> <li>KOA Ниппель R 1½ для конденсатоотводчика</li> <li>KTÜ Дверца котла</li> <li>LFE Патрубок для ондукометрического электрода DN50 PN40</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ME Мерная колба DN50 PN40 (опция)</li> <li>ML Лаз 320 x 420 мм</li> <li>NW Минимальный уровень воды (Low Water Level - LWL)</li> <li>R1 Отверстие для чистки коллектора уходящих газов</li> <li>R2 Отверстие для чистки топки</li> <li>SCH Смотровое отверстие</li> <li>SIV Патрубок для предохранительного клапана</li> <li>SW Патрубок питательной воды</li> <li>TH Термометр</li> <li>WR/WB Патрубок для регулировки/ограничения уровня воды DN100 PN40</li> <li>WSA Патрубок для указателя уровня воды DN20 PN40</li> <li>⊕ Выравнивание потенциалов</li> </ul>
--	--

Горелочное устройство

1. Тип горелки	«Riello» RS 410/M MZ	
2. Вид топлива	Природный газ	
2. Теплопроизводительность горелки	кВт	2000 — 4900



*Общие параметры оборудования:*

<b>Параметр</b>	<b>Котел</b>	<b>Горелка</b>	<b>Контролер</b>
Группа котла № 1			
Модель	<i>Vitomax 200 HS M73B 139</i>	RS 410/M MZ	Vitoccontrol
Производитель	Viessmann	Riello	Viessmann
Заводской номер	7636360608649107	02306095003	7638861
Год выпуска	2016	2016	2016

## **Результаты внешнего и внутреннего осмотра основного и вспомогательного оборудования.**

### **В результате осмотра оборудования установлено:**

- обмуровка котлов и дымоходов находятся в удовлетворительном состоянии.
- при постепенном повышении давления пара до испытательного ( $P_{исп}=1,25 \times P_{раб}$ ) протеканий в местах вальцовки и сварных соединений не обнаружено.
- система КИП котлов и вспомогательного оборудования исправна и установлена в необходимом количестве.
- при внешнем осмотре запорной арматуры, повреждений не обнаружено.
- степень освещенность элементов котлоагрегатов и вспомогательного оборудования достаточна для проведения работ.

## ИСПЫТАНИЯ

### *а) Цель испытаний и условия проведения испытаний*

Целью испытаний являлся определение фактических параметров (границ) работоспособности оборудования, величины отклонения от заданных значений установленных Заводами Изготовителями и Требованиями Тех задания заявленными (указанными проектом)\ для выбор наивыгоднейших режимов работы паровых котлов, выявление величин основных потерь тепла, определение КПД котлов, удельного расхода условного топлива на выработку 1 Гкал тепла и других технико-экономических показателей.

До начала испытаний должны быть выполнены необходимые врезки, расставлены необходимые приборы, проверены контрольно-измерительные приборы.

Испытания технологической сигнализации и автоматики безопасности котлов проводятся при номинальном давлении 13 бар. Наладочные испытания проводятся при рабочем давлении 12 Бар. На каждой из нагрузок проводится по 3–4 опыта с целью определения оптимальной величины коэффициента избытка воздуха.

По технологическим причинам на момент проведения испытаний не была обеспечена стабильная нагрузка по расходу пара во всем диапазоне мощности котла. Для обеспечения нагрузки, на момент проведения испытаний, было принято решение временно демонтировать один из двух предохранительных клапанов и поставить вместо него регулирующую арматуру. Таким образом, нагрузка котла менялась за счет изменения кол-ва выброса пара в атмосферу через регулирующую арматуру. Одновременно была проверена пропускная способность линий выброса пара из предохранительных клапанов, каждая из которых обеспечивает 100 % расход пара на номинальной нагрузке котла.

Параметры котлов поддерживаются на уровне допускаемых инструкцией завода-изготовителя.

### *б) Методика испытаний и замеров*

1. Определение КПД котлов производится по обратному балансу.

Расчет тепловых потерь производится по упрощенной методике профессора М.Б. Равича.

