

Пуск и наладка головных образцов паровых котлов Е-50-3,9-440 ГМ

*О.В. Аранов, председатель правления ПАО «Акционерная компания «САТЭР»
Ю.Г. Щеголев, директор филиала «ПП Укрсахтехэнергоремонт – котельный цех»*



Специалистами ПАО «Акционерная компания «САТЭР» на новостроящихся сахарных заводах Республик Азербайджана в 2005 году и Армении в 2010 году выполнен комплекс работ по проектированию, комплектации, монтажу, пуску и наладке ТЭЦ сахарозаводов.

В котельных ТЭЦ установлено по два паровых котла Е-50-3,9-440 ГМ производства Белгородского котлостроительного завода «Энергомаш». Котлы поставлялись на сахарные заводы Украины, но из-за сокращения производства сахара котлы не монтировались и, после длительного хранения, переданы в Республики Азербайджан и Армению для комплектации новостроящихся сахарозаводов.

Два котла из четырёх являются головными образцами этой серии. Все четыре котла, установленные в котельных, идентичны по паспортным параметрам – паропроизводительность $D=50$ т/час, давление перегретого пара $P_{п.п.}=3,9$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п.}=440^{\circ}\text{C}$, но один из них существенно отличался от остальных: поверхность нагрева пароперегревателя этого

котла составляет $S_{п.п.}^I=299$ м² (остальных – $S_{п.п.}^I = 359$ м²), поверхность нагрева экономайзера $S'_{эк}=442$ м² (остальных – $S''_{эк} = 393,6$ м²), внутренний диаметр барабана котла $\varnothing_{вн.}=1214$ мм (остальных – $\varnothing_{шв.}=1508$ мм), котёл оснащён горелками УМЛ-7 с улиточными завихрителями воздуха, остальные – с лопаточными завихрителями воздуха ГМУ-15 (горелки не соответствуют номинальной производительности котла - для котла производительностью 50 т/час необходимы по две горелки ГМУ-20).

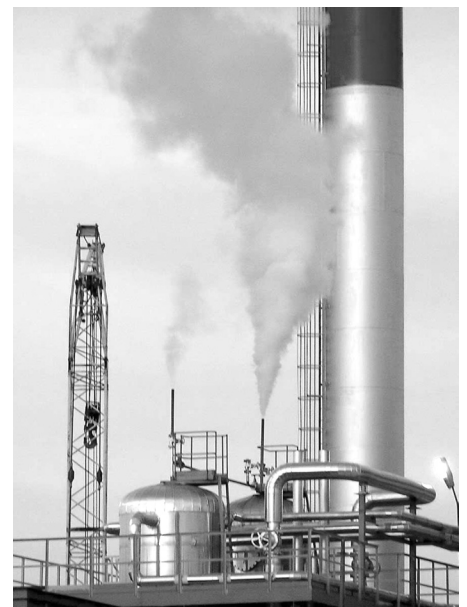
В процессе проведения пуско-наладочных работ обнаружены конструктивные недостатки, без устранения которых невозможно было достичь проектных параметров.

Самой существенной проблемой обеих модификаций котлов была проблема температуры перегретого пара. При одинаковых исходных параметрах и существенном различии величин поверхностей нагрева пароперегревателей, экономайзеров и барабанов они имеют общий недостаток. При попытке эксплуатировать котёл на номинальной паропроизводительности 50 т/час температура перегретого пара поднималась до 500°C и выше, вместо расчётной – 440°C . Для снижения температуры приходилось уменьшать паропроизводительность котла до 40 т/час.

Для регулирования температуры перегретого пара котла с поверхностью нагрева пароперегревателя $S_{п.п.}^I=299$ м² проектом предусматривалась установка дополнительной горелки. Установка горелки тре-

бовала подвода к горелочному устройству воздухопроводов, газопроводов, мазутопроводов и соответствующей арматуры, что в значительной степени увеличивало объём монтажа и уровня энергозатрат в процессе самой эксплуатации котла. Горелка не монтировалась, а целесообразность этого решения подтвердила эксплуатация котла.

В процессе проведения пуско-наладочных работ специалистами предприятия предпринимались попытки повлиять на изменение температуры перегретого пара путём режимных мероприятий



– изменением коэффициента избытка воздуха и температуры питательной воды, но это не привело к решению проблемы.

На запрос завод-изготовитель котлов дал ответ, что котлы Е-50-3,9-440 ГМ имеют завышенную поверхность нагрева пароперегревателя и без конструктивного изменения тракта пароперегревателя они не смогут



обеспечить номинальную паропроизводительность.

