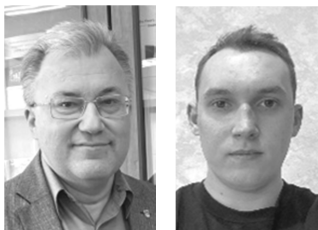


СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Строительные конструкции, здания и сооружения

УДК 624.05



Н.А. Бормосов, М.М. Лукинов
Вологодский государственный университет

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

В статье представлены основные технологические решения при монтаже мусоросжигательного завода, работающего по режиму сжигания твердых коммунальных отходов (ТКО) на колосниковых решетках. Также приведены основные требования, которые должны выполняться при монтаже, проверке и пуске в эксплуатацию данных объектов.

Мусоросжигательный завод, твердые коммунальные отходы, колосниковая решетка, монтаж, укрупненные блоки, раскантовка, топка котла, газоход, экономайзер, пароперегреватель, барабан котла.

Переработка отходов по безотходным экологически чистым технологиям является актуальным вопросом, преобразование тепла в электроэнергию при сжигании твердых коммунальных отходов (ТКО) – один из перспективных и экономически целесообразных методов [1].

На сегодняшний день в России функционируют два крупных мусоросжигательных завода (МСЗ) с выработкой электрической энергии: МСЗ № 3 (электрической мощностью 11 МВт), МСЗ № 4 (12 МВт). Также строится пять новых заводов – четыре в Московской области, мощностью 700 000 тонн ТКО в год каждый, и один в Казани, мощностью 550 000 тонн ТКО в год [2–8].

Для каждого такого объекта разрабатывается технология монтажа в зависимости от способа термической переработки отходов.

Рассмотрим основные технологические решения по монтажу завода по сжиганию отходов на колосниковых решетках.

Каркас котла представляет собой рамно-связевую систему. Размеры в плане (по осям) 47,148×13 м. Отметка верха каркаса котла +39,8 м. Опоры колонн на фундаменты шарнирные. Колонны, ригели и связи каркаса выполнены из сварных и прокатных профилей. Соединения на высокопрочных болтах – в соответствии с положениями СП 16.13330.201 1 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 11-23-81».

Монтаж конструкций выполняется в соответствии с требованиями СП 53-101-98, СП 70.13330.2012, СП 75.13330.2011 и МДС 53-1.2001. Высокопрочные болты во фрикционных соединениях должны затягиваться осевым натяжением 27,1 тс для М24 и 31,2 тс для М27. В местах установки высокопрочных болтов контактные поверхности не должны грунтоваться и окрашиваться. Способ обработки контактных поверхностей соединений – стальными щетками без консервации.

Монтаж осуществляется на основании:

- ведомости технической документации;
- монтажных чертежей;
- чертежей сборочных единиц и деталей, отдельно отправляемых на монтаж.

Из-за особенностей конструкции колосниковой решетки в сборе с оборудованием ее монтаж выполняется после установки соответствующих несущих металлоконструкций каркаса по инструкции поставщика. Колосниковая решетка поставки НЗИ устанавливается под первым проходом. После проверки качества установки колосниковой решетки в сборе монтируется верхняя часть каркаса котла.

Монтаж каркаса котла производится двумя способами: поэлементный монтаж и монтаж укрупненных блоков, смонтированных на земле. Поэлементный монтаж происходит при помощи крана путем поднятия каждого элемента отдельно и его фиксации на болтовое соединение.

Монтаж укрупненных блоков производится поэтапно. В первую очередь происходит укрупнение колонн из трех составных частей, в сборе колонна достигает длину 27 м. После происходит установка балок, ригелей, связей между двумя колоннами. На земле проводится геодезическая съемка, для определения правильности выполнения геометрии. Все возможные монтажные операции выполняются на земле с целью минимизации работ на высоте. После укрупнения, при помощи трех грузоподъемных механизмов осуществляется подъем и установка укрупненного блока каркаса котла (кран грузоподъемностью 500 т и два крана грузоподъемностью 25 т).

Все высокопрочные соединения выполняются в три этапа.

Первый – зачистка фланцевых соединений при помощи корщетки. Второй – обезжиривание и обеспыливание с использованием ветоши и растворителя. Третий этап – герметизация фланцевых соединений.

После окончания всех монтажных работ поврежденную защиту от коррозии необходимо восстановить.

При монтаже топки котла строительные элементы поступают поэлементно.

