**Черкасов Андрей Валерьевич. Газоснабжение передвижных битумоплавильных агрегатов с открытой топкой : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 Волгоград, 2006 182 с. РГБ ОД, 61:07-5/2087**

Федеральное Агентство по образованию Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет



На правах рукописи

ЧЕРКАСОВ АНДРЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ БИТУМОПЛАВИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ С ОТКРЫТОЙ ТОПКОЙ

Специальность 05.23.03 - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование

воздуха, газоснабжение и освещение

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент Мариненко Е.Е.

Волгоград

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список условных обозначений и сокращений 5

Введение 11

Глава 1 Аналитический обзор и выбор направления исследований 18

1. Обзор передвижных битумоплавильных агрегатов 18
2. Анализ использования полигонов твердых бытовых

отходов для получения альтернативного газообразного топлива 24

1. Применение газогорелочных устройств в открытых

топках передвижных агрегатов 28

1. Оценка условий устойчивой работы горелочных

устройств в открытых топках передвижных агрегатов 31

1. Постановка задач исследования.. 33
2. Выводы по главе 35

Глава 2 Экспериментальные исследования использования

традиционных и альтернативных топлив в агрегатах с открытым топочным пространством 37

1. Экспериментальное планирование. Выявление

определяющих факторов и критериев эффективности 37

1. Описание экспериментальной установки 40
2. Методика проведения экспериментов и описание

измерительных приборов 44

1. Тепловой баланс битумоплавильного агрегата 50
2. Исследование и анализ применения различных видов

газообразного топлива в передвижных агрегатах малой производительности с открытой топкой 60

1. Экстракция биогаза полигонов ТБО 68
2. Выводы по главе 72

Глава 3 Исследование и оптимизация способов сжигания

газообразных видов топлива в открытых топках 73

1. Исследование газогорелочных устройств для

передвижных агрегатов с открытой топочной частью 73

1. Оценка конструктивных ограничений и требований,

предъявляемых к газогорелочным устройствам передвижных битумоплавильных агрегатов 75

1. Экспериментальные исследования технологических аспектов работы газовых горелок в передвижных

агрегатах с открытыми топками 81

1. Оценка экологического воздействия газогорелочных

устройств передвижных агрегатов с открытой топкой 88

1. Технолого-экономическая оценка работы горелок

различного типа 92

1. Исследование параметров устойчивой работы газовых

горелок в открытых топках передвижных агрегатов 93

1. Выводы по главе 95

Глава 4 Разработка методики расчета оптимальных параметров

диффузионных горелок 97

1. Постановка экспериментальных исследований для

определения параметров диффузионных горелок 97

1. Исследование влияния конструктивных особенностей

диффузионных горелок на процесс разогрева битума в передвижных агрегатах 98

1. Исследование влияния линейных геометрических

характеристик топочного пространства и горелок диффузионного типа на процесс разогрева 102

1. Исследование диффузионных горелок для агрегатов с

широкой топкой 111

1. Исследование диффузионных горелок для агрегатов с

произвольной формой топочного пространства 117

1. Выводы по главе 122

Глава 5 Практическая реализация результатов исследования 125

1. Система газоснабжения передвижных битумоплавильных

агрегатов 125

1. Методика расчета оптимальных параметров системы газоснабжения передвижного битумоплавильного

агрегата 127

1. Разработка рекомендаций по выбору метода разогрева

строительных материалов в передвижных газопотребляющих агрегатах 135

1. Компримирование биогаза полигонов ТБО и его

использование 138

1. Автоматизация работы передвижного

битумоплавильного агрегата при сжигании газообразных видов топлива 141

1. Экономическая эффективность использования систем газоснабжения в передвижных битумоплавильных

агрегатах 144

1. Разработка программного комплекса расчета системы газоснабжения передвижных агрегатов с открытой

топкой 147

1. Выводы по главе 149

Заключение 151

Список использованной литературы 153

Приложение 1 163

Приложение 2 164

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

*а!* - коэффициент избытка первичного воздуха;

л

ai - коэффициент теплоотдачи, Вт/(м -°С);

*а.г -* коэффициент теплоотдачи от стенки в окружающую среду, Вт/(м2-°С); l/ai, 1/аг - соответственно термическое сопротивление теплоотдачи от битума к металлической стенке и от стенки к окружающей среде, (м2-°С) /Вт;

