Портфолио

студента <u>Бадыковой Лейсан Наилевны</u> (Ф.И.О.)

гр. <u>2ТГ-403</u>

научный руководитель <u>к.т.н., доцент ТГВ Зиганшин Арслан Маликович</u> (Ф.И.О., должность, степень, кафедра)

для назначения повышенной государственной академической стипендии за достижения в научно-исследовательской работе.

Краткая характеристика

(коротко о себе, о продолжительности и теме научной работы)

Я, Бадыкова Лейсан Наилевна, студент 4 курса по специальности ТГВ, учусь на отлично, добросовестно отношусь к учебе, занимаюсь научной работой начиная с 4 семестра. Тема научной работы «Численное исследование течений в каналах различной конфигурации».

Сводный бланк достижений в научно-исследовательской работе

				Публикац	ции, ⊔	υτ			Пат	ент, шт		Іобеда в			ое участи ., выстав		г	рант
	мате	риал	ы конфе	ренций		ж	урнал	1			K	онкурсе			т.п.			
Год, Семестр	Тезисы	вуз	регион, РФ	междунар	вуз	регион, РФ	ВАК	междунар	Полезная мод.	Изобретение	вуз	город, регион	РΦ	вуз	регион	РΦ	Заявка	Выигрыц
Примечания								Из списка Scopus, WOS	учиті 2. Дос положі	аявка не ывается. таточно ительного иения.	пр к 2.	Уровені место оведені онкурса Указат тое мес	IЯ 1Ь	поді (фо се, уч д учас 2.	1. Нужно твержде, участия тографи, тографи, астника диплом застие и т Уровень место роведени поприять	ıя?, m ?, ı п.). -		
2014, 5 сем.			1													T		
2015, 6 сем.	1			1			1					1		1				

Другое, не учтенное выше (в свободной форм	ле, с указанием	семестра и	года):
год Семестр				

1. 2013, 2 сем. участвовала в 43 студенческой научно-технической конференции на иностранных языках, где выступила с докладом и презентацией на английском языке «Способы отопления».

Список публикаций

- 1. Зиганшин А.М. Потери давления в плоском приточном тройнике на Бадыкова слияние/ A.M. Зиганшин, Л.Н. // Энерго-И ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные И возобновляемые сборник источники энергии: материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции с международным участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 16-19 декабря 2014 года / г. Екатеринбург: УрФУ, 2014. – C.69-71.
- 2. Зиганшин А.М. Сопротивление плоского приточного тройника на слиянии/ А.М. Зиганшин, Л.Н. Бадыкова, Г.А. Гимадиева // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: материалы XIII Международной научной конференции, 15 28 апреля 2015 г., г. Сиань / сост. А. Н. Гвоздков; Волгогр. гос. архит. строит. ун-т. Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. С.334-338.
- 3. Зиганшин, А.М. Численное моделирование течения в двухмерном тройнике/ А.М. Зиганшин, В.Н. Посохин, Л.Н. Бадыкова, Г.А. Гимадиева // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2015. №5. С. 89-95.

Подтверждающие документы

<u>Сканы статей:</u> должны содержать титульный лист (обложку) журнала (сборника материалов конференции), страницу содержания со статьей автора, все страницы статьи. Распечатка исходного варианта статьи (не скан из журнала) не принимается. Сканы дипломов конкурсов, сертификатов участника конференций, выставок и других научных мероприятий.

<u>Сканы свидетельств на изобретения, полезные модели, письма о положительном решении на их выдачу</u>

<u>Сканы свидетельств на получение гранта, сканы справки о подаче заявки на грант (из УНИД КГАСУ)</u>

Примечания:

1. Портфолио формируется в электронном виде (отправляется на адрес <u>amziganshin@kgasu.ru</u> с указанием в теме письма - портфолио на повышенную стипендию), распечатанный вариант передается в дирекцию института.





ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ. НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ ВСЕРОССИЙСКОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ, НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ И ВЫСТАВКИ РАБОТ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Екатеринбург 16-19 ДЕКАБРЯ 2014 Министерство образования и науки Российской Федерации Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина Российский фонд фундаментальных исследований

Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

Сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции с международным участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 16 - 19 декабря 2014 г.