Топка котла включает в себя боковые экраны и экраны проходов 1, 2, 3. Боковые экраны топки расположены на отм. 7841 мм – 38640 мм.

Экраны прохода 1 включают в себя фронтные панели на отм. 13240 мм – 38340 мм и тыловые панели на отм. 7841 мм – 34340 мм.

Экраны прохода 2 включают в себя фронтные панели на отм. 15572 мм – 20828 мм и тыловые панели на отм. 20828 мм – 38340 мм.

Экраны прохода 3 включают в себя потолочные панели на отм. 34981 мм – 36540 мм и тыловые панели на отм. 15572 мм – 29540 мм.

Проходы 1, 2, 3 разделены по ходу газов фестонами на отм. 34340 мм – 38340 мм, 20828 мм – 21075 мм, 29540 мм – 34981 мм соответственно. На рисунке 1 представлен общий вид топки котла, на рисунке 2 – монтаж каркаса котла.

Боковые экраны котла поставляются отдельными блоками по 12 штук на каждую сторону размерами от 3984×2340 мм до 13544×2790 мм. Фронтные экраны топки котла поставляются отдельными блоками в количестве 16 штук размерами от 2056×2610 мм до 11600×2610 мм, тыловые экраны топки поставляются отдельными блоками в количестве 16 штук размерами от 2901×2610 мм до 10578×2610 мм. Фронтные экраны прохода 2 поставляются отдельными блоками в количестве 4 штук размерами 5256×2610 мм. Тыловые экраны прохода 2 поставляются отдельными блоками в количестве 12 штук размерами от 2016×2610 мм до 8349×2610 мм. Фронтные экраны прохода 3 поставляются отдельными блоками в количестве 4 штук размерами 1559×2610 мм. Тыловые экраны прохода 3 поставляются отдельными блоками в количестве 8 штук размерами от 4444×2610 мм до 9524×2610 мм.

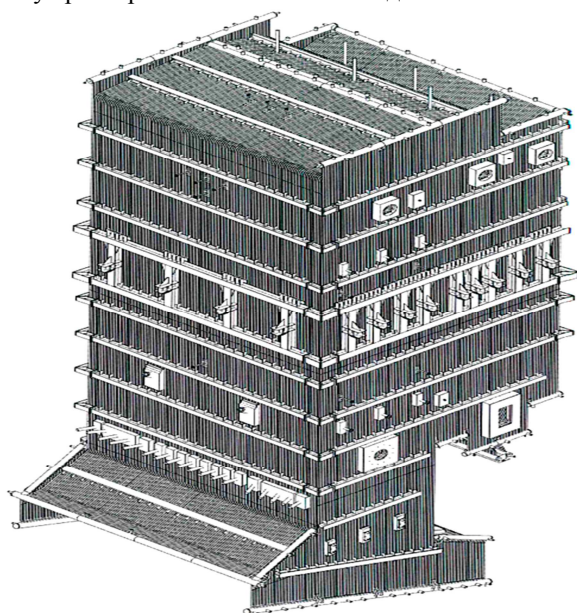


Рис. 1. Общий вид топки котла

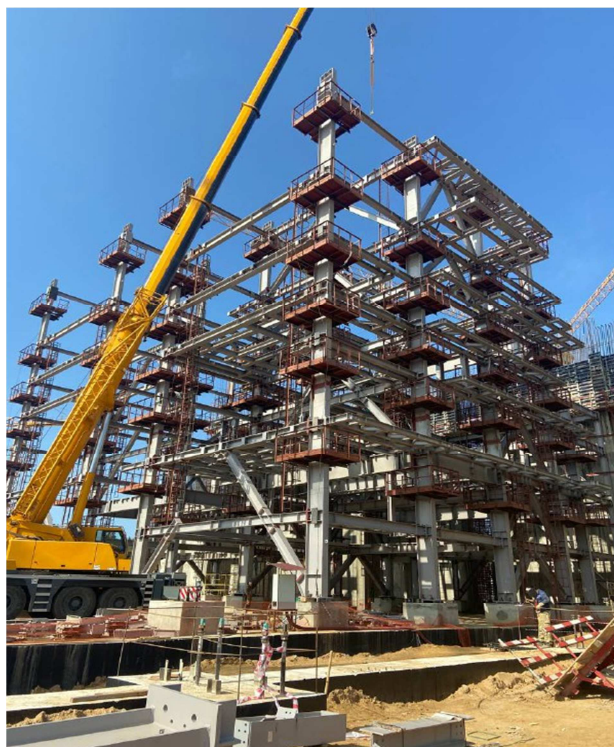


Рис. 2. Монтаж каркаса котла

Все плоские поверхности нагрева на заводе проходят контрольную сборку, при укрупнительной сборке или монтаже панелей необходимо учесть схему расположения панелей. Укрупнительную сборку и монтаж котла производят согласно проекту производства работ (ППР) и заводским чертежам. При укрупнительной сборке необходимо учесть точное соблюдение высотных отметок балок жесткости котла, т.к. смежные балки имеют болтовые соединения.