Ротв - угол раскрытия газовыпускных отверстий, град;

AZ, - интервал варьирования *i*-го фактора;

*AZk* - интервал варьирования;

5 - высота газовыпускных коллекторов, мм;

*Xi* - шаг для факторов в натуральных единицах;

*Хк -* шаг эксперимента в натуральных единицах;

*Хбт ~* коэффициент теплопроводности битума, Вт/(м-°С);

Хвоз - коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/(м-°С);

Àyx - коэффициент теплопроводности дымовых топочных газов, Вт/(м-°С); ц - динамическая вязкость компонента, Па-с;

Рем - коэффициент динамической вязкости для смеси газов, Па-с; v - кинематическая вязкость, м /с; р - плотность газа, м3/ч;

Р; - плотность газов, входящих в смесь, кг/м3; рсж - плотность смеси газов после сжатия, кг/м3; рем - плотность смеси газов, кг/м3;

Хбприх ~ статьи прихода тепла от сжигаемого топлива, кДж/ч;

Х^расх “ статьи расхода тепла, кДж/ч;

a *(у) -* дисперсия воспроизводимости среднего значения функции отклика; ф(у) - количество степеней свободы; ю - угол раскрытия рядов газовыпускных отверстий, град;

Юр - средняя скорость конвективного перемещения битума в рабочем пространстве агрегата, м/с;

ют - средняя скорость конвективного перемещения отводимых продуктов сгорания в топочном пространстве агрегата, м/с; *а -* коэффициент температуропроводности битума, м /с;

Дух - коэффициент температуропроводности топочных газов, м /с;

£>, - коэффициент уравнения регрессии /-го фактора с его знаком;

*Ьк -* коэффициент в уравнении регрессии в безразмерных координатах для выбранного фактора;

ЬТоп -средняя ширина топочного пространства, м;

*Сбит ~* теплоемкость битума, кДж/кг-°С;

св03 - теплоёмкость воздуха, кДж/кг-°С;

с^ - теплоёмкость удаляемых продуктов сгорания, кДж/м3;

*ср* - теплоёмкость компонента, входящего в смесь, кДж/кг-°С;

СрМ - удельная теплоемкость смеси газов, кДж/кг-°С;

/У - относительный диаметр газового коллектора;

Дамп» **Аюдель** - диаметр соответственно битумоплавильного агрегата и физической модели, м;

Дол - диаметр газораспределительного коллектора, м;

с? - относительная (по воздуху) плотность газа;

*с1* - относительный диаметр газовыпускных отверстий;

£/агр - диаметр полуцилиндра рабочей части битумоплавильного агрегата, м; с?г - диаметр газовыпускных отверстий, м;

Дрова» Ааз - соответственно стоимость разогрева битума, руб., на дровах и газообразном топливе;

Аране - стоимость эксплуатации автомобиля, транспортирующего битумоплавильный агрегат, руб.;

F - суммарная площадь поверхности теплообмена битума с окружающей средой, м2;

/1 - площадь газовыпускных отверстий, м2;

***/2*** - суммарная площадь газовыпускных отверстий диффузионной горелки при смене вида газа, м2;

(? - затраты натурального топлива на процесс разогрева, кг;

Сгагр - производительность битумоплавильного котла, кг/цикл;

Сбит - количество транспортируемого битума, кг;

(?у - затраты топлива на весь процесс разогрева, кг у. т.;

*-* минимальная высота топочного пространства агрегата, м;

/гагр - эквивалентный диаметр битумоплавильного агрегата, м;

/2бит - коэффициент теплопередачи битума, кДж/(м2-ч-°С);

/г0ф - расстояние от упора до факела, м;

*ку -* высота упора, на который устанавливается горелка, м;

йф - номинальная относительная длина факела при максимальной тепловой

нагрузке, м;

/0, *к -* энтальпия материала в начале и конце процесса разогрева, кДж/кг;

*К\, К2,...Кп -* определяющие критерии;

*Кгеом -* коэффициент геометрического подобия;

*к* - коэффициент теплопередачи от теплоносителя через стенку в окружающую среду, Вт/(м2-°С);

*Ь -* количество воздуха теоретически необходимого для горения, м3;

