

Из приведенных в табл. 2 шести пар связей и зависимостей для семи объектов (всего 42 пар связей) оказались: «хорошими» – 9 (выделено жирным шрифтом); «средними» – 15 (выделено жирным курсивом); «удовлетворительными» – 11 (стандартный шрифт), «неудовлетворительными» – 7 (выделено цветовым фоном).

В той же табл. 2 приведены относительные величины средней ошибки аппроксимации, которые получены путем деления средних ошибок регионов на их величины для СКФО в среднем. По суммарным величинам относительных средних ошибок аппроксимации определены места каждого региона по приемлемости построенных уравнений рядов динамики, которые приведены в последней строке таблицы.

#### Список литературы

1. Адамдзиев К.Р., Адамдзиева А.К. Статистико-эконометрическая оценка ВРП его ресурсного обеспечения по регионам Южного федерального округа. II Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие Российской экономики»: Сборник научных трудов / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2009. – С. 203-204.
2. Адамдзиев К.Р. Отношения, зависимости и динамические тенденции показателей России, ЮФО и Республики Дагестан: статистико-эконометрическая оценка // Сегодня и завтра Российской экономики. Научно-аналитический сборник. Спец. выпуск. – 2009. – С. 30-40.
3. Россия в цифрах, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011: Крат. Стат. Сб. / Росстат. – М., 2004. – 431 с., 2005. – 477 с., 2006. 485 с., 2007. – 494 с., 2008. – 510 с., 2009. – 526 с., 2010. – 558 с., 2011. – 581 с.
4. Эконометрика: Учебник / под ред. И.И. Елисевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 576 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ НА БАЗЕ ВУЗОВСКОЙ УСТАНОВКИ

Донцов Д.П., Кочева М.А.

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный  
архитектурно-строительный Университет»,  
Нижегород, e-mail: clixet07@mail.ru

Проведен анализ существующего положения в теплоэнергетике, который показал необходимость и целесообразность использования возобновляемых источников энергии в качестве топлива газогенераторных котлов. Также на вузовской установке проведены экспериментальные исследования процесса сжигания крупнокускового древесного топлива в газогенераторе, с помощью которых определены оптимальные параметры топлива для нормальной работы газогенератора. Древесина и древесная биомасса довольно существенно различаются по своим физико-техническим характеристикам. Это определяет необходимость обобщения уже имеющихся данных по свойствам древесины, а также проведение экспериментальных исследований там, где мы сталкиваемся с нехваткой данных о свойствах, необходимых для проектирования газогенераторных установок.

Полученные результаты дают возможность определить оптимальные режимы энергетической переработки древесины и её компонентов в современных газогенераторах. На основе анализа работы газогенератора на твердом топливе, а также полученных экспериментальных данных, разработаны рекомендации по эксплуатации и проектированию газогенераторов.

Газогенераторная установка – установка для производства тепловой энергии в основе которой используют принцип пиролизного горения. Принцип работы такой установки состоит не в сжигании дров, а в сжигании выделяемого из них при высокой температуре древесного газа. Когда газифицируют древесину или уголь получают горючий газ, который можно хранить, транспортировать на большие расстояния. Этот газ легко очистить от таких вредных примесей, как соединения серы, он может быть использован не только как горючее, но и как химическое сырьё для разнообразных синтезов.

Существуют два основных метода переработки твердого топлива – сжигание и газификация, дающие столь разные конечные продукты. Процесс сжигания топлива проводится с избытком кислорода, а процесс газификации проводится с недостатком кислорода и, следовательно, с избытком углерода.

Состав древесного газа, получаемого при газификации, чрезвычайно разнообразен и зависит от условий проведения процесса газификации (давления, температуры, концентрации в используемом дутье кислорода). В случае газификации твердого топлива при недостатке кислорода сера топлива переходит в сероводород. Если состав дымового газа довольно постоянен, то составом газов газификации твердого топлива можно резко варьировать [3].

Для того чтобы минимизировать выбросы от современных газогенераторных установок большое внимание должно уделяться предварительной подготовке сжигаемого топлива. Наиболее важными процессами подготовки является сушка древесины а также приведение древесного топлива к одному фракционному составу [5].

Высокая влажность древесины, подвергающейся пирогенетическому разложению, значительно понижает эффективность процесса. Полностью отделить гигроскопическую влагу в процессе сухой перегонки дров в газовой среде очень трудно из-за неравномерности нагрева. Даже в малых кусках (щепа) при обугливание наружных слоев внутри их продолжается процесс сушки и влага неизбежно попадает в топку газогенератора.