Формулы для расчетов:

Коэффициент полезного действия котла “брутто” определялся по формуле:

$$(1) \quad \eta_{бр} = 100 - (q_2 + q_3 + q_5), \%$$

$\eta_{бр}$ – КПД (брутто) котла, %

$q_2$  – потери тепла с уходящими газами, %  
 $q_3$  – потери тепла с химнедожогом, %  
 $q_5$  – потери тепла в окружающую среду при фактической теплопроизводительности котла, %

$$(2) q_2 = \frac{t_{yx} - t_{г}}{t_{\max}} [C' + (h - 1) \times K \times B] \times 100$$

где:  $t_{yx}$  - температура уходящих газов, °С

$t_{г}$  - температура воздуха, °С

$t_{\max}$  - жаропроизводительность топлива, т.е. максимальная температура, развиваемая при полном сгорании топлива в теоретически необходимом объеме воздуха без потерь тепла (с учетом влаги воздуха). Температура топлива и воздуха принимается равной 0 °С.

$C'$  – поправочный коэффициент, показывающий отношение средневзвешенной теплоемкости не разбавленного воздухом продуктов сгорания в температурном интервале от 0 °С до температуры отходящих газов к их средневзвешенной теплоемкости в температурном интервале от 0 °С до  $t_{\max}$ .

$K$ - коэффициент, показывающий отношение средней теплоемкости 1 м<sup>3</sup> воздуха в температурном интервале от 0 °С до  $t_{ог}$  к средней теплоемкости не разбавленного воздухом продуктов сгорания в температурном интервале от 0 °С до  $t_{\max}$ .

$B$ - коэффициент, показывающий отношение объемов сухих и влажных продуктов горения при полном сгорании топлива в теоретически необходимом объеме воздуха.

$l$ - коэффициент, показывающий отношение объема воздуха, умноженного на теплоемкость воздуха к объему продуктов горения, умноженному на теплоемкость продуктов горения.

$$(3) q_3 = \frac{30,2 \times CO \times h \times 100}{P}, \%$$

$CO$  – содержание окиси углерода в продуктах сгорания (данные анализа), %

$h$  – изменение объема сухих продуктов сгорания по сравнению с теоретическим вследствие разбавления воздухом, а также неполноты сгорания.

$P$ – низшая теплотворная способность рабочего топлива, отнесенная к 1 м<sup>3</sup> сухих продуктов горения, образующихся при сжигании топлива в теоретических условиях, ккал/м<sup>3</sup>

$$(4) q_5 = q_5' \times \frac{Q_{ном}}{Q_{факт}}, \%$$

$q_5'$  – потери тепла в окружающую среду при номинальной теплопроизводительности котла, % На данном типе котлов они составляют 0,4%

$Q_{ном.}$  – номинальная теплопроизводительность котла, т/ч

$Q_{факт.}$  – фактическая теплопроизводительность котла, т/ч

Теплопроизводительность котлов, при отсутствии расходомера, определяется расчетным путем по расходу газа на котел по формуле:

$$(6) Q = B \times Q_p^h \times \eta, \text{ ккал/ч}$$

$B$  – расход газа на котел, м<sup>3</sup>/ч

$Q_p^h$  – теплотворная способность газа, ккал/м<sup>3</sup>

$\eta_{бр.}$  – КПД котла (брутто), %

Коэффициент избытка воздуха определяется:

при полном сгорании

$$(7) \quad \alpha = \frac{21}{21 - 79 \times \left( \frac{O_2}{100 - RO_2 - O_2} \right)}$$

при неполном сгорании

$$(8) \quad \alpha = \frac{21}{21 - 79 \times \frac{O_2 - 0,5 \times CO - 2 \times CH_4}{100 - (RO_2 + O_2 + CO + 2 \times CH_4)}}$$

$RO_{2max}$  – максимально возможное содержание  $CO_2+SO_2$  в сухих продуктах сгорания (полнота сгорания в теоретически необходимом количестве воздуха)

$CO_2, SO_2$  – содержание газов в продуктах сгорания (данные анализа)

Удельный расход условного топлива на выработку 1 Гкал тепла определяется:

$$(9) \quad b_y = \frac{10^6}{(7000 \times \eta_{бр})} = \frac{142,8}{\eta_{бр}}, \text{ кг у.т./Гкал}$$

$\eta_{бр}$  – КПД котла (брутто), %

2. Анализ дымовых газов производится газоанализатором типа "Testo 330".
  3. Давление, температура, по замеряемым точкам измеряются поверенными эксплуатационными приборами.
  4. Регулировка давления газа на горелке производится газовым клапаном.
  5. Регулировка подачи воздуха не производится.
  6. Расход теплоты на собственные нужды.
- а) КПД "нетто" котлоагрегата определяется:

$$(10) \quad \eta_n = \eta_{бр} - q_{сн},$$

где:

