

Современные блочные котельные на угле

В.А. Голубев, к.т.н., доцент кафедры КиРС АлтГТУ, руководитель группы, М.Е. Пузырев, старший инженер, Е.М. Пузырев, д.т.н., профессор кафедры котло- и реакторостроения АлтГТУ, заместитель директора по научной работе, компания «ПроЭнергоМаш», г. Барнаул

Блочные (блочно-модульные) котельные появились не так давно, но популярны благодаря своим высоким эксплуатационным характеристикам и являются выгодным источником тепловой энергии. Блочная котельная – это современная автономная котельная заводской готовности, которая представляет несколько блоков, модулей, с полностью смонтированным в заводских условиях необходимым оборудованием, объединенным в единую пространственную конструкцию (здание) без внутренних перегородок.

Блочная котельная не требует помещения и может быть смонтирована на любой ровной и подходящей по размерам площадке. Серьезным отличием является и скорость подключения к существующей системе теплоснабжения, которая гораздо выше, чем у строящейся стационарной котельной. Кроме того, блочные котельные можно применять не только для постоянного подключения и отопления здания, но и для временного, что невозможно сделать, используя стационарную котельную ввиду повышенной трудоемкости ее монтажа и демонтажа. Высокая скорость ввода в эксплуатацию – основная причина, по которой модульные котельные начинают вытеснять стационарные котельные.

Характеристики котельных существенно зависят от типа применяемого топлива. Типично в блочных котельных используются топлива, обеспечивающие легкость и простоту обращения: природный газ, сжиженный газ (пропан – бутан) и жидкое, дизельное или котельное топливо и мазут.

Блочные газовые и жидкотопливные (ГМ) котельные с современным уровнем автоматизации, в отличие от традиционных, не нуждаются в постоянном контроле со стороны оператора, а на случай возникновения различных внештатных ситуаций выдают сигнал в диспетчерский пункт. ГМ блочные котельные отличаются целым рядом весомых преимуществ, среди которых отметим:

- возможность изменения мощности в широких пределах изменением числа блоков (модулей) и их производительности в составе котельной;
- поставка заводом котельной в полной готовности, с модулями в собранном виде, и заводской готовности позволяет монтировать установки за минимальное время;
- использование современных теплоизоляционных материалов позволяет снизить потери тепла и вес ограждающих конструкций котельной;
- минимальные потребности для использования грузоподъемных механизмов и минимальные затраты средств на монтаж и сборку котельной;
- низкий вес и заводская сборка оборудования модулей на транспортно-опорных площадках позволяет устанавливать модули и котельную на простой фундамент, например, сборный из фундаментных блоков, на достаточно ровной, способной выдержать вес площадки;
- возможность транспортировки. Если котельную требуется переместить, то достаточно отсоединить линии коммуникации модулей с переводом их в транспортное положение и повторить работы по транспортировке и сборке котельной снова;
- полная автоматизация обеспечивает безлюдную схему работы

при минимуме обслуживания, с внешним оповещением и записью нештатных ситуаций.

Указанные преимущества котельных ГМ приведены здесь, так как, за исключением полной автоматизации, характерны и для угольных блочных котельных. Использование угля и других твердых топлив усложняет задачу полной автоматизации, что вызывается, как наличием неопределенности в гранулометрическом и физическом составе твердого топлива, а также в характеристиках образующегося в топочном процессе шлака и летучей золы, так и значительным увеличением набора тепломеханического оборудования в составе угольной блочной котельной.

Собственно твердотопливные котлы также более сложны. Они типично работают не под наддувом, а с уравновешенной тягой, и для них требуются вентилятор, дымосос, золоуловитель и топочное устройство, а не только одна легко управляемая газовая или газожидкостная горелка, как в ГМ котлах.

Прототипом для разработки твердотопливных модулей сегодня могут быть наиболее глубоко автоматизированные и сравнительно простые блоки небольшой мощности с котлами, работающими на пеллетах, – древесном грануляте, низкосольном, сухом и бездымном. Пеллеты производятся не только из древесины, но и из соломы, лузги и других сухих растительных материалов, однако из-за высокой стоимости топливной составляющей они не пред-

ставляют интереса для промышленной теплоэнергетики.