В связи с этим сырые дрова целесообразно предварительно подсушивать до относительной влажности (14–20%). Экспериментальные исследования показали, что

оптимальной для сжигания в газогенераторах является древесины с содержанием влаги до 15%. Различают два способа сушки – естественный и искусственный (сушка уходящими дымовыми газами, токами высокой частоты и т.п.) [2].

Теоретически, чем мельче и равномернее измельчена древесина, тем мягче протекает процесс ее термического распада и тем меньше образуется золы [1]. Это положение относится в той или иной мере ко всем видам нагрева, однако особое значение имеет для пиролиза в газовой среде. При больших кусках и особенно при наличии кусков разных размеров неизбежно развитие вторичных реакций в периферийной части куска и в реакционном пространстве. Первые могут доходить до крекинга органических веществ, идущих из глубины куска, на нагретой обуглившейся части его поверхности, вторые определяются разницей между температурой образования продуктов пиролиза и температурой реакционного пространства [4].

С помощью решения вопроса о приведении топлива к одному фракционному составу можно избавить потребителя от необходимости самостоятельно подкладывать топливо в топку газогенератора. Возможно использовать автоматизированные топочные аппараты. По мере сгорания топлива его новая порция подается из загрузочного бункера с помощью шнека автоматически. Объем бункера вполне достаточно для автоматической работы котельной в течение нескольких суток. Но вот топливо в этом случае годится уже не любое, а мелкозернистое. Лучше всего подходят древесная щепа (размером 5-50 мм) или гранулированные опилки (пеллеты).

Современные газогенераторные установки в которых протекает процесс сжигания продуктов газификации древесины отвечают всем европейским экологическим стандартам, так как изначально сжигается экологически чистое топливо.

#### Список литературы

1. Азаров В.Н., Буров А.В., Оболенская А.В. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник для вузов. – СПб.: СПбЛТА, 1999. – 628 с.
2. Альтшулер В.С. Современное состояние и развитие технологии газификации твердого топлива // Химическая технология. – 1985. – №1. – С. 309-314.
3. Гамбург Д.Ю., Семёнов В.П. Производство генераторного газа на базе твердого топлива // Химическая промышленность. – 1983. – 152 с.
4. Головкин С.И. Энергетическое использование древесных отходов // И.Ф. Коперин, В.И. Найденов. – М.: Изд-во «Лесная промышленность», 1987. – 216 с.
5. Сергеев В.В. Научно-технические предпосылки для газификации растительной биомассы // Научные исследования и инновационная деятельность: материалы науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 213 с.

### МНОГОУРОВНЕВОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЮ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Лебедева Е.А.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,  
Нижегород, e-mail unirs@nngasu.ru

Приведены данные по негативному воздействию энергетических установок на окружающую среду, представлена структура и рассмотрена специфика экологического образования в структуре многоуровневой подготовки студентов специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция». Перечислены изучаемые дисциплины экологической направленности, представлены основные разделы курсовой работы по экологической оценке теплогенерирующей установки. Рассмотрены направления использования полученных знаний на уровне выполнения квалификационных работ бакалавра, специалиста, магистра.

Антропогенное загрязнение окружающей среды в настоящее время возросло настолько, что представляет угрозу существованию человечества. Энергетические установки, изучаемые в процессе подготовки специалистов по теплогазоснабжению, оказывают существенное негативное воздействие среду обитания. Тепловые электростанции и производственно-отопительные котельные, потребляя огромное количество газового, жидкого и твердого топлива, выбрасывают в атмосферу несметное количество вредных примесей. Основные из них: бенз(а)пирен – канцерогенное вещество (1-й класс опасности), оксиды азота и серы, и сажа (3-й класс опасности), оксид углерода (4-й класс опасности). Среднегодовое превышение гигиенических нормативов (более 1 ПДК) атмосферного воздуха в промышленно развитых регионах России наблюдается, в основном, по 2 веществам: бенз(а)пирену, вызывающему онкологические заболевания (162 города) и диоксиду азота (106 городов).

Жесткие ограничения строительства новых объектов в условиях высокого техногенного загрязнения крупных городов обуславливают необходимость получения студентами кафедры достаточного уровня знаний и умений, чтобы произвести экологическую оценку технологий и оборудования систем ТГС уже на стадии проектирования, а также разработать комплекс природоохранных мероприятий.

Рассмотрим в динамике развитие экологической подготовки студентов ННГАСУ на кафедре теплогазоснабжения.

Еще в начале 80-х годов прошлого века, задолго до появления экологонаправленных дисциплин в учебных планах, специалисты кафедры теплогазоснабжения создали и утвердили