

ность». В настоящее время контроль проходит в письменной форме, что существенно затрудняет подготовку специалистов к сдаче экзамена и проверку работ. С введением данного учебно-контролирующего пособия на атомных электрических станциях ряд проблем существенно исчезнет. Также данное пособие могут использовать руководители и специалисты предприятий, занятых проектированием, монтажом, эксплуатацией и утилизацией приборов и устройств с радиоактивными источниками и с генерирующими источниками ионизирующих излучений: рентгеновских аппаратов, рентгеновских дефектоскопов, досмотровых установок и т. д. Проект не имеет аналогов в России и за рубежом.

Данное учебно-контролирующее пособие переводится на английский язык в целях его дальнейшего использования за рубежом. В пособии, в первую очередь, учтены международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения (Safety Series No. 115 – International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources) [2].

Библиографический список

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М., 2009. 100 с.
2. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения: Серия изданий по безопасности. Вена, 1997. № 115. 382 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМЫ ПОДАЧИ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА НА СЖИГАНИЕ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

*Ханова А.С., Саутченко Н.И., Очайкин К.В., Потанов В.Н., Костюнин В.В.
УрФУ E-mail: tes.urfu@mail.ru*

Изучение оригинальной технологии вихревой газификации биомассы и ряда ископаемых топлив для сжигания полученного газа при получении пара, горячей воды или электроэнергии в ООО «Вихревые системы» началось в 2004 году. Тогда сразу стало ясно, что использование схем газификации на мощных установках получения электроэнергии крупными тепловыми электростанциями (ТЭС) лишено смысла и перспективы, если для газогенерации на ТЭС подавать товарные органические топлива – различные угли, торф и т.п. Это те виды топлив, которые ТЭС и котельные покупают на рынке по реальным ценам для последующего сжигания с помощью обычных технологий получения теплоты и электричества для новых, уже давно коммерческих рынков вторичной энергии.

Современная ситуация в современной энергетике и тенденции развития в ближайшие 10-20 лет приводят к выводу, что получение вторичной энергии с использованием газогенерации твердых органических веществ целесообразно и привлекательно, прежде всего, только тогда, когда используют дешевые или бесплатные ресурсы, например, органические коммунальные и промышленные отходы. В странах Европейского Союза этому способствуют также ощутимые льготы подобному направлению – использованию органики через особые схе-

мы продажи вторичной энергии энергетическим компаниям или муниципалитетам, особенно с привлечением поощрений за использование «зеленой» энергии.

Уже начиная с 2004 года, руководителями настоящей работы были четко сформулированы и опробованы на действующих аппаратах принципы новой, не включенной пока в труды по этой теме, оригинальной технологии ступенчатой вихревой газогенерации. Тогда же сразу они пришли к выводу, что наилучшим способом использования полученного газа для производства вторичной энергии является его сжигание в топках котлов, если органическое сырьё, из которого будет получен генераторный газ, будет существенно дешевле, чем сжигаемое на котлах ТЭС или в котельной, купленное на рынке товарное энергетическое топливо. Одновременно были предложены и реальные схемы внедрения новой технологии при использовании биомассы, отходов и дешевых местных топлив.

Самая простая и дешевая схема состоит из газогенератора, установленного прямо у горелок топки котла с прямым сбросом через эти горелки полученного в аппарате неочищенного и, самое главное, – неохлажденного горячего газа для его сжигания в топке. В такой схеме следует считать газогенератор элементом конструкции горелки или всего топочно-горелочного устройства. На практике подобную схему можно допустить, если между газогенератором и горелкой газопровод имеет минимальную или нулевую длину, или этот газогенератор вообще представляет собой элемент горелки и даже топки котла. В этом случае при возникновении на подобном объекте аварийных ситуаций возможно очень быстро отключать подачу воздуха и топлива на газогенерацию, предотвращая взрыв этого газа. Принципиальным преимуществом технологической схемы, кроме предельной дешевизны и простоты, является то, что только такая схема обеспечит полное сжигание всех смол, всегда содержащихся в газообразном состоянии в любом генераторном газе, если температура горючего газа после газогенерации превышает уровень 500...600 °С. С учетом всех потерь и затрат это повысит полный КПД использования исходного сырья не менее, чем на 1-2 абсолютных процента, именно в единой схеме газогенератор – топка. Во всех иных известных технологиях газогенерации в схемах получения электричества и теплоты получить такой рост КПД за счет полного сжигания смол (без иных дополнительных технологий) обычно невозможно или очень сложно и дорого.

Дополнительно отметим, что схемы газогенератор – топка, разработанные ранее в ООО «Вихревые системы», можно превратить в будущем в совершенно новую технологию сжигания вообще любых топлив с предельно глубоким подавлением выбросов оксидов азота (NO_x), одновременно вместе с предельно полным использованием исходных твердых топлив или биомассы, и других топлив, причем с учетом полного сжигания генераторного газа, смол, а по технологиям той же фирмы и почти всех твердых продуктов недожога.