/ - относительная длина огневого насадка газовой горелки;

/агр - длина рабочего пространства агрегата, м;

/гор - длина газогорелочного устройства, м;

/топ - длина топочного пространства, м;

/транс - максимальное экономически оправданное удаление источника газа для начального разогрева битума, км; *т* - количество оцениваемых коэффициентов модели; тсж - масса газа в сжатом состоянии, кг;

N111Р - критерий Нуссельта рабочего пространства для системы битум-стенка;

Nuix - критерий Нуссельта топочного пространства для системы дымовые топочные газы-стенка;

Nu2p - критерий Нуссельта рабочего пространства для системы стенка-воздух; Nu2t - критерий Нуссельта топочного пространства для системы стенка-воздух; ЛГМ0Л - молярная концентрация компонентов смеси; *пт -* общее количество горелочных отверстий;

«кол - количество газораспределительных коллекторов;

«фак - количество газовых факелов;

?кр, Рскр - критическое и среднекритическое давление компонентов, входящих в смесь, МПа;

?пр - приведенное давление смеси газов, МПа;

*Рсж* - рабочее давление сжатия (абс), МПа; *р* - избыточное давление газа перед горелкой, Па;

Рер - критерий Пекле для рабочего пространства агрегата;

Рг - критерий Прандтля;

Ргс - критерий Прандтля при температуре равной *tc;*

- относительная теплота сгорания рабочей массы газа;

*Q\* - тепловой поток, полученный при сжигании топлива, кВт;

*Q2 -* тепловой поток, воспринятый битумом в процессе разогрева, кВт; ббит - расход теплоты на нагрев битума до расчетной температуры, кДж/цикл; *Qn,* 2нприр - соответственно низшая теплота сгорания используемого и природного газа, МДж/м3;

*Q\* - низшая теплота сгорания топлива, МДж/м3; *вне*учт - расход теплоты на неучтённые потери, кДж/ч; *бпет -* расход теплоты на нагрев металла стенок, кДж/цикл;

£стрп - расход теплоты теплопроводностью через стенки рабочего пространства, кДж/ч;

£?стгоп - расход теплоты теплопроводностью через стенки топочного пространства, кДж/ч;

*Qy* - теплота сгорания условного топлива, кДж/кг.

<2ух - расход тепла с уходящими дымовыми газами, кДж/ч;

0Х.Х. - химическая теплота сжигаемого топлива, кДж/ч; *д* - величина теплового потока, Вт;

*с[\ -* удельный тепловой поток, полученный при сжигании натурального топлива в пересчете на 1 кг у. т., кВт/кг;

*Чг ~* удельный тепловой поток, воспринятый битумом, при сжигании натурального топлива в пересчете на 1 кг у. т., кВт/кг;

Яе - критерий Рейнольдса;

б'кол - площадь газораспределительного коллектора, м2;

/ - относительное расстояние между осями рядов трубок;

.уг - расстояние между осями газовыпускных отверстий, м;

£отв - площадь газовыпускных отверстий, м2;

£рЯд -расстояние между осями рядов трубок, м;

Дер, Дкр - абсолютная и среднекритическая температура компонентов, входящих в смесь, К;

Гпр - приведённая температура смеси газов, К;

*Тсж* - температура биогаза после сжатия, К; *t -* относительное время нагрева битума до рабочей температуры;

/е - температура окружающей среды, °С;

/бит - температура битума, °С;

4ит, ^бш - соответственно начальная и конечная температура битума, °С;

/0ст - время остывания битума в котлоагрегате при транспортировке, ч;

/раб - рабочая температура битума, °С;

/ух - температура уходящих газов, °С;

*V-* номинальный расход газового топлива, м3/ч;

*V* - относительный объем газораспределительного коллектора;

*V,- -* объёмное содержание компонента в долях;

Кгк-объем газораспределительного коллектора, м3;

Рнесж - объём биогаза в несжатом состоянии, м3;

*Кж -* объем газа в рабочем объёме баллон, м3;

**о**

*Коп -* объем топочного пространства, м ;

1 9 л

Кух - объём продуктов сгорания при сжигании 1 м топлива, м /м ;

Утранс - средняя скорость транспортировки, км/ч;

*IV1 -* относительная площадь газовых коллекторов;

и/ - относительная площадь газовыпускных отверстий;