Под общей редакцией профессора, д-ра экон. наук Н.И. Данилова

Екатеринбург 2014 Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции с международным участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 16-19 декабря 2014 года. Екатеринбург: УрФУ, 2014. 540 с.

В сборник включены материалы и тезисы докладов, представленные на Всероссийской студенческой олимпиаде, научно-практической конференции и выставке. Тезисы докладов отражают широкий диапазон научноисследовательских работ студентов, аспирантов и молодых ученых вузов, предприятий и организаций России, стран СНГ и дальнего зарубежья по проблемам энергосбережения, энергообеспечения, повышения эффективности использования энергетических ресурсов и создания нетрадиционных, возобновляемых источников энергии.

Организационный комитет:

Князев С.Т. (председатель оргкомитета) Кружаев В.В. (сопредседатель оргкомитета) Балдин В.Ю. (ответственный секретарь)

Козлов В.В. Иваницкая Р.Л. Авраменко Е.С. Коняев А.Ю. Сарапулов С.Ф. Алехин В.Н. Плотников 11.Н. Кокин С.Е. Капустин Ф.Л. Котов О.М. Шимов В.В. Жуков А.А. Безматерных М.А. Вараксин М.В. Моржерин Ю.Ю. Бродов Ю.М. Богатова Т.Ф. Мунц В.А Паздерин А.В. Черных И.В. Шеклеин С.Е. Бегалов В.А. Дубинин А.М. Белоусов В.С. Рыжков А.Ф. Тупоногов В.Г. Ярошенко Ю.Г. Белоусова О.А. Велькин В.И. Гольцев В.А. Лихтенштейн В.И. Жилин А.С. Микула В.А. Попов А.И. Селезнева И.С. Силин В.Е. Толстова Ю.И. Герасимова Е.С. Немихин Ю.Е. Раков О.А. Семенов Г.А. Худякова Г.И. Корелин А.В. Барашев А.Р. Краснова А.В. Малыгин В.Ю. Дени М.В. Май С.А.

Сборник издан при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-38-10313).

> © Уральский федеральный университет, 2014

© Авторы статей, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ

Данилов Н.И.	
Энергоэффективность для страны не менее важна, чем атомный проект	5
Балдин В.Ю., Селезнева И.С.	
Основные итоги Всероссийской студенческой олимпиады (2 и 3 этапы)	
«Энерго- и ресурсосбережение», «Нетрадиционные и возобновляемые источники	
энергии» научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых	
ученых и выставки паучно-технического творчества молодежи «Энерго-	
и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые	
источники энергии» 2013-2014 года	10
Балдин В.Ю., Селезнева И.С.	
Первый в России энергоэффективный дом класса А+ строится на Уране	27
Балдин В.Ю., Селезнева И.С., Gala Ledieu-Poloskova	
Повышение энергоэффективности во Франции:	
опыт A.R.I.E.L и высшей инженерной школы Парижа (MINES-ParisTech)	36
Абдулгужина И.Р., Матвеев С.В., Картавцев С.В.	
Источник электроэнергии – теплота разливаемой стали	
в зоне вторичного охлаждения в МНЛЗ.	46
Абдуллин Р.Р., Скисов Г.Н., Филипповский Н.Ф.	
Влияние качества сварного соединения на его теплопроводящие свойства	48
Аксёнов Н.А.	••
Расчет энергоэффективности с помощью специального программного продукта	
SCHNEIDER ELECTRIC.	50
Аловадинова Х.Н., Картавцев С.В.	50
Модернизация системы охлаждения кристаллизатора МНЛЗ	53
Амарская И.Б., Белоусов В.С., Богатова Т.Ф., Рыжков А.Ф., Гордеев С.И.	55
Термодинамическая эффективность парогазового цикла	
при использовании средне- и низкокалорийного топлива.	54
Анисимова О.Ю., Шульц Л.Г.	34
Сравнительный тепловой расчет разогрева битума электронагревом и газом	57
Антипии А.С., Перельштейн Г.Н.	37
Экспериментальные исследования способов повышения надежности	
и экономичности разборных контактных соединений	
электротехнического оборудования	59
Анцупов Г.Н., Засельский В.Е., Сесекин А.Н.	39
Об информационном обеспечении задачи	
о демонтаже радиационно опасного оборудования	41
Атаев Т.С., Денисенко В.И., Кычанов М.В.	62
Оценка теплового состояния дизель-генераторной установки закрытого исполнения Бабенко И.А, Вальцев Н.В.	63
Модернизация угольных электростанций на примере ТЭС в Боксберге	
Бадыкова Л.Н., Зиганшин А.М.	66
	-
Потери давления в плоском приточном тройнике на слияние	69
Баева И.А., Ковалев А.А.	
Проведение сравнительного анализа проводов линий электропередач	71
Бакубаев Б.Т., Денисенко В.И., Пластун А.Т.	
Разработка высоконадежного асинхронного двигателя	
с асимметричным магнитопроводом для особых условий эксплуатации	73
Бельченко М.А., Попков Д.В., Лесных А.В.	74
A USITUS SOMEWALDDOCTU OUUCTVU HODENVUOCTEU USPRADA PSSIIIIUULINU PASISIIVALII	74