$\eta_{бр}$  – средневзвешенный КПД котлоагрегата "брутто", %

$q_{сн}$  – расход теплоты в котельной на собственные нужды, %

Средневзвешенный КПД котла "брутто" определяется:

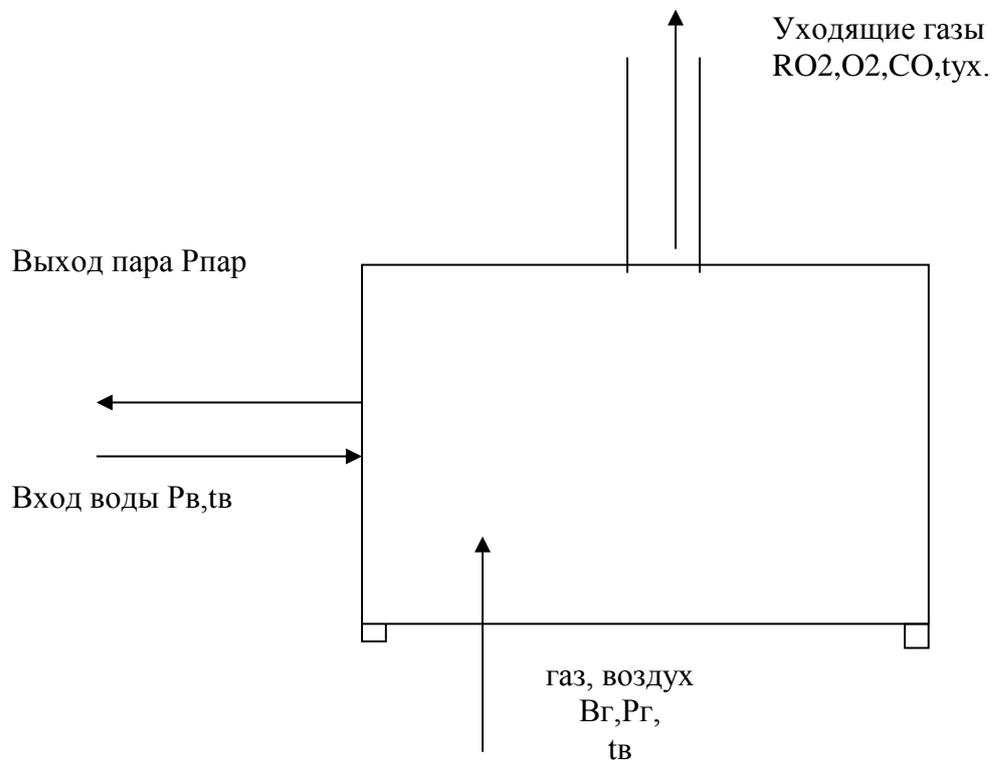
$$(11) \quad \eta_{бр} = \frac{(\eta_{бр})_i \times Di}{Di},$$

где:

$(\eta_{бр})_i$  – КПД котла "брутто" при данной производительности, %

$Di$  – промежуточная производительность котла, т/ч (Гкал/ч)

## Схема теплотехнических испытаний парового котла



**ТАБЛИЦА ПРИБОРОВ**

№	Измеряемая величина	Размерн.	Марка прибора	Пред.изм	Кл.точн
<b>ГАЗ</b>					
1	Давление топлива в коллекторе	кПа	Манометр «Wika»	0-400 мБар	1,5
2	Давление топлива перед горелкой	мбар	Дифманометр «Testo 510»	0-100 гПа	
3	Температура газа	°С	Пирометр «Testo 830 – T2»	-50..+500	
4	Расход газа	нм <sup>3</sup> /ч	СТГ	5-100 м <sup>3</sup> /ч	
<b>ВОЗДУХ</b>					
1	Давление воздуха перед горелкой	кПа	Водяной U – образный манометр		
2	Температура воздуха перед котлом	°С	Ртутный термометр	0-100	1,5
<b>РАЗРЕЖЕНИЕ</b>					
1	Разрежение за котлом	Па	Газоанализатор «Testo» 330»	-9...+40 ГПа	
<b>ВОДА/ПАР</b>					
1	Давление пара на выходе с котла	бар	Манометр «Jako»	0-16	1,6
2	Температура воды на выходе из экономайзера	°С	Wika	0-200	
<b>УХОДЯЩИЕ ГАЗЫ</b>					
1	СО <sub>2</sub>	%	Газоанализатор «Testo» 330»	0-11,8	
2	О <sub>2</sub>	%	Газоанализатор «Testo» 330»	0-21	
3	СО	ppm	Газоанализатор «Testo» 330»	0-4000	
4	Температура ух. газов	°С	Газоанализатор «Testo» 330»	0-1200	

Примечание:

1. Все приборы, указанные в таблице, были проверены на правильность показаний на момент испытаний.
2. В случае замены приборов в процессе эксплуатации следует учитывать поправки на правильность показаний в соответствии с режимными картами.
3. Количество приборов указано для одного котла .