Составные блоки выкладывают на укрупнительный стенд, где проходят сварочные работы. Это необходимо для выполнения максимального объема работ на земле и минимизации работы на высоте. Укрупненные блоки поднимают на высоту и ставят во временное положение на опорную систему котла, расположенную на металлоконструкциях каркаса котла. После установки всех шести стенок топки котла во временное положение происходит сварка их друг с другом. Топка котла считается выставленной в проектное положение после заварки последнего стыка между стенками и проведения всех проверок сварных стыков.

Горизонтальный газоход 4-го прохода (рис. 3) состоит из уплотняющих экранов, боковых и средних экранов, поверхностей пароперегревателей и экономайзера.

Экраны поставляются в отправочном каркасе отдельными монтажными блоками и укрупняются на монтаже.

Монтаж экранов горизонтального газохода полностью схож с монтажом топки котла.

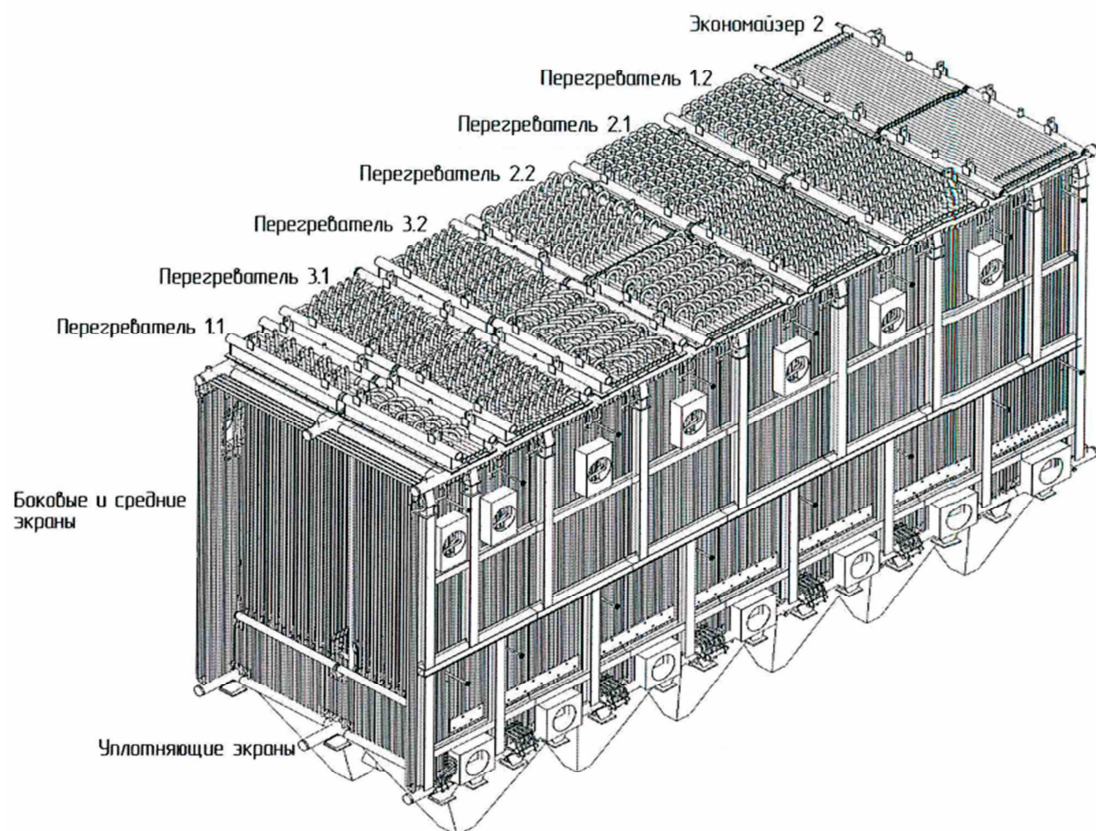


Рис. 3. Общий вид горизонтального газохода

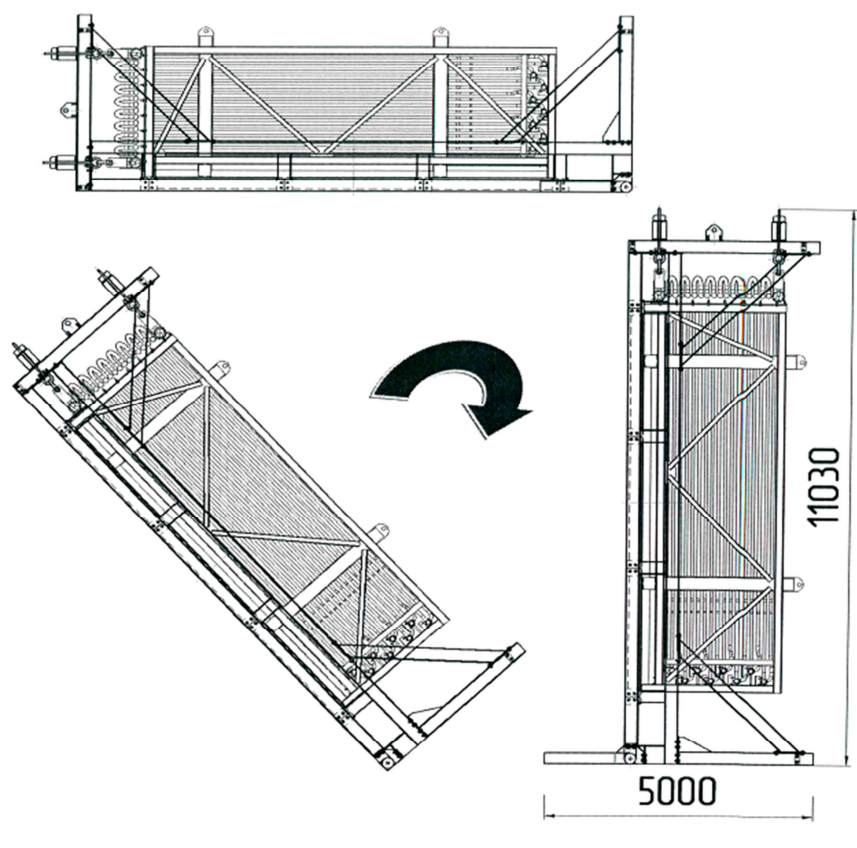


Рис. 4. Схема раскантовки блоков пароперегревателей, экономайзеров



Рис. 5. Раскантовка пароперегревателя горизонтального газохода котла



Рис. 6. Выварка экономайзеров вертикального газохода в проектное положение

После установки экранов горизонтального газохода следует монтаж бункеров, пароперегревателей и экономайзеров (рис. 4–6). В сумме это составляет 14 блоков. Блоки имеют маркировку и обозначают правую и левую стороны. Монтаж производится