ту-гоп - площадь поперечного сечения топочного пространства агрегата, м2;

и>тп - площадь теплообменной поверхности, м2;

\Уо - число Воббе;

I

*уи -* значение отклика в *и-*й точке, предсказанное на модели; *уи-* среднее значение результатов наблюдения в *и-*й точке плана;

*М-* масса стенок битумоплавильного агрегата, кг;

*М1 -* молярная масса каждого компонента, кг/кмоль;

*Мп -* масса внутренней горизонтальной перегородки, отделяющей топочное пространство от рабочего, кг;

А/ст - масса корпуса агрегата, кг;

Э - тепловой эквивалент топлива.

БАМП - битумоплавильный агрегат малой производительности;

БАР - блок автоматического регулирования;

БГ - биогаз;

ГТУ - газогорелочные устройства;

330 - зона запальных отверстий горелки;

КПД - коэффициент полезного действия;

НДС налог на добавленную стоимость;

ПГ - природный газ;

ПДК - предельно допустимая концентрация;

СУГ - сжиженные углеводородные газы; т у.т. - тонна условного топлива;

ТБО - твердые бытовые отходы;

ЭДС - электродвижущая сила.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. В условиях динамичного развития строительно­инженерных отраслей хозяйства остро стоит проблема усовершенствования способов подготовки вязких строительных материалов к использованию. В настоящее время сложилось противоречие между современными методами производства работ и устаревшими, технологически неоправданными способами разогрева мастик, битумов, холодных асфальтов и т.д.

При ведении работ по созданию и ремонту усовершенствованных дорожных одежд, изоляции сварных стыков трубопроводов, созданию защитных покрытий железобетонных элементов подземных инженерных сетей и других изоляционных работах подготовка битумсодержащих материалов производится в специальных битумоплавильных котлах. Характер ведения работ вынуждает использовать передвижные агрегаты, что в значительной мере ограничивает использование стационарно доступных энергоресурсов.

Наиболее широкое распространение получили битумоплавильные агрегаты, использующие для разогрева энергию сжигаемой древесины и древесных отходов, жидкого и газообразного топлива и электроэнергии.

В ходе экспериментальных исследований, проведенных на базе лаборатории кафедры «Теплогазоснабжение» ВолгГАСУ, доказано, что сжигание древесины приводит к неравномерному распределению температурных полей, вызывая локальный перегрев битумных материалов. При этом удаляемые продукты сгорания оказывают значительное отрицательное экологическое воздействие, а процесс разогрева практически не поддается регулированию и автоматизации, требуя значительных ресурсов на подготовку дров. Эксплуатация агрегатов на жидком топливе и электрической энергии требует высоких капитальных затрат и наличия источника электроэнергии на месте производства работ. Существующие модели битумоплавильных агрегатов, использующих газообразное топливо, не всегда отвечают современным требованиям и не могут работать на нескольких видах газа.

В связи с этим целесообразно совершенствование существующих методов разогрева битумных материалов в полевых условиях путем замены используемых источников тепловой энергии газообразными видами топлива и усовершенствования системы газоснабжения битумоплавильных агрегатов для обеспечения требуемых параметров технологического процесса при минимальном воздействии на окружающую среду с учетом уменьшения эксплуатационных затрат.

Условия эксплуатации и конструкции агрегатов, используемых для разогрева вязких материалов, предъявляют повышенные требования к газогорелочным устройствам, что не позволяет использовать серийно выпускаемые горелки. Отсутствуют критерии выбора газогорелочных устройств низкого давления для агрегатов с открытой топкой, обеспечивающих равномерный разогрев материалов. Существующие методики расчета конструкционных параметров горелок не учитывают геометрических характеристик топочного пространства конкретных агрегатов, возможности попеременного сжигания газов с различной теплотой сгорания, динамического изменения давления в топке. Не в полной мере изучены технологические решения по двухстадийному разогреву материалов с применением компримированных газообразных топлив.

Достижение максимальной экономии капитальных средств, затрачиваемых на разогрев битумсодержащих материалов, возможно при использовании не только традиционных видов газообразного топлива (природный газ, паровая фаза СУГ), но и альтернативных, например, биогаз полигонов твердых бытовых отходов (ТБО). В крупных городах полигоны ТБО часто находятся в ведении муниципальных унитарных предприятий, которые занимаются строительством и ремонтом асфальтобетонных дорожных покрытий. Часто неподалеку от полигона располагаются автодорожные строительные управления и базы.