# ПРОТОКОЛ

испытаний технологической сигнализации и автоматики безопасности  
парового котла

Тип агрегата (установки) «Vitomax 200 HS M73B 139» №7636360608649107

Тип горелки «Riello RS 410/M MZ»

1. Состояние оборудования автоматики безопасности и приборов технологического контроля Удовлетворительное
2. Звуковая сигнализация срабатывает при аварийных значениях
3. Световая сигнализация срабатывает при аварийных значениях
4. Аварийная остановка прекращает подачу газа при аварийных параметрах
5. Срабатывание защиты при исчезновении электрического питания прекращает подачу газа при исчезновении напряжения.

6. Результат настройки датчиков автоматики безопасности

Наименование параметра	Тип датчика или прибора	Зав. номер	Ед. изм.	Значение параметра		Время срабатывания защиты
				заданное	при срабатывании	
1	2	3	4	5	6	7
1. Верхний аварийный уровень в барабане котла	NRGT-26-1	б/н	%	95	95	менее 1 сек.
2. Понижение уровня в барабане котла	NRG 16-50	б/н	стекло, мм	1	1	менее 1 сек.
3. Нижний аварийный уровень в барабане котла	NRG 16-50	б/н	стекло, мм	0	0	менее 1 сек.
3. Аварийное превышение давления пара в барабане котла	Viessmann	б/н	bar	13	13.1	менее 1 сек.
4. Минимальное давление газа перед горелкой	Dungs	б/н	mbar	7	6	менее 1 сек.
5. Контроль герметичности клапанов	Dungs	б/н	mbar	25	24	менее 1 сек.
6. Максимальное давление газа на горелку	Dungs	б/н	mbar	40	39	менее 1 сек.
7. Давление воздуха перед горелкой	Dungs	б/н	mbar	10	10	менее 1 сек.
8. Солесодержание	LRGT 16-1	б/н	мкСм/см	5000	4998	менее 1 сек.
9. Контроль пламени	к.э.	б/н	нет факела	отсутствие		менее 1 сек.

7. Заключение: Электрические схемы управления, контроля, защиты и сигнализации системы автоматизации парового котла «Vitomax 200 HS M73B» налажены и испытаны, соответствуют требованиям ТУ заводов изготовителей, рабочего проекта, правил безопасности газораспределения и газопотребления ПБ 12-529-03, других нормативно-технических документов и пригодны к эксплуатации.

## КАРТА

параметров настройки автоматики безопасности парового котла

Тип агрегата (установки) «Viessmann Vitomax 200 HS M73B» №7636360608649107

Тип горелки «Riello RS 410/M MZ»

Наименование параметра	Ед. изм.	Предельно-допустимое значение параметра	Примечание
1	2	3	4
1. Верхний аварийный уровень в барабане котла	%	95	аналоговый сигнал 4-20 мА
2. Понижение уровня в барабане котла	стекло, мм	1	По водоуказательной колонке
3. Нижний аварийный уровень в барабане котла	стекло, мм	0	По водоуказательной колонке
3. Аварийное превышение давления пара в барабане котла	bar	13	
4. Давление пара в барабане котла	bar	12	
5. Максимальное давление газа перед горелкой	mbar	40	
6. Контроль герметичности клапанов	mbar	25	
7. Минимальное давление газа на горелку	mbar	7	
8. Давление воздуха перед горелкой	mbar	10	
9. Солеосодержание	мкСм/см	5000	
10. Контроль пламени	нет факела	отсутствие	

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

По данным сводной таблицы результатов измерений построены графики зависимости основных показателей (параметров) работы котла от производительности и с использованием построенных графиков составлены сводные таблицы, содержащие основные оперативные и контрольные параметры, обеспечивающие безопасную и экономичную работу котлов в требуемом диапазоне производительности.

При изменении теплоты сгорания газа более, чем на 10%, а также после капитального ремонта, реконструкции или отклонения параметров от нормальных значений, необходимо проведение повторных испытаний для корректировки режимной карты.