В компании «ПроЭнергоМаш» серийно производятся автоматизированные блочные котельные, ГМ и твердотопливные, причем угольные занимают одну из ведущих позиций. Не морские контейнеры, а разработка платформы, универсального основания для блоков с системой строповки, крышных и межблочных элементов, была в основе создания модулей, обшитых для ж/д транспортировки тонким листом. Платформа позволяет скрыть коммуникации электроснабжения, КИПиА, подпитки и дренажи, установить оборудование с соблюдением проходов, площадок обслуживания и схемы развесовки, транспортировать блоки как ж/д, так и автотранспортом и оперативно вести монтаж и демонтаж котельных. При этом в помещении блочной котельной нет типичных, мешающих работе, дополнительных стоек и укосин (рис. 1). Перекрытие котельной и надбункерной галереи и также без загромождающих элементов, с легкой разводкой и закреплением трубопроводов прямой, обратной или питательной воды и паропроводов (рис. 2).

Основные модули включают собственно котлы с топочными устройствами, тягодутьевые машины, системы возврата уноса и улавливания летучей золы, системы очистки топочного устройства и поверхностей нагрева котлов от отложений золы и шлака, систему автоматизированного управления и выделенные помещения, бытовые и щитовые. Модули водоподготовки и теплоснабжения с насосами, теплообменниками и другим оборудованием также располагаются в общем помещении. Все модули устанавливаются на стены, образуя потолок помещения золоудаления, которое обычно выполняется из типовых фундаментных блоков ФБС (рис. 1 и 2). В нем размещаются узлы вывода золы и шлака с транспортерами и дробилками шлака и воздухопроводы. Дымовая труба самонесущая, может быть общей или индивидуальной, устанавливается на платформах блоков.

Большое внимание уделено и созданию автоматизированного и надежно работающего вспомогательного оборудо-



Рис. 1. Блочная котельная установка мощностью 5 МВт на базе двух котлов КВм-2,5 КБ, каменный/бурый уголь. Республика Саха (Якутия)

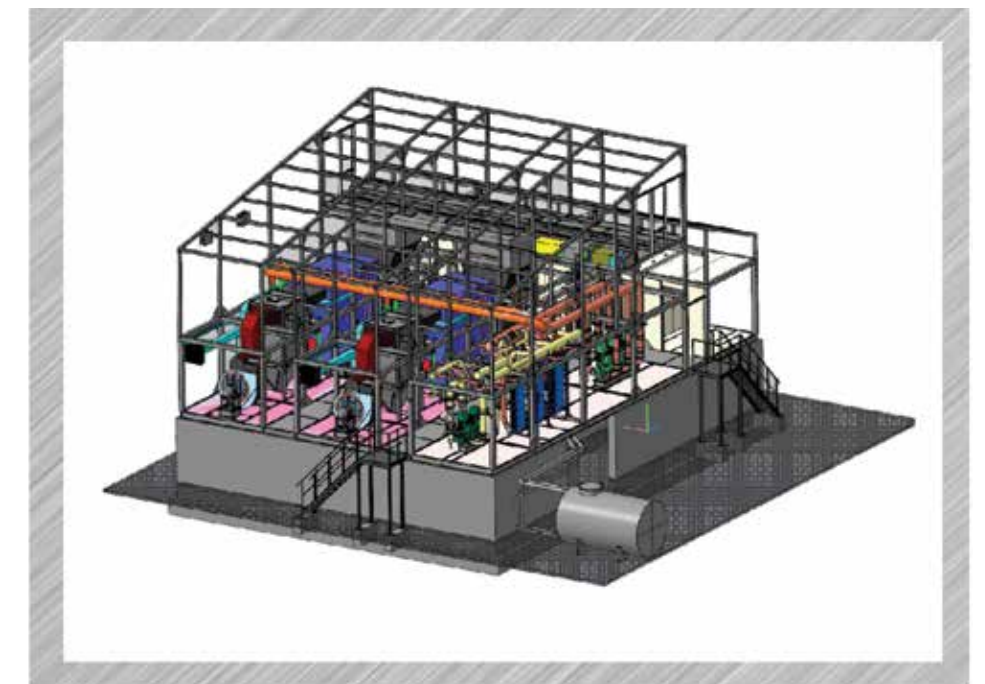


Рис. 2. Проект блочной котельной с двумя котельными модулями

ования по обращению с углем, шлаком и летучей золой. Это склад с системой подготовки и подачи топлива и сборный бункер золы с выгрузкой в автомобиль с транспортерами подачи очаговых остатков. Блочная котельная располагается на генплане с плотным пятном застройки, возможно с учетом рельефа местности, что заметно снижает капитальные затраты на строительство, например,

склад угля располагаем на верхней площадке, а сбор золы – на нижней.