путем заводки блоков сверху, установки на фланцы, расположенные на коллекторах боковых и средних экранов. Вертикальный газоход представляет собой блоки экономайзеров количеством 7 штук, установленные друг на друга, опорный короб, входной и выходной короба. Его монтаж возможен при минимальных объемах металлоконструкций каркаса котла, а именно: необходимо установить 8-ю и 9-ю оси до отм. +8,970 при установке опорного короба. Монтаж во временное положение всего вертикального газохода происходит очень быстро, основная работа – выставление вертикального газохода в проектное положение.

На котле устанавливаются три компенсатора: между колосниковой решеткой и экранами 1-го прохода, за горизонтальным газоходом 4-го прохода, за вертикальным газоходом 5-го прохода.

Компенсаторы предназначены для герметичного соединения, компенсации перемещений, возникающих при термическом расширении элементов котла, и предотвращения передачи вибраций между элементами котла.

Компенсаторы представляют собой стальные конструкции со специальным устройством внутренних теплоизоляционных слоев и неметаллических газоплотных элементов компенсаторов (НГЭК). На компенсаторе колосниковой решетки для защиты НГЭК от термического воздействия предусмотрены огнеупорные материалы. На компенсаторе за горизонтальным газоходом 4-го прохода для защиты НГЭК от термического воздействия предусмотрены теплозащитные элементы.

Компенсаторы монтируются согласно инструкции завода-изготовителя по монтажным чертежам.