Таким образом, актуальна разработка методологических основ определения геометрических размеров топочного пространства агрегата и параметров горелочного устройства в зависимости от вида сжигаемого газа с учетом условий работы, производительности и конструкции передвижных агрегатов, диапазона устойчивой работы при динамическом изменении ветровых нагрузок.

Работа выполнялась в рамках подпрограмм «Регулирование качества окружающей природной среды» и «Отходы» в составе федеральной целевой программы «Экология и природные ресурсы России (2002-2010 годы)»; договора о научно-техническом сотрудничестве между Волгоградской государственной архитектурно-строительной академией (в настоящее время ВолгГАСУ) и Муниципальным унитарным предприятием по благоустройству Красноармейского района г. Волгограда (в настоящее время ООО «Благоустройство»); подпрограммы «Автомобильные дороги» в составе федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)».

Цель работы - разработка и исследование эффективных способов газоснабжения агрегатов для разогрева битумных материалов с использовацием традиционных и альтернативных газообразных топлив, обеспечивающих требуемые технологические параметры, минимизацию негативной экологической нагрузки газоиспользующих агрегатов и полигонов ТБО, снижение капитальных и эксплуатационных затрат.

Поставленная цель работы достигалась решением следующих задач: выявление оптимального типа ГГУ для газопотребляющих агрегатов с открытой топкой с учетом условий их эксплуатации;

исследование параметров работы агрегатов с открытыми топками при сжигании традиционных и альтернативных газообразных топлив;

разработка конструкции системы газоснабжения передвижных битумоплавильных агрегатов, обеспечивающей попеременное сжигание нескольких газов с различными характеристиками;

разработка методики определения оптимальных параметров и конструктивных особенностей газогорелочных устройств для битумоплавильных агрегатов с учетом условий эксплуатации и практических рекомендаций по усовершенствованию процесса разогрева битумных материалов в передвижных котлах;

оформление предложенной методики в удобную для использования форму в виде программной оболочки в среде \У1пс1о\У8 ©.

Основная идея работы в разработке методики конструирования систем газоснабжения передвижных битумоплавильных агрегатов с открытой топкой, предназначенных для сжигания как традиционных, так и альтернативных газообразных топлив.

Методы исследования включали в себя аналитическое обобщение научных и технических результатов, технологических разработок; физическое моделирование; экспериментальные исследования; обработку опытных данных методами математической статистики.

Достоверность научных положений, выводов и предложенных рекомендаций обоснована планированием необходимого объема экспериментов, соблюдением критериев подобия при моделировании изучаемых процессов, удовлетворительной сходимостью полученных опытных данных, проверкой результатов экспериментальных исследований на действующих образцах.

Научная новизна работы состоит в том, что:

усовершенствована система газоснабжения передвижных битумоплавильных агрегатов;

выработаны критерии выбора газогорелочных устройств для сжигания традиционных и альтернативных газовых топлив, учитывающие эксплуатацию на открытом воздухе без привлечения дополнительных источников энергии;

предложена схема газоснабжения передвижных битумоплавильных котлов с использованием альтернативных возобновляемых источников энергии;

получены экспериментальные уравнения по определению минимально допустимой высоты топки, конструктивных параметров горелок и времени разогрева материала в передвижных и стационарных агрегатах в зависимости от параметров топочной части;

определены пределы устойчивой работы газогорелочных устройств при сжигании традиционных и альтернативных газообразных топлив в открытых топках передвижных битумоплавильных котлоагрегатов.