Беляева Г.И., Зиганшин М.Г.	
Численные исследования энергоэффективности элемента	
мультициклона для очистки газа на газораспределительных станциях	79
Боровских М.О., Нечаев А.В., Денисенко В.И.	
Разработка программы для оценки теплового состояния	
асинхронного двигателя закрытого исполнения	81
Бортников М.А., Шемпелев А.Г.	
Влияние температуры обратной сетевой воды на основные показатели ТЭЦ	84
Валиюллина А.А., Евграфов В.А.	
Оценка погрешности экспериментального коэффициента теплоотдачи	
при пузырьковом кипении жидкости	86
Ветлов Е.С., Колпаков А.С.	
Изучение свойств потока жидкости в теплообменном аппарате	
со сферическими интенсификаторами теплообмена	89
Гимадиева Г.А., Зиганшин А.М.	
Потери давления в плоском вытяжном тройнике	90
Головин А.А., Куликова Е.А.	
Решение задачи ресурсосбережения на этапе проектирования	
с использованием возможностей САПР	93
Горшков Е.И., Левин Е.И., Микула В.А.	
Опыт обследования тепловых сетей микрорайона г. Нижний Тагил	96
Гредякин Д.Ю., Василевский Н.С., Щербинин К.А.	
Об экспериментальной установке по определению фактических тепловых потерь	
трубопроводами теплоснабжения	98
Давыдов С.Я., Чикурова О.С., Обухова А.А., Усманов А.И.	
Энергосберегающее устройство для выращивания сельхозрастений	101
Девицкан Н.А., Картавцев С.В.	
Повышение энергетической эффективности процессов	
сухого тушения кокса в условиях ОАО «Уральская сталь»	103
Дубро Л.Е., Жаровцев Р.Д.	
Цикл Майсоценко. Разработка экспериментальной установки	
для оценки эффективности дикла	105
Дударев А., Стронов Н., Лесных А.В.	
Применение брикетирования для повышения эффективности котельных агрегатов	109
Егорова Е.С., Кабанов О.А.	
Исследование энергоэффективности ламп накаливания различной мощности	111
Есаулков В.О., Мухин А.А.	
Проектирование и оценка эффективности светодиодного	
энергосберсгающего освещения спортивного зала	113
Жданова А.Г.	
Энергоэффективность при проектировании систем	
лучистого отопления с использованием газа	115
Желонкин Н.В., Рябчиков А.Ю., Аронсон К.Э., Хает С.И.	
Применение профилированных трубок для модернизации	
теплообменных аппаратов парогурбинных установок ТЭС	118
Замалиева А.Т. , Зиганшин М.Г.	
Повышение энергоэффективности циклонных устройств очистки	
промышленных выбросов	12
Запарнюк М.Н., Нешпоренко Е.Г.	
Термодинамическое обоснование условий энергоэффективной	
переработки сидеритовых руд	124
Захаров Р.В., Калмыкова Е.А., Картавцев С.В.	
Charge and the Tall of the sent and the sent	12

тростанций, удовлетворяющих нужды в потреблении энергии при невысоких затратах.