Наиболее важными в составе модулей являются котельные модули и собственно блоки котельных установок. В разработках компании «ПроЭнергоМаш» используются паровые и водогрейные котлы с низкотемпературными вихревыми топками «Торнадо», которые имеют запатентованный, экологически эффек-

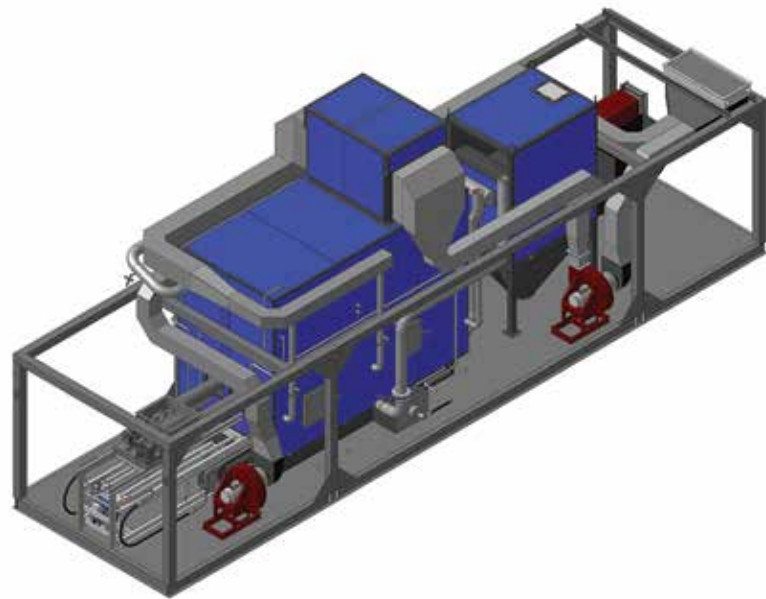


Рис. 3. Котельный модуль KV-B-2,5



Рис. 4. Котельный модуль

тивный топочный процесс с равномерным распределением параметров, допускающий применение антифриза и высокотемпературных теплоносителей. Более подробно эти котлы описаны в настоящем журнале ранее (ПКМ №2(41)-2017). Топки «Торнадо» экономичны, имеют эффективное удержание и дожигание уноса в вихре при различных вариантах слоевой части топки, что позволяет использовать не только угли

в дробленном виде, но и более дешевый штыб (мельче 6 мм) и углесодержащие отходы шахт. Топки компактны, и это позволило существенно увеличить единичную мощность размещаемых в модулях котлов – до 3,5 МВт, что значительно выше типичных 0,5-0,8 МВт для угольных блочных котельных.

Серийно производятся модули:

- водогрейные (вода), температура до 110°C и выше 110°C, до 150°C;

- водогрейные (антифриз), температура до 95°C;
- паровые: насыщенный пар или перегретый пар с заданными параметрами.

Котельные блоки комплектуются на базе котлов теплопроизводительностью от 1,2 до 3,5 МВт (котлы KV-B-1,2; KV-B-1,8; KV-B-2,5; KV-B-3,5).

Паровые котельные блоки комплектуются на базе котлов паропроизводительностью от 1,0 до 2,5 т/ч (E-1,0-1,4; E-1,6-1,4; E-2,5-1,4).

Пример модуля для влажного бурого угля с водогрейным котлом KV-B-2,5, который дополнительно оборудован воздухоподогревателем, показан на рис. 3. В состав блока входит котел с вихревой топкой «Торнадо», оборудованный слоевой топкой ТШП с шурующей планкой с бункером угля, двухшнековым питателем топлива и дутьевым вентилятором. За котлом располагается эффективный батарейный циклон со второй ступенью золоулавливания в рукавном фильтре, вентилятор вторичного дутья, калорифер и дымосос. Вид модуля в транспортном положении показан на рис. 4.

Отметим, что значительная часть производимых угольных блочных котельных поставляется в составе блочных воздухоподогревательных установок (ВНУ), работающих по схеме котельная – калорифер в вентиляционных системах шахт. ВНУ этого типа дополнительно комплектуются теплотрассой и модулями калориферов и типично используют в качестве теплоносителя антифриз, современный, безопасный.

В настоящее время разрабатываются блочные ВНУ, работающие по схеме получения и подачи горячего воздуха в ствол шахты для подогрева холодного вентиляционного воздуха до температуры не ниже +2°C. В последнюю серию блочных установок входят теплогенераторы для получения сушильного агента, используемого в сушильках зерна.

Блочные котельные оснащаются системой автоматизации, которая управляет работой котельной установки. По степени автоматизации котельные подразделяются на минимально автоматизированные, автоматизированные с передачей

информации на диспетчерский пункт. Для примера на рис. 5 показан один из ситуационных видов на мониторе автоматизированного рабочего места оператора котельной.