Альтернатива решения этой проблемы является уменьшение поверхности нагрева пароперегревателя или реконструкция системы пароохлаждителя. Было принято решение, как менее затратное и трудоёмкое, но вместе с тем более надёжное – реконструировать систему пароохлаждителя.

Регулирование температуры перегретого пара в этих котлах осуществляется путём впрыска собственного конденсата котла в перегретый пар I ступени пароперегревателя. Впрыскивающая система пароохлаждителя котлов выбрана потому, что она имеет существенное преимущество, по сравнению с поверхностной системой, как менее инерционная. Заданное изменение температуры перегретого пара впрыскивающего пароохлаждителя происходит за 30-60 секунд, а у поверхностного – за 5-7 минут.

Система впрыскивающего пароохлаждителя состоит из конденсатора, коллектора впрыска, подводящих и отводящих труб. Конденсатор представляет собой теплообменник, состоящий из трубы $\varnothing 325 \times 13$, внутри которой продольно установлены трубки $\varnothing 25 \times 3$, закреплённые во фланцевом соединении корпуса.

Насыщенный пар из барабана котла, после сепарационных устройств, подаётся в конденсатор трубами $\varnothing 57 \times 3,5$, равномерно распределённы-

ми по длине корпуса конденсатора. Агентом охлаждения системы является питательная вода. Направляясь в экономайзер из узла питания, она предварительно нагревается в конденсаторе, охлаждая насыщенный пар. Полученный в результате охлаждения пара конденсат поступает в вертикальный коллектор впрыска. На входе в коллектор впрыска установлен цилиндрический фильтр, изготовленный из нержавеющей стали. В поверхности фильтра просверлены 24 ряда радиальных отверстий по 18 отверстий в одном ряду диаметром 2 мм. Корпус коллектора впрыска изготавливается из трубы $\varnothing 325 \times 13$ мм, внутри которой устанавливается цилиндрическая труба Вентури. На входе в горловину трубы через распыливающее устройство, выполненное в виде 26 радиально просверленных отверстий диаметром 3 мм (одной модификации котлов) и 5 мм (другой модификации) в корпусе трубы, в пар впрыскивается конденсат. Распыленный конденсат смешивается с паром, перегретым в I ступени пароперегревателя, охлаждая его до необходимой температуры.

Для получения перегретого пара с проектной температурой пара входе у II ступень пароперегревателя необходимо было увеличить расход конденсата на пароохлаждитель, для чего разработаны и внедрены следующие мероприятия:

- смонтирована байпасная линия $\varnothing 57 \times 3,5$ мм вместо $\varnothing 25 \times 3$ мм;
- увеличены отверстия первых 3-х рядов фильтра с диаметра 3 мм на диаметр 5 мм;
- в корпусе трубы Вентури просверлено дополнительное, радиальное отверстие диаметром 16 мм.

Эти мероприятия позволили увеличить расход конденсата в системе пароохлажде-

ния и поддерживать температуру перегретого пара в заданных проектом величинах ($t_{п.п.} = 440^{\circ}\text{C}$) при номинальной нагрузке котла.

Белгородский «Энергомаш» и другие котлостроительные заводы России десятилетиями комплектуют котлоагрегаты промышленной энергетики, работающие на жидком и газообразном топливе, громоздкими и дорогостоящими устройствами дробеочистки газоимпульсной очистки и аппаратами обдувки поверхности нагрева паровых котлов, которые практически не работают. На новостройках Азербайджана и Армении указанное оборудование не монтировалось.

Наша организация имеет многолетний (70 лет) опыт проведения пусконаладочных работ паровых и водогрейных газомазутных котлов промышленной энергетики на всей постсоветской территории. Накопленный опыт даёт основание считать, что на котлах, оборудованных современными газомазутными горелочными устройствами или реконструированными, широко распространёнными в промышленной энергетике ultrachточными горелками УМЛ, реконструкция их позволяет получить горелку, отвечающую современным техническим и теплоэкологическим требованиям (подробности «Цукор України» № 6(44) 2005 г.). Это даёт возможность работать в режимах, исключающих образование сажестых отложений и заноса хвостовых



ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ

поверхностей нагрева, с минимальными избытками воздуха $\alpha_{тг} = 1,01-1,03$ при работе на газе, и $\alpha_{тг} = 1,03-1,08$ при работе на мазуте, с практически отсутствующими потерями тепла от химического недожога $q_3 = 0,002-0,009\%$. Таким образом, при условии регулярного - один раз в три года (требования «Правил»), проведения режимно-наладочных работ и теплоэкологических испытаний котлов, проводимых специализированной организацией, эксплуатации котлов по режимным картам, разработанным по результатам испытаний (результаты испытаний проверяются и утверждаются инспекцией «Энергосбережения»), исключается возможность заноса поверхностей нагрева котлов, а, следовательно, пропадает необходимость обдувки и дробеочистки (газоимпульсной очистки) поверхностей нагрева котлов.

