

является противосажевый фильтр – часть выхлопной системы автомобиля с дизельным двигателем. Предназначен для уменьшения количества сажи в отработанных газах. Представляет собой керамический блок из карбида кремния с большим количеством тонких каналов для прохода отработанных газов. Частицы сажи, задерживаясь на поверхности этих каналов, под действием повышенной температуры и других факторов окисляются и, превращаясь в углекислый газ, выбрасываются в атмосферу с выхлопными газами. Конструктивно размещается в отдельном металлическом корпусе и находится непосредственно после турбины или же после катализатора (или после второго катализатора, если их два).

Жидкостная система нейтрализации вредных выбросов в ОГ или SCR-нейтрализатор представляет собой закрытую систему, через которую проходит очищенный от сажи выхлоп дизеля. Жидкость «Эдблю» заливается в автономный бачок и подается в выхлопной патрубок дозированно перед поступлением в нейтрализатор. Смешанный газ поступает в блок нейтрализатора SCR, где происходит химическая реакция распада оксида азота за счет входящего в состав мочевины аммиака. Молекулы аммиака, соединяясь с оксидом азота, расщепляют последний на безвредные для человека и окружающей среды компоненты. После полного цикла очистки в атмосферу попадает минимальное количество вредных веществ, параметр ОГ соответствует протоколу Евро-5 и Евро-6.

Проводимый анализ позволил выявить наиболее актуальные на данный момент возможности повышения экологических характеристик двигателей внутреннего сгорания и определить дальнейшие направления исследования в данной области.

Литература

1. Дмитриевский, Е. В. Электронное управление двигателями внутреннего сгорания : учеб. пособие / Е. В. Дмитриевский, А. А. Обозов, М. А. Новиков. – Брянск : БГТУ, 2018. – 195 с.
2. Рогалев, В. В. Курсовое проектирование двигателей внутреннего сгорания: Тепловой расчет : учеб. пособие / В. В. Рогалев, Е. В. Дмитриевский. – Брянск : БГТУ, 2017. – 131 с.
3. Рогалев, В. В. Планирование эксперимента при испытаниях двигателей внутреннего сгорания : учеб. пособие / В.В. Рогалев. – Брянск : БГТУ, 2014. – 111 с.
4. Хайруллин, А. Х. Влияние характеристики топливоподачи и настроек топливоподающей аппаратуры на экономические и экологические показатели автомобильного дизеля : дис. ... канд. техн. наук : 05.04.02 / А. Х. Хайруллин. – К., 2017. – 220 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПОЛЕЙ СУТОЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ УКРУПНЕННОЙ БАЛАНСОВОЙ ГРУППЫ «МИНЖИЛКОМХОЗ» РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

В. М. Спитальников

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Грунтович

Цель работы – разработка методического обеспечения и исследование на его основе закономерностей формирования суточных режимов потребления газа для укрупненной балансовой группы «Минжилкомхоз» региональной системы газоснабжения (РСГС) в целях повышения эффективности ее функционирования.

Теоретической и методологической основой работы являются положения системного анализа. Для информационного описания укрупненной балансовой группы

«Минжилкомхоз» РСГС использовалась информационная база данных (ИБД). Для морфологического описания системы применялся корреляционно-регрессионный анализ. Функциональное описание системы основывалось на положениях регрессионного анализа и методах сглаживания временных рядов.

Получены результаты: в структуре годового потребления газа РСГС доля укрупненной балансовой группы «Минжилкомхоз» достигает за разные годы следующих значений: 2012 г. – 7,3 %; 2013 г. – 7,3 %; 2014 г. – 7,9 %; 2015 г. – 6,7 %; 2016 г. – 6,7 %; 2017 г. – 6,6 %. В состав указанной группы входит 114 балансовых элементов.