Во время испытаний котлоагрегата установлено следующее:  
Минимальная нагрузка котла (При работающей горелке) «Vitomax 200 HS M73B 139» составила: 1,86 т/ч;

Максимальная нагрузка котлов «Vitomax 200 HS M73B 139» составила: 3,99 т/ч

Потери тепла с уходящими газами находятся в пределах: 4,53 -5,64%

Потери тепла от хим. недожога на оптимальных режимах на всех нагрузках сведены к нулю.

Потери тепла в окружающую среду составили: 0,4 – 0,86

КПД котлов «брутто» определен в пределах: 93,95 – 94,64

Удельный расход условного топлива на выработку 1 Гкал тепла составил: 150,42 – 151,53

На номинальной нагрузке горелки и рабочем давлении пара 13 бар (расход обеспечивался через один открытый предохранительный клапан), на котлах не наблюдается повышение давления, либо снижения (повышения) уровня. Расход газа на горелку по индивидуальному счетчику составил 291,1 м<sup>3</sup>/ч что соответствует 100% нагрузки по топливу.

При открытии второго предохранительного клапана давление и уровень начинает снижаться.

По окончании испытаний были составлены акты проверки работоспособности и соответствия пропускной способности испытаний предохранительных клапанов парового котла.

Дополнительно на момент испытаний измерялся расход питательной воды на котлы.

## **ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

Во время испытаний было установлено, что котел устойчиво и надежно работают на нагрузках: 1,86 -3,99 т/ч. Полное сгорание газа происходит при допустимых избытках воздуха. Температура уходящих газов находится в пределах заводских норм. Целью испытаний принято достижение максимального значения КПД котлов на всех режимах при минимальных избытках воздуха. Для увеличения надежности и экономичности работы котлов рекомендуем следующее:

1. Давление газа перед котлом держать не более 4 кПа.
2. Максимальный расход газа на котле «Vitomax 200 HS M73B 139» - 291,1 нм<sup>3</sup>/ч. Необходимо вести контроль за расходом газа, так как повышенный расход газа приведет к недожогу и перерасходу топлива.
3. Подпитывать котел жесткой водой без ее предварительного умягчения запрещается.
4. Все приборы и оборудование автоматики безопасности котла содержать в исправном состоянии.
5. Расчетное давление пара в котле 12 Бар. Снижение рабочего давления пара в котле приводит к уменьшению регламентного срока службы котла.

## Литература

Данный отчет составлен с учетом требований следующих методик и нормативных документов:

- а) "Правила пользования газом и предоставления услуг по газоснабжению в РФ" Утверждены постановлением №317 правительства РФ от 17 мая 2002 г.
- б) В.И. Трёмбовля, Е.Д. Фингер, А.А. Авдеева "Теплотехнические испытания котельных установок", 1977 г.
- в) "Справочник эксплуатационника газовых котельных", 1988 г.
- г) М.Б. Равич "Газ и его применение в народном хозяйстве", 1974 г.
- д) ГОСТ 27303-87 Котлы паровые и водогрейные. Правила приемки после монтажа.
- е) СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения.
- ж) "Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов" ПБ 10-574-03. М. ПИО ОБТ 2003 г.
- з) "Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления". ПБ 12-529-03 М. ПИО ОБТ 2003 г.

.

**АКТ**  
испытаний предохранительных клапанов  
парового котла

Тип агрегата (установки) «Viessmann Vitomax 200 HS M73B» №7636360608649107

Предохранительный клапана котла Vitomax 200 HS M73B настроены и срабатывают при достижении давления в котле 14,2 кгс/см<sup>2</sup>. Давление посадки 13,1 кгс/см<sup>2</sup>.

При технологической необходимости предохранительные клапаны котла могут быть отрегулированы на требуемое давление срабатывания от рабочего, при этом пропускная способность клапанов должна быть не менее 100% производительности котла.

**А К Т**

об окончании работ

Мы, нижеподписавшиеся, представитель ЗАКАЗЧИКА в лице \_\_\_\_\_

---

и представителя ПОДРЯДЧИКА в лице инженера Кисарьева Д.А.

составили настоящий акт о том ,что испытания двух паровых котлов Vitomax 200 HS M73B» на газе выполнены в полном объёме, тех. отчет ЗАКАЗЧИКУ выдан.

ЗАКАЗЧИК

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ПОДРЯДЧИК

Кисарьев Д.А.

\_\_\_\_\_

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2017г.