Библиографический список

- 1. Vattenfall's Power Plants. Boxberg. [Электронный ресурс] URL: http://powerplants.vattenfall.com/powerplant/boxberg
- Heimann G. Renovation and Modernization of Lignite fired Power Plant Boxberg // 4th EU South Africa Coal and Clean Coal Working Group Meeting. Johannesburg, 5-6 Nov. 2012.
- 3. Rost R. Clean Coal Technologies on example of Vattenfall's Power Plant Projects BOXBERG unit R and MOORBURG // 9th Meeting of the Task Force on Regional Energy Cooperation in Central and South Asia (RECA). Astana, Kazakhstan, 7 October 2013.
- 4. Vattenfall Europe Generation AG. Boxberg unit R. [Электронный ресурс] URL: http://www.bea-tdl.de/fileadmin/BEA/referenzen/energietechnik-energieerzeugung/Englisch/6_RB_Block_20R_20Boxberg_eng.pdf

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ПЛОСКОМ ПРИТОЧНОМ ТРОЙНИКЕ НА СЛИЯНИЕ

Бадыкова Л.Н., Зиганишн А.М. Казанский государственный архитектурно-строительный университет amziganshin@kgasu.ru

Обычно в системах вентиляции или дымоходов используются такие фасонные элементы как тройник на приток или на разделение потоков. Для этого случая имсются данные о коэффициенте местного сопротивления [1, 2]. Тем не менее, бывают случаи, в которых приточный тройник работает на слияние – например, случаи параллельной работы двух нагнетателей на одну сеть. Неизвестно, как учитывать возникающие при этом потери. Работа посвящена численному исследованию течения в приточном равностороннем (ширина канала b = 0,1 м) тройнике на слияние. Задача решается в двухмерной постановке, общая система уравнений движения турбулентной жидкости замыкается при помощи универсальной k- ϵ модели турбулентности. Для моделирования пограничного слоя используются стандартные пристеночные функции. На рис. 1 приведена геометрия расчетной области и характерные линии тока. AB и EF: границы,

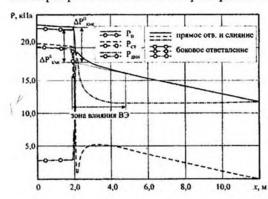


Рис. 1. Геометрия расчетной области и линии тока течения

через которые возлух подается через тройник граничное условие равномерной скорости входе, CD выходная граница, остальные границы непроницаемые стенки. На рисунке видна отрывная зона, образующаяся У острой кромки тройника

являющаяся одной из причин резкого падения давления в данном возмущающем элементе. Длины каналов вверх по течению (ответвления прямое и боковое, согласно терминологии [1]) взяты равными 20b, а вниз по течению (слияние) – 100b.

На первом этапе было проведено исследование на «сеточную зависимость» – решен ряд задач с последовательно измельчаемой сеткой, причем на первых этапах сетка измельчалась во всей области, а затем только возле твердых границ. Такая стратегия измельчения была выбрана, чтобы не только разрешить достаточно мелкой сеткой область основного (ядра) течения, но и с целью правильно смоделировать пограничный слой. При измельчениях контролировались: искомые значения КМС на боковом и прямом ответвлениях, безразмерный параметр y^* , характеризующий качество сетки в пограничном слое (должен быть порядка 30), а также падение давлений полного P_{13} , статического P_{CT} и динамического – P_{DM} по длине канала с тройником.

В результате исследования на «сеточную зависимость» за окончательную принята задача после девяти этапов измельчения. Безразмерный параметр у*~44, разпица между изменениями давлений по длине канала с тройником для 9-го и 8-го этапов не превысила 0,7 %, а между значениями КМС этих этапов не более 0,06 %. Минимальпый линейный размер ячейки составил около 7 мм, количество расчетных ячеек – 1,8 млн., узлов – 2,4 млн.

Далее на рис. 2 показано изменение давлений по длине канала.

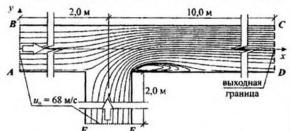


Рис. 2. Изменение давлений по длине канала с тройником

Здесь видно, как области линейного изменения полного давления – потери только за счет трения, так и, так называемую, зону влияния

возмущающего элемента (ВЭ) — область резкого падения полного давления в месте установки ВЭ. Видно также, что зона влияния имеет незначительную длину вверх по течению (порядка одного калибра), и в основном распространяется в канале после тройника (порядка 25 калибров).