Касаясь перспектив этого направления разработок компании «ПроЭнергоМаш», укажем, что технологическая схема топочного процесса «Торнадо» имеет высокий потенциал для дальнейшего развития. В проектной проработке находятся котельные модули с единичной мощностью в 5 и 7 МВт.

Важным направлением в развитии технологий является разработка котельных блоков на основе мощных пылеугольных котлов с топками «Торнадо», водогрейных мощностью 10-20 МВт и паровых с производительностью по пару 6,5-16 т/ч. Разрабатываемая технологическая схема пылеугольной котельной приведена на рис. 6.

Предлагается высокоэффективная, сравнительно простая, экономичная и чистая технологии применения угля и углесодержащих отходов. Чистота предлагаемой технологии касается не только чистоты в котельной, но и высоких экологических показателей.

Помимо котельной строится комплекс подготовки высококачественного топлива, угольной пыли, которая также может использоваться в других технологиях, например в печах обжига керамзита, подготовки асфальта с заменой дорогостоящего мазута. Технология подготовки типовая, уголь размалывается в среднеходной мельнице и при необходимости подсушивается, пропускается при сушке через мельницу и после помола в сухом виде хранится в силосе или крытом складе. В итоге получается подготовленное топливо с однородными хорошими свойствами, которое не слипаются, не образует сводов в бункерах. Топливо привозится в котельную цементовозами 11, закачивается в силос 1 и дозировано подается в горелки 5 котлов 7 пневмотранспортом.

Котельная. Важно, что топливо сухое, мелкий высококалорийный порошок, он быстро сгорает в горелке, почти как мазут при малых избытках воздуха. Расход дымовых газов не намного увеличится в сравнении со сжиганием



Рис. 5. Вид монитора оператора котельной

мазута. При сжигании ПУ образуется мелкая легкая летучая зола, которая не будет оседать в конвективном пучке, котельный пучок котла будет чистым. За котлом дымовые газы очищаются в золоуловителе 11 и сбрасываются дымососом 14 в атмосферу, а зола собирается в бункерах 12 и вывозится цементовозами 11 и применяется в стройиндустрии для засыпок, добавок в бетон и др. Технология эффективно применяется в Китае. Блочные котельные с

использованием пылеугольного сжигания перспективны, могут выполняться мультитопливными. Подобно котельным ГМ, легко автоматизируются и могут работать без обслуживающего персонала, с управлением через удаленный доступ. Это исключает «человеческий фактор», удешевляет эксплуатацию котельной, а применением принципиально новой, экономичной и экологически эффективной технологии выводит предприятия на передовые позиции. ●

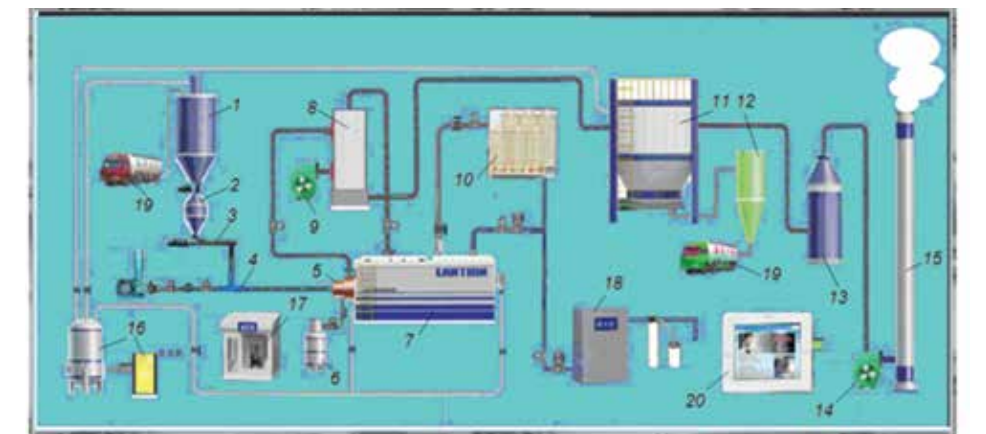


Рис. 6. Схема котельной

- 1- бункер (силос) угля, 2 - шлюз, 3 - дозатор топлива, 4 - тракт пневмоподачи топлива, 5 - горелка, 6 - растолочный баллон пропан-бутан, 7 - котел ВТ, 8 - воздухоподогреватель, 9 - дутьевой вентилятор, 10 - потребитель тепла, 11 - рукавный фильтр, 12 - силос золы, 13 - промыватель, 14 - дымосос, 15 - дымовая труба, 16 - компрессор и ресивер, 17 - пульт управления, 18 - водоподготовка, 19 - цементовоз, 20 - удаленный доступ.