Практическая ценность работы:

разработана система газоснабжения передвижных агрегатов с открытой топкой, обеспечивающая устойчивое сжигание газообразных топлив при динамическом изменении ветровых воздействий;

разработана методика выбора оптимальных параметров топочной части передвижных и стационарных проектируемых и эксплуатируемых агрегатов;

разработаны рекомендации по выбору метода разогрева строительных материалов в передвижных агрегатах при сжигании альтернативных и традиционных газообразных топлив;

разработана комплексная система снижения экологического воздействия полигонов ТБО и экономии традиционных природных ресурсов за счет использования систем активной дегазации с последующей утилизацией биогаза;

предложена схема технологического. цикла разогрева материалов, состоящая из двух стадий: начального разогрева с использованием стационарного источника газа и последующего поддержания требуемой температуры битумных материалов за счет сжигания баллонного газа;

разработаны рекомендации по компримированию и использованию сжатого биогаза полигонов твердых бытовых отходов;

разработана принципиальная схема комплексной системы автоматизации работы битумоплавильного котла;

разработана программа расчета топочной части битумоплавильных агрегатов «БАМП vl.O», имеющая дружественный визуальный интерфейс и предназначенная для работы в среде операционной системы Microsoft Windows.

Реализация результатов работы:

по предлагаемой методике запроектирована, изготовлена и внедрена система газоснабжения с диффузионными газовыми горелками для передвижного битумоплавильного агрегата, которая успешно прошла испытания и эксплуатируется в настоящее время;

программа «БАМП VI.О» используется в качестве основного программного обеспечения для расчета топочной части при проектировании новых и переоборудовании эксплуатируемых битумоплавильных агрегатов в ООО «Благоустройство» Красноармейского района г. Волгограда;

внедрена и применена установка по приготовлению битума с диффузионными горелками в МГП-4 ОАО «Волгоградгоргаз», работающая на природном и сжиженном баллонном газе;

материалы диссертационной работы использованы кафедрой «Теплогазоснабжение» ВолгГАСУ в дипломном проектировании при подготовке инженеров по специальности 290700 «Теплогазоснабжение и вентиляция».

На защиту выносятся:

система газоснабжения передвижных и стационарных битумоплавильных агрегатов с открытой топкой без использования принудительной подачи воздуха;

результаты экспериментальных исследований по выбору типа газогорелочного устройства в зависимости от параметров работы агрегата;

конструкция газогорелочного устройства, обеспечивающая непрерывность технологического процесса при изменении вида газа и обладающая повышенными ветроустойчивыми характеристиками;

методика выбора оптимальных параметров топочной части передвижных и стационарных агрегатов для разогрева материалов с открытой топкой;

экспериментальные зависимости выбора конструктивных геометрических параметров диффузионных горелок и топочной части передвижных газопотребляющих агрегатов с открытой топкой;

рекомендации по ведению двухстадийного технологического процесса разогрева и поддержания рабочей температуры материалов за счет сжигания альтернативных и традиционных газообразных видов топлива;

комплексная система активной дегазации полигонов ТБО и утилизации извлекаемого биогаза в передвижных агрегатах с открытыми топками.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались, обсуждались и получили одобрение на Ш-У Международных научных конференциях «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды» Волгоград 2004-2006; УП-Х Региональных конференциях молодых исследователей Волгоградской области по направлению №16 «Экология, охрана среды, строительство», Волгоград 2002-2005; Ежегодных научно- технических конференциях профессорско-преподавательского состава ВолгГАСУ, Волгоград 2005-2006.

Публикации. Основное содержание работы опубликовано в 9 печатных работах, в том числе одна статья в журнале, входящем в список, рецензируемый ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и трех приложений. Результаты исследований представлены на 165 страницах основного текста, включают 20 рисунков, 23 таблицы, список использованной литературы из 149 наименований. Объем приложений составляет 15 страниц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе дано решение актуальной задачи обеспечения разогрева битумных материалов при производстве строительных и ремонтно­восстановительных работ. Разработана система газоснабжения передвижных битумоплавильных агрегатов, обеспечивающая оптимальные режимы сжигания альтернативных и традиционных газообразных топлив в агрегатах малой мощности с открытой топкой. Предложено использование в качестве топлива биогаза полигонов твердых бытовых отходов, что позволяет комплексно решить проблему снижения негативного воздействия полигонов на окружающую среду и экономии традиционных ископаемых топлив.