По сравнению с известными схемами снижения образования и подавления выбросов NO_x в традиционных технологиях сжигания топлив, все упомянутые нами ранее разработанные на фирме новые принципы и схемы именно прямого сжигания неохлажденного, неочищенного, низкокалорийного генераторного газа, с точки зрения снижения выбросов (NO_x) в перспективе могут быть еще более эффективными, даже, возможно, если еще немного поднять температуру

получения газа, далее сразу вводимого в топку для сжигания. Это связано с тем, что в новом интегральном процессе до 50-70 % теплоты топлива выделится в самом газогенераторе при уровне избытков воздуха около 0,3, одновременно с увеличением на один-два порядка времени пребывания NO_x в среде продуктов газификации в вихревом аппарате (минимум две-три секунды). Это на порядок больше времени процесса частичного восстановления NO_x в зонах местного дефицита O_2 в факелах обычных горелок при сжигании топлива в схемах двух и трехстадийного сжигания в обычных топках. При избытке воздуха 0,3 будет (согласно теории Рослякова и рекомендациям Deutsche Babcock AG), вероятно, достигнут предел минимизации выхода топливных NO_x , а при температурах процесса от 600 до 1200 °С прямо в газогенераторе можно достичь предельного подавления быстрых и термических NO_x . Достигнутое на предлагаемых новых вихревых газогенераторах со ступенчатой генерацией увеличение времени пребывания газов и реагирующих топлив в атмосфере высоких концентраций СО и H_2 , возможно, даже приведет к полному восстановлению в молекулярный азот N_2 всех образовавшихся топливных NO_x в процессе генерации газа.

Реализация новой схемы сжигания горячего, неочищенного генераторного газа, полученного из биомассы, на тепловыделение в топке останется лишь 20-30 % суммарного выхода полной теплоты всего процесса. Правильный выбор и настройка горелок факельного сжигания генераторного газа возможно поможет достичь итоговое снижение выбросов NO_x лучше, чем в технологиях прямого сжигания твердых топлив и, особенно, биомассы. Реализация этой схемы также допустима, для сжигания малозольных углей. В случае биомассы перспективы технологии существенно расширяются, так как неочищенный генераторный газ можно подавать в топку малых угольных котлов для замещения на них гораздо более дорогих твердых топлив, сжигаемых на таких котлах обычно с очень низким кпд. Сжигание генераторного газа, полученного из биомассы, даже с учетом всех потерь процесса и в самом генераторе, может поднять кпд этих котлов на десятки процентов, например, с 40-50 % до 80-85 %. Эти потери пока можно существенно снизить только использованием вихревых газогенераторов ступенчатой газогенерации ООО «Вихревые Системы», которые на практике уже показали снижение выхода смол в генераторном газе в несколько раз, одновременно с улавливанием части золы из газа в самом газогенераторе.

Приведенная нами схема пригодна для частичного и полного вытеснения на малых котлах даже более дорогого природного газа, но только если исходная биомасса имеет низкую цену или бесплатна для владельца котла. Еще лучше, если биомасса является отходом производства и подлежит уничтожению. Это направление коммерчески самое перспективное. В этом случае уже возможно даже рентабельное получение малых объемов электроэнергии для внутреннего потребления, так как в малых двигателях внутреннего сгорания нет предельно жестких требования к очистке газа, например, на фоне предельно жестких требований к очистке газа перед мощными зарубежными ДВС и, особенно, – перед газовыми турбинами, на которые обычно уповают разработчики ТЭС с внутрицикловой генерацией горючих газов из товарных энергетических углей.

На практике пока реальна более сложная и дорогая схема при достаточно удаленном расположении газогенератора от топки котла, даже если при этом линию подачи искусственного газа к горелкам котла придется всегда оснащать полными стандартными схемами безопасности сжигания природного газа – с их задвижками и свечами. К тому же полученный генераторный газ придется очищать и охлаждать до температур, приемлемых золоуловителям и газовой арматуре котла, что, конечно, несколько снизит экономический эффект. Но эта более сложная схема, может также оказаться эффективнее всех известных нам схем использования газогенерации в электроэнергетике. Отметим при этом, что внутрицикловая газогенерация любых товарных энергетических твердых топлив нигде в мире пока себя коммерчески не оправдала на относительно мощных установках ТЭС. Они десятки лет не могут доказать коммерческую или экологическую привлекательность, и, на наш взгляд, вообще не пригодны для получения электроэнергии на мощных ТЭС в рыночных условиях. Потери в парогазовых технологиях угольных ТЭС с внутрицикловой генерацией товарных твердых топлив всегда будут в 2-3 раза выше внутрицикловых потерь любых современных паротурбинных ТЭС. Новые угольные ПГУ, конечно, могут иметь более высокий КПД брутто, но на практике всегда будут дороже и при этом всегда иметь КПД нетто ниже, чем новые экологически безопасные паротурбинные ТЭС на бурых или каменных углях, что уже доказала практика.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕСТНОСТИ И РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВЭУ

Четошников С.А.

Южно-Уральский государственный университет

tchetser@gmail.com

Популярность ветроустановок, как альтернативных источников электроэнергии, растет с каждым годом. Использование энергии ветра для электроснабжения индивидуальных потребителей (отдельных домов или поселков) может оказаться экономически выгодным. Оценку целесообразности использования ветроустановок следует проводить на основе расчетов.

Для выбора подходящей ветроэнергетической установки (ВЭУ) необходимо оценить ветровой потенциал местности и определить мощность нагрузок потребителей. Все расчеты производятся по стандартным формулам, поэтому можно упростить этот процесс, используя компьютерную программу (рис. 1, 2).

При разработке программы использовались известные методики расчета ветрового потенциала и мощности ВЭУ [1]. Исходными данными для программы являются: количество потребителей, норма выработки электроэнергии для каждого из них, время работы ВЭУ, средняя (для данной местности) и расчетная (для ветроустановки) скорости ветра и коэффициент мощности ветроколеса.