Монтаж барабана осуществляется в соответствии с требованиями заводских чертежей и ведется в строгом соответствии с ППР. Отступления допускаются только с согласия организации, разработавшей ППР.

До подъема и установки барабана в проектное положение должны быть окончены монтажи металлоконструкций, принимающих весовые нагрузки барабана (каркас котла, опорные опускные стояки и др.), демонтированы съемные элементы внутрибарабанных устройств для проведения химической очистки котлоагрегата.

Барабан представляет собой горизонтальный сварной цилиндрический сосуд с двумя эллиптическими днищами, с патрубками, штуцерами, расположенными на корпусе, и внутрибарабанными устройствами, включая демистеры. На днищах имеются овальные люки-лазы (с размерами в свету 450×400 мм).

Функцию опор барабана выполняют два усиленных патрубка, расположенных на нижней образующей корпуса рядом с днищами, привариваемые к двум опускным стоякам, опирающимся на опорный пояс каркаса котла. Общий вид барабана показан на рисунке 7.

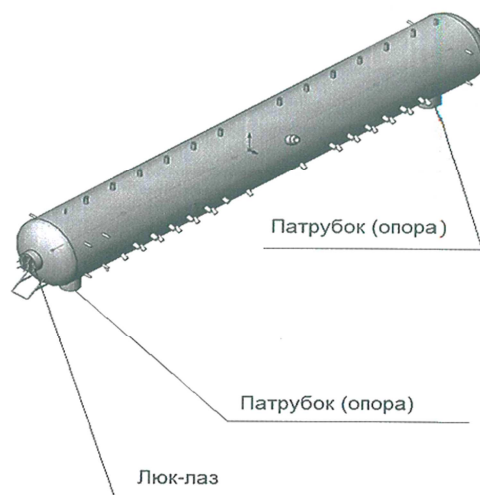


Рис. 7. Барабан котла

Трубопроводы, входящие в объем поставки котла, могут быть укрупнены на земле в монтажные блоки.

Приварку трубопроводов к коллекторам, барабанам, расширителю продувок и т.д., а также проверку на чистоту внутренних поверхностей необходимо производить после проверки правильности установки и конструктивной приемки из монтажа указанных узлов. Узлы приварки показаны на монтажных чертежах. Трубопроводы поставляются с приваренными патрубками под дренажи, воздушники и отборы импульсов по давлению.

Для установки штатных датчиков для замера температуры среды предусматриваются бобышки с резьбовыми пробками. После проведения водно-химических промывок и паровых продувок пробки удаляются для установки термопар. Расходомерные, регулирующие и дроссельные устройства устанавливаются после водно-химических промывок и паровых продувок. До проведения водно-химических промывок вместо расходомеров и т.п. устанавливаются участки трубопроводов из комплекта запасных частей с последующим их удалением.

Трассировка линий дренажей, воздушников, отборов проб с опорами и подвескам производится по месту.

Трубопроводы подвешиваются на жестких и пружинных подвесках, обеспечивающих проектную свободу перемещений под действием весовых нагрузок и тепловых расширений.

По инструкциям, монтажным чертежам, техническим требованиям заводов-изготовителей монтируются:

- расширители непрерывной и периодической продувок;
- подогреватель конденсата;
- впрыскивающие пароохладители;
- шумоглушители с выхлопными трубопроводами, опорно-подвесной системой (ОПС);
- линии отбора проб пара и воды с ОПС и арматурой;
- воздушные сопла;
- детали для установки горелочных устройств и сопел вторичного дутья;
- газопровод с ОПС и арматурой;
- конфузор за горизонтальным газоходом;
- гарнитура, люки-лазы, гляделки, комплектующее оборудование и другое оборудование.



Рис. 8. Монтаж площадок и лестниц котла

Установка горелочных устройств, обмуровки, тепловой изоляции, колосниковых решеток топки, калориферов подогрева воздуха с обвязкой, уплотнений, коробов, бункеров, механизмов встряхивающих устройств и другого оборудования также производится согласно требованиям соответствующих монтажных чертежей, инструкций заводов-изготовителей.

При необходимости подгонки сопрягаемых деталей, узлов и блоков котла должны выполняться следующие работы:

- установка монтажных прокладок, предусмотренных проектом, при сопряжении смежных узлов, комплексов и деталей;
- установка и удаление монтажно-сборочных и транспортировочных приспособлений, в том числе и приварных, предусмотренных проектом;
- исправление повреждений оборудования, возникших в результате транспортировки не по вине завода – изготовителя оборудования котла;
- подгонка отклонений размеров, сложившихся из допусков на изготовление;
- работы по описи изменений и монтажным указаниям.