Значение коэффициента местного сопротивления вычислялось по результатам численного расчета. Первоначально были определены значения среднего удельного падения давления на участках линейного изменения полного давления – в прямом и боковом ответвлениях: $R_{\rm R}=165,21~{\rm Пa/m},~R_{\rm S}=164,38~{\rm Пa/m};$ а также в канале после ВЭ (на слиянии): $R_{\rm C}=624,4~{\rm Пa/m}$. Потери давления на трение при движении воздуха в канале с тройником по прямому ответвлению и далее по каналу составят:

$$\Delta P_{\text{TP}}^{\text{TI-C}} = R_{\text{II}} \cdot I_{\text{II}} + R_{\text{C}} \cdot I_{\text{C}} = 165, 21 \cdot 2 + 624, 4 \cdot 10 = 6574, 4 \text{Ta}$$

аналогичные потери при движении с бокового ответвления:

$$\Delta P_{ro}^{\text{B-C}} = R_{\text{g}} \cdot l_{\text{g}} + R_{\text{C}} \cdot l_{\text{C}} = 164,38 \cdot 2 + 624,4 \cdot 10 = 6572,8 \Pi a$$
.

Тогда значения КМС для прямого ответвления:
$$\zeta^{11} = \frac{P_n^{AB} - P_n^{CD} - \Delta P_{\tau p}^{B-C}}{P_{g_{BH}}} = \frac{23516,8 - 11639,6 - 6574,4}{11328,8} = 0,468 \; .$$

$$\zeta^{\rm E} = \frac{P_{\rm o}^{\rm FE} - P_{\rm a}^{\rm CD} - \Delta P_{\rm sp}^{\rm E-C}}{P_{\rm poin}} = \frac{22990, 2 - 11639, 6 - 6572, 8}{11328, 8} = 0,422.$$

Экспериментальные значения ζ^{II} и ζ^{E} для вытяжных тройников, определенные по [1], составили 0,525 и 0,413 соответственно. Отличие от найденных величин численно не превышает 10 %. Если сравнить численные данные с приточным тройником на разделении, согласно [1]: $\zeta^{II}=0,55$ и $\zeta^{E}=1,4$, то видно что значения отличаются уже существенно.

Для того чтобы делать вывод о сравнимости КМС для приточного и вытяжного тройника на слияние, нужно провести дальнейшие исследования для других отношений G^{E}/G^{C} .

Библиографический список

- 1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М.О. Штейнберга. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.
- 2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1992. 416 с.

ПРОВЕДЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРОВОДОВ линий электропередач

Баева И.А., Ковалев А.А.

Уральский государственный университет путей сообщения Irina.baeva.01@mail.ru, kovalev@k66.ru

Многолетний опыт эксплуатации воздушных линий электропередачи традиционного исполнения, то есть выполненных неизолированными проводами, показал ряд их существенных недостатков. Появилась необходимость защиты их с помощью самонесущего изолированного провода (СИП).

Средняя повреждаемость линий традиционной конструкции на железобетонных опорах 4,5 повреждений на 100 км в год для неизолированных проводов и 0,9 повреждений на 100 км в год для защищенных проводов.

Лостоинств неизолированных проводов много, но и этого достаточно для того, чтобы обосновать необходимость использования самонесущих изолированных проводов.

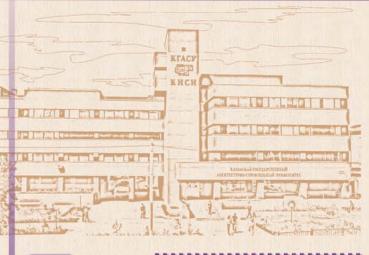
В России первые линии с СИП появились еще в 1988 году. В 2003 году в «Правилах устройства электроустановок» (7-го издания) данные линии рекомендованы как основной вариант строительства новых и реконструкции старых ВЛ 0,4 кВ, а также, в определенных случаях, для ВЛ 6-10 кВ. Но лишь через год-полтора основные энергосистемы России начали массовое применение технологии СИП [1]. Основные преимущества СИП приведены в таблице [2].



Адрес: 420043, г. Казань, ул. Зелёная, 1, УНИД КГАСУ Тепефон: +7(843) 510-46-04, 510-46-36; факс: +7(843) 236-26-88 E-mail: nauka-info@kgasu.ru Сайт: www.kgasu.ru









ПРОГРАММА

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

по проблемам архитектуры и строительства

ВТОРОЕ ЗАСЕДАНИЕ

10 апреля, 13.00, ауд. 4-106

1. Л.Н. Бадыкова, Г.А. Гимадиева (гр. 2ТГ303, н. рук. А.М. Зиганшин). Численное моделирование течения в приточном тройнике на слиянии.