Для построения структурных полей « $B_{сут} - t_{сут}$ » сформирована информационная база данных за 2012–2017 гг., содержащая сведения по суточному расходу газа и среднесуточной температуре наружного воздуха. Возможность сравнения и оценки устойчивости вида структурных полей появилась вследствие пересчета исходных данных из натуральных единиц (газ – в тыс. м³, а температура наружного воздуха – в °С) в относительные, безразмерные единицы. Среднесуточная температура наружного воздуха пересчитана в градусы по Кельвину и далее отнормирована относительно нулевого значения в К, что позволило перейти к относительным значениям температуры. В результате весь возможный суточный ряд температуры наружного воздуха за год представлен диапазоном от 0,9 до 1,1 о. е. Суточные значения объема потребления газа также представлены в относительных единицах. За базисное значение суточного расхода газа по укрупненной балансовой группе принято среднесуточное значение на годовом интервале времени. В результате появилась возможность проводить анализ и сравнение структурных полей « $B_{сут} - t_{сут}$ » за различные годы, а также сохранять конфиденциальность информации.

Произведена оценка степени тесноты связи между « $B_{сут} - t_{сут}$ » по укрупненным балансовой группе «Минжидкомхоз». Установлен высокий коэффициент корреляции между среднесуточной температурой и суточным потреблением газа. За различные годы $R(t_{сут} - B_{сут})$ находится в диапазоне от –0,92 до –0,96.

Для укрупненной балансовой группы «Минжилкомхоз» были построены структурные поля за 2012–2017 гг. и определен их вид (рис. 1): поле с четким расслоением $B_{сут}$ на две температурные области, определяемые состоянием системы отопления («включено» либо «отключено») и перекрытием этих областей в зоне неустойчивого, неопределенного состояния РСГС (от 0 до 8 °С). Для анализа структурных полей предложено выделить 4 диапазона изменения температуры: первый температурный диапазон – 0,9–0,97 о. е., что соответствует диапазону среднесуточной температуры от –27,3 до –8,2 °С; второй температурный диапазон – от 0,97 до 1 о. е., что соответствует диапазону среднесуточной температуры от –8,2 до 0 °С; третий температурный диапазон – 1,0–1,03 о. е., что соответствует диапазону среднесуточной температуры от 0 до ±8 °С; четвертый температурный диапазон – более 1,03 о. е., что соответствует среднесуточной температуре более +8 °С.

В табл. 1 приведены показатели структуры суточного расхода газа по температурным диапазонам за 2012–2013 гг.

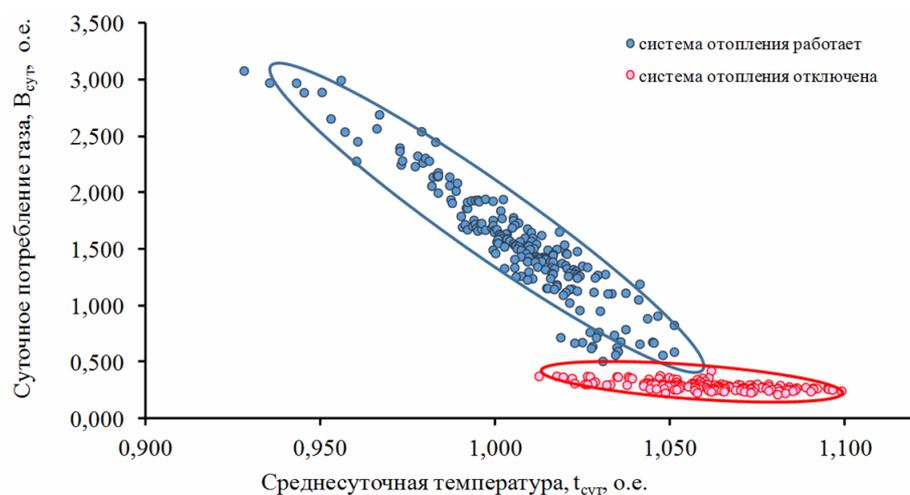


Рис. 1. Вид структурного поля « $B_{сут} - t_{сут}$ » укрупненной балансовой группы «Минжилкомхоз»