Технология устранения повреждений, возникающих при монтаже, должна быть согласована с заводом – изготовителем оборудования котла.

При монтаже завода сварочные материалы выбираются в соответствии с РД 153-34.1-003-01 «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования» (РТМ-1с).

Завершающим этапом монтажных работ является оборудование площадок и лестниц котла (рис. 8).

В процессе монтажной сварки должен осуществляться регулярный и систематический контроль качества выполнения сварных соединений по методике, разработанной заводом – изготовителем котла. Все монтажные сварные соединения на газоходах и обшивке котла должны быть проверены на газоплотность при опрессовке котла.

На все основные этапы сборочно-укрупнительных и монтажных работ составляется монтажный журнал, который содержит даты начала и окончания работ, данные по контрольной выверке сборочно-укрупнительных и монтажных работ на основании требований технической документации и нормативных документов.

После выполнения монтажных, пуско-наладочных работ и ввода в эксплуатацию, завод должен отвечать требованиям:

- ФНП Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением;

- Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, 2003 г.;

- Правилам техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей, РД 34.03.201-97.

После монтажа завода руководителем эксплуатирующей организации завода по переработке ТБО принимается решение о вводе его в эксплуатацию. Запуск завода производится на основании результатов проверки оборудования.

Проверка оборудования осуществляется на основании:

- паспорта качества организации-изготовителя на оборудование;

- исполнительной документации, удостоверяющей качество монтажа;

- результатов технического освидетельствования и пусконаладочных испытаний;

- наличия документации, подтверждающей соответствие требованиям законодательства Российской Федерации о техническом регулировании;

- документов, подтверждающих исправность приборов, питательных устройств, обвязки оборудования.

Литература

1. Обращение с твердыми коммунальными и промышленными отходами. Вопросы моделирования

и прогнозирования : учебно-методическое пособие для вузов / А. А. Аганов, С. Ю. Глухов, В. В. Журкович [и др.]. – 3-е издание, стереотипное. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 352 с.

2. Тугов, А. Н. Опыт использования твердых бытовых отходов для выработки тепловой и электрической энергии / А. Н. Тугов, В. Ф. Москвичев // Рециклинг, переработка отходов и чистые технологии : сборники материалов 6-ой международной научно-практической конференции – Москва : Институт «ГИНЦВЕТМЕТ», 2011. – С. 45–50.

3. Тугов, А. Н. Опыт освоения сжигания твердых бытовых отходов на отечественных ТЭС / А. Н. Тугов, В. Ф. Москвичев, А. Н. Рябов и др. // Теплоэнергетика. – 2006. – № 7. – С. 55–60.

4. Угначев, В. И. Контроль работы газоочистного оборудования на установках для сжигания твердых бытовых отходов / В. И. Угначев, А. Н. Епихин, А. Н. Тугов // Теплоэнергетика. – 2001. – № 12. – С. 52–56.

5. Тугов, А. Н. Отечественные ТЭС на ТБО. Опыт освоения и пути развития / А. Н. Тугов, В. Ф. Москвичев, А. Н. Смирнов // Экология и промышленность России. – 2009. – № 3. – С. 4–7.

6. Тугов, А. Н. О выборе параметров пара для установок, сжигающих бытовые отходы / А. Н. Тугов, Э. П. Дик, Е. Н. Зеликов // ВэйстТэк-2005 : сборник докладов 4-го международного конгресса по управлению отходами (31 мая – 3 июня 2005). – Москва : СИБИКО, 2005. – С. 286–287.

7. Котел паровой Е-95,2-7,0-430 (П-152) для заводов по термическому обезвреживанию твердых коммунальных отходов. Инструкция по монтажу 1521.000. ИМ от 11.10.2018 г.

8. Котел Е-95,2-7,0-430 для мусоросжигательного завода. Концепция монтажа котла. РТ 1521.000 Д.

Bormosov N.A., Lukinov M.M.

Vologda State University

INCINERATION PLANT INSTALLATION TECHNOLOGY

The article presents the main technological solutions for the installation of an incineration plant operating on the mode of burning municipal solid waste (MSW) on grates. The main requirements that must be met during the installation, inspection and commissioning of these facilities are also given.

Waste incineration plant, municipal solid waste, grate, installation, enlarged blocks, edger, boiler furnace, flue, economizer, superheater, boiler drum.