Основные выводы по работе:

* Усовершенствована система газоснабжения передвижных битумоплавильных агрегатов малой производительности, обеспечивающая требуемые параметры технологического процесса разогрева при незначительных капитальных и трудовых затратах и минимальном воздействии на окружающую среду.
* Установлены условия отрыва пламени для горелок различного типа при установке в агрегатах с открытой топкой. Разработана конструкция системы газоснабжения битумоплавильных агрегатов малой производительности с открытой топкой, оборудованная многофакельными диффузионными горелками, обеспечивающими работу без отрыва пламени в широком диапазоне изменения ветрового воздействия.
* Экспериментально определены расстояния между осями газовыпускных отверстий, обеспечивающие беглость огня и отсутствие слияния факелов для сетевого природного газа, СУГ и биогаза полигонов ТБО при работе в условиях эксплуатации БАМП.
* Получены экспериментальные зависимости, позволяющие определить геометрические параметры горелочного насадка (объем, площадь горелочных отверстий и т.д.) в зависимости от геометрических размеров топочной части агрегата. Экспериментально установлена минимально допустимая высота топочного пространства и оптимальная длина горелочного насадка, обеспечивающие бесперебойную работу системы газоснабжения агрегата.
* Установлены расчетные зависимости для определения конструктивных параметров диффузионных горелок и времени разогрева материалов при сжигании различных видов газа в топках агрегатов разнообразной формы.
* Разработана принципиальная схема автоматизации передвижного битумоплавильного котла, работающего на газообразном топливе, включающая в себя автоматику регулирования и безопасности.
* Определены условия взаимозаменяемости традиционных и альтернативных видов газообразного топлива, сжигаемых в битумоплавильных агрегатах в зависимости от конструктивных особенностей и условий эксплуатации котлоагрегата.
* Разработана методика выбора оптимальных параметров газогорелочных устройств системы газоснабжения передвижных битумоплавильных агрегатов в зависимости от конструктивных особенностей, производительноти и т.д.
* Разработаны схемы ведения двухстадийного технологического цикла разогрева материалов, практические рекомендации по использованию биогаза на полигонах ТБО и в компримированном виде на объекте производства работ.
* Для ускорения и оптимизации расчета оптимальных параметров системы газоснабжения передвижных битумоплавильных агрегатов в зависимости от их геометрических размеров и форм-факторов создан расчетный программный комплекс «БАМП vl.O», имеющий дружественный визуальный интерфейс и предназначенный для работы в среде операционной системы Microsoft Windows.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдолимов Е.М. Водяные тепловые сети [Текст] / Е.М. Авдолимов, А.П. Шальнов. - М.: Стройиздат, 1984.
2. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента [Текст] : учеб. пособие для вузов / В.И. Асатурян - М.: Радио и связь, 1983.
3. Ахмедов Р.Б. Дутьевые газогорелочные устройства [Текст] / Р.Б. Ахмедов. -М.: Недра, 1970.
4. Ахмедов Р.Б. Рациональное использование газа в энергетических установках [Текст] : Справочное руководство / Р.Б. Ахмедов, О.Н. Брюханов,
5. C. Иссерлин и др. - Л.: Недра, 1990.
6. Ахмедов Р.Б. Сжигание газа на промышленных предприятиях. Газогорелочные устройства [Текст] / Р.Б. Ахмедов, Л.Н. Мироненкова. - М.: Недра, 1977.
7. Ахмедов Р.Б. Технология сжигания горючих газов и жидких топлив [Текст] /Р.Б. Ахмедов, Л.М. Цирульников. - Л.: Недра, 1984.
8. Березин В.Л. Капитальный ремонт магистральных трубопроводов [Текст] /
9. Л. Березин, К.Е. Ращепкин, Л.Г. Телегин и др. - М.: Недра, 1978.
10. Битумное хозяйство [Электронный ресурс] : Оборудование для битумных баз. - Режим доступа: <http://www.nombus.ru/product/bitumen.php>, свободный.
11. Битумоварка с теплоизоляцией БВ-1,2 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.tgn93.ru/krov/bv_L2.htm>, свободный.
12. Битумоварка электрическая БЭМТ-15/380-200 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bitumovarka.ru/modules.php?name=Html_Content>, свободный.

И. Богомолов А.И. Газовые горелки инфракрасного излучения и их применение [Текст] / А.И. Богомолов, Д.Я. Вигдорчик, А.М. Маевский. - М.: Издательство литературы по строительству, 1967.

1. Бочков М.В. Химическая кинетика образования N0 при горении метана в воздухе [Текст] / М.В. Бочков, Л.А. Ловачев, Б.Н. Четверушкин //

Математическое моделирование. - 1992. - т. 4, № 9.