Таблица 1

**Показатели зон структурных полей « $B_{сут} - t_{сут}$ » группы «Минжилкомхоз»
Гомельской РСГС за 2012–2013 гг.**

Наименование показателя	Температура наружного воздуха, $t_{сут}$, о. е.			
	0,9–0,97 о. е.	0,97–1 о. е.	1–1,03 о. е.	1,03–1,1 о. е.
	От –27,3 до –8,2 °С	От –8,2 до 0 °С	От 0 до 8 °С	Больше 8 °С
2012 г.				
Среднесуточное потребление газа, $B_{сут\ ср}$, о. е.	2,617	1,747	1,305	0,322
Количество суток попавших в диапазон, N , сут	42	52	79	193
Максимальное суточное потребление газа, $B_{сут\ макс}$, о. е.	3,106	2,112	1,803	1,129
Минимальное суточное потребление газа, $B_{сут\ мин}$, о. е.	1,923	1,347	0,328	0,217
Среднеквадратическое отклонение, σ , о. е.	0,299	0,193	0,277	0,017
Коэффициент вариации по газу V , %	11,4	11,1	21,2	5,2
Изменение температуры в диапазоне, о. е.	0,07	0,03	0,03	0,07
Коэффициент чувствительности, K_{χ}	16,89	25,51	49,18	13,02
2013 г.				
Среднесуточное потребление газа, $B_{сут\ ср}$, о. е.	2,459	1,907	1,356	0,367
Количество суток попавших в диапазон, N , сут	16	75	83	191
Максимальное суточное потребление газа, $B_{сут\ макс}$, о. е.	2,767	2,342	1,853	1,095
Минимальное суточное потребление газа, $B_{сут\ мин}$, о. е.	2,201	1,600	0,296	0,187

Окончание табл. 1

Наименование показателя	Температура наружного воздуха, $t_{\text{сут}}$, о. е.			
	0,9–0,97 о. е.	0,97–1 о. е.	1–1,03 о. е.	1,03–1,1 о. е.
	От –27,3 до –8,2 °С	От –8,2 до 0 °С	От 0 до 8 °С	Больше 8 °С
Среднеквадратическое отклонение, σ , о. е.	0,144	0,181	0,383	0,227
Коэффициент вариации по газу V , %	5,8	9,5	28,2	62,0
Изменение температуры в диапазоне, о. е.	0,07	0,03	0,03	0,07
Коэффициент чувствительности, $K_{\text{ч}}$	8,09	24,75	51,89	12,97
Минимальное суточное потребление газа, $V_{\text{сут мин}}$, о. е.	2,280	1,464	0,303	0,215
Среднеквадратическое отклонение, σ , о. е.	0,249	0,263	0,385	0,197
Коэффициент вариации по газу V , %	9,2	13,7	30,2	55,9
Изменение температуры в диапазоне, о. е.	0,07	0,03	0,03	0,07
Коэффициент чувствительности, $K_{\text{ч}}$	10,24	35,93	54,63	15,20

Установлены следующие закономерности формирования суточного потребления газа от среднесуточной температуры наружного воздуха:

1. Четвертая область, соответствующая самой высокой температуре наружного воздуха, объединяет наибольшее количество суток от годового значения (от 53 до 46 %). Для данной области коэффициент чувствительности суточного расхода газа от изменения температуры составляет от 10,34 до 14,41.

2. Первая область, соответствующая самой низкой температуре наружного воздуха, включает наименьшее количество дней на годовом интервале и характеризует наиболее тяжелые по температуре и по продолжительности сутки зимнего периода. Так, в 2015 г. в данную область попало лишь 7 суток с максимальным суточным потреблением газа 2,177 о. е., что соответствовало «теплой зиме». В 2012 г. в данную область вошло 42 дня с максимальным суточным потреблением газа 1,983 о. е. Для первой области характерен более низкий коэффициент чувствительности $K_{\text{ч}}$ относительного изменения потребления газа ΔV при относительном изменении температуры наружного воздуха Δt , что свидетельствует о вхождении группы «Минжилкомхоз» в зону «насыщения» по максимальному потреблению газа: технологическое отопительное оборудование рассчитано на определенный максимум нагрузки. Так, в 2013 г. $K_{\text{ч}}$ составил 8,09, а максимальное его значение – 16,89 отмечено в 2012 г. Общих закономерностей в динамике $K_{\text{ч}}$ первой области за период 2012–2017 гг. не выявлено.