Согласно требований Министерства охраны окружающей среды Украины («Нормативы гранично-допустимых выбросов загрязняющих веществ из стационарных источников» - 2006 г.), гранично допустимые выбросы загрязняющих веществ паровых котлов серии БП50-3,9-440 ГМ при работе на газе и мазуте с номинальными нагрузками должны составлять:

Оксиды азота – $NO_x = 500$ мг/м³ (оксид и диоксид) в пе-

ресчёте на диоксид;

Диоксид серы – $SO_2 = 500$ мг/м³ (диоксид и триоксид) в пересчёте на диоксид;

Оксид углерода – $CO = 250$ мг/м³.

Для поддержания указанных «Нормативов» проект предусматривал установку дымососа рециркуляции уходящих газов в топку котла с целью снижения температуры газов на выходе из топки для уменьшения концентрации NO_x .

Проведённые теплоэкологические испытания котлов на газе и мазуте, без дымососа рециркуляции показали, что при работе котла на номинальной нагрузке при сжигании мазута концентрации вредных выбросов составили:

При работе на мазуте

- объёмные концентрации вредных выбросов

$NO_x = 185$ ppm, $SO_2 = 35$ ppm, $CO = 11,25$ ppm

(измерения производили газоанализаторы Testo-33);

- массовая расчётная концентрация вредных веществ в сухих дымовых газах при нормальных условиях

$NO_x = 380$ мг/м³, $SO_2 = 349$ мг/м³, $CO = 11,25$ мг/м³

- массовая расчётная концентрация вредных выбросов, приведённых к коэффициенту избытка воздуха $\alpha = 1,00$ мг/м³
 $NO_x^{\alpha=1} = 440$ мг/м³, $SO_2^{\alpha=1} = 116,1$ мг/м³, $CO^{\alpha=1} = 13,05$ мг/м³

При работе на газе

- объёмные концентрации вредных выбросов

$NO_x = 96$ ppm, $CO = 15$ ppm

- массовая концентрация (расчётная) вредных выбросов в сухих дымовых газах при нормальных условиях

$NO_x = 197$ мг/м³, $CO = 18,8$ мг/м³

- массовая концентрация (расчётная) вредных выбросов, приведённых к коэффициенту избытка воздуха $\alpha = 1,00$ мг/м³

$NO_x^{\alpha=1} = 242$ мг/м³, $CO^{\alpha=1} = 23,1$ мг/м³.

Результаты теплоэкологических испытаний котлов без дымососа рециркуляции свидетельствуют о том, что концентрация вредных выбросов в уходящих газах котлов не превышают нормируемых требований, т.е. установка дымососа рециркуляции, требующего значительных материальных затрат и дополнительного расхода энергоресурсов во время эксплуатации, нецелесообразна.

Вопросы, поднятые в статье, актуальны при установке газомазутных котлов промышленной энергетики и особенно котлов серии Е-50-3,9-440 ГМ и Е-75-3,9-440 ГМ.

Внедрение предложений специалистов АК «САТЭР» позволит сократить объём оборудования и монтажа, что в значительной степени уменьшит себестоимость котельной.

НОВОСТИ

Цены на сахар в странах Европы



Что касается стран еврозоны, здесь показатель цен на сахар рассчитывается в товарной группе «сахар, джем и кондитерские изделия», где наибольшая доля приходится на сахар.

Хотя в странах Европы были зарегистрированы как тенденции роста цен на эту товарную группу, так и спада, но в среднем в странах еврозоны цены сохранились в рамках показателя предыдущего месяца.

В частности, рост цен на сахар был зарегистрирован примерно в пределах 2%, а спад – 1%, при этом рост был зарегистрирован в таких странах как Венгрия – 2,9%, Болгария – 0,6%, Германия – 0,4%, Греция – 0,4%, Дания – 0,1%, Испания 0,8%, Италия – 0,1%, Кипр – 1,4%.