3. Вторая область с температурным диапазоном от –8,2 до 0 °С, или 0,97–1 о. е., отличается более высоким коэффициентом чувствительности относительного изменения потребления газа при относительном изменении температуры наружного воздуха по сравнению с первой областью. В 2017 г. $K_{\text{ч}}$ составил 10,24, в то же самое время в 2015 г. $K_{\text{ч}}$ был самым максимальным за исследуемый период – 35,91.

4. Третья область – с температурным диапазоном от 0 до 8 °С – является областью неустойчивой работы группы «Минжилкомхоз», поскольку по температурным режимам возможным является как включенное состояние системы отопления, так и нерабочее состояние. $K_{\text{ч}}$ для данной области в несколько раз превышает $K_{\text{ч}}$ четвертой и первой областей: 2012 г. – $K_{\text{ч III}} / K_{\text{ч IV}} = 3,77$; 2013 г. – $K_{\text{ч III}} / K_{\text{ч IV}} = 4$; 2014 г. – $K_{\text{ч III}} / K_{\text{ч IV}} = 3,75$;

2015 г. – $K_{ч III} / K_{ч IV} = 3,58$; 2016 г. – $K_{ч III} / K_{ч IV} = 4,2$; 2017 г. – $K_{ч III} / K_{ч IV} = 3,59$. Анализ динамики среднесуточного потребления газа, $V_{сут ср}$ по выделенным зонам указывает на вполне логичную закономерность снижения $V_{сут ср}$ с ростом температуры. Но в то же самое время из данных табл. 1 видно, что $V_{сут макс}$ зоны более высокой температуры превышает $V_{сут мин}$ зоны более низкой температуры. На примере данных 2012 г. это выглядит следующим образом: $V_{сут макс IV} > V_{сут мин III}$, $V_{сут макс III} > V_{сут мин II}$, $V_{сут макс I} >> V_{сут мин II}$ (табл. 2).

Таблица 2

Данные 2012 г.

Наименование показателя	Температура наружного воздуха, $t_{сут}$ о. е. / °С			
	0,9–0,97 о. е.	0,97–1 о. е.	1–1,03 о. е.	1,03–1,1 о. е.
	От –27,3 до –8,2 °С	От –8,2 до 0 °С	От 0 до 8 °С	Больше 8 °С
2012 г.				
	I область	II область	III область	IV область
Максимальное суточное потребление газа, $V_{сут макс}$, о. е.	3,106	2,112	1,803	1,129
Минимальное суточное потребление газа, $V_{сут мин}$, о. е.	1,923	1,347	0,328	0,217

Так, в 2012 г. превышение $V_{сут макс}$ четвертой области над $V_{сут мин}$ третьей области было в 3,44 раза, по третьей и второй превышение составило 33,8 %, а по второй над первой – 9,8 %.

НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИИ ИМПОРТИРУЕМОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С УЧЕТОМ ИНТЕГРАЦИИ БелАЭС

М. П. Малашенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. В. Грунтовиц

Целью работы является разработка новых направлений экономии природного газа с учетом ввода в эксплуатацию БелАЭС, изменения как режимов работы объединенной энергосистемы, так и теплоисточников, не входящих в систему ГПО «Белэнерго».

По результатам работы за 2020 г. Республика Беларусь импортирует 83,3 % валового потребления топливно-энергетических ресурсов (далее – ТЭР), в основном указанные поставки производятся из одной страны. Данные факты крайне негативно влияют на индикаторы энергетической безопасности.

Справочные данные: доля доминирующего поставщика энергоресурсов в общем импорте ТЭР за 2019 г. составила 99,6 %, прогноз 2020 г. – 85 %. Доля доминирующего вида топлива в валовом потреблении ТЭР за 2019 г. составила 62,2 %, прогноз 2020 г. – 57 %.

Одна из основных задач на ближайшую перспективу – максимальное сокращение зависимости поставок импортируемых углеводородов и, в частности, природного газа. Основным инструментом для достижения данной цели является реализация