Проводится построение компьютерной модели течения в плоском приточном тройнике на слиянии. На первом этапе проводится построение расчетной сетки в препроцессоре Gambit, с максимально возможной крупной сеткой. Размеры каналов: ширина постоянная и равная 0,1м, длины каналов до тройника — 2 м, после тройника — 10м. Далее полученная сетка и геометрия экспортируется в процессор Fluent, где устанавливаются численная схема решения: граничные условия — на входных границах условие потока с равномерной скоростью, на выходной — условие равенства нулю избыточного давления. Модель турбулентности k-є стандартная со стандартными пристеночными функциями. В итоге при проведении исследования на сеточную зависимость выбрана задача с оптимальной расчетной сеткой. Результаты численного исследования обработаны и построены графики изменения полного, статического и динамического давлений по длине канала. Кроме этого определены зона влияния тройника как возмущающего элемента, значения удельных потерь давления на трение и рассчитан коэффициент местного сопротивления.

2. А.Ю. Горохова (гр. 1ТГ402, н. рук. А.М. Зиганшин). Верификация численной схемы течения свободной нагретой настилающейся струи.

Решается тестовая задача о свободной неизотермической (нагретой) струе истекающей вблизи горизонтальной непроницаемой поверхности и как следствие – настилающейся на нее. Исследование проводится при помощи вычислительного комплекса Fluent в двухмерной постановке. Расчетная область представляет собой прямоугольник, нижняя граница которого непроницаемая, в левой вертикальной границе есть участок с граничным условием постоянной скорости – приточное отверстие, остальные границы – свободные, проницаемые. Приточный воздух имеет температуру 160 °С и подается со скоростью 2,7 м/с. Такие параметры выбраны с целью верификации численной схемы по результатам сравнения с известными экспериментальными данными. Определяется координата отрыва струи от нижней границы. В распоряжении расчетного комплекса имеется набор физических моделей – излучения, турбулентности, пристеночных функций, плотности и учета архимедовых сил. В результате исследования определяется численная схема решения, т.е. такой комплекс физических моделей, который приводит к результату наиболее близкому к известным и достоверным результатам.

3. Д.Н. Мингазеева (гр. 1ТГ402, н. рук. А.М. Зиганшин). Верификация численной схемы свободно-конвективного теплообмена горизонтальной пластины заделанной заподлицо с окружающей поверхностью.

Свободно-конвективный теплообмен исследовался достаточно подробно как экспериментальными, так и аналитическими методами. Достаточно достоверно определены критериальные уравнения для определения конвективной теплоотдачи. Кроме этого, имеются примеры численного исследования, но с целью определения характеристик возникающей при этом струи. Работа посвящена определения численной схемы решения при которой теплоотдача наиболее близка к известным результатам. На первом этапе проводится построение сетки в препроцессоре Gambit. Расчетная область — квадрат со сторонами 40 м. Посередине нижней границы участок шириной 1 м с граничным условием постоянного теплового потока 1000 Вт. Остальная часть нижней границы непроницаемая адиабатическая стенка. Остальные границы — свободные проницаемые. Такие размеры выбраны для исключения влияния границ на развитие струи и теплообмен. На первом этапе удаляется сеточная зависимость, а затем решается ряд задач с разным сочетанием физических моделей имеющихся в вычислительном комплексе — модели турбулентности, излучения, пристеночного моделирования.

4. Л.Н. Шакирова (гр. 2ТГ301, н. рук. А.Р. Фаттахов). Численное определение КМС осесимметричного отсоса-раструба заделанного в стену.

Рассчитываются коэффициенты местного сопротивления осесимметричного отсоса, выполненного в виде раструба, заделанного в стену. Задача решается численно при помощи программного комплекса Fluent. Расчетная область и сетка строится в предпроцессоре Gambit. В процессоре задаются граничные условия, и производится итерационный расчет. Расчетная область представляет собой прямоугольник, размерами 1,0 х 3,0 м, с расположенным по центру отсосом. Ширина отсоса составляет 0,1 м. Высота раструба изменяется от 0,01 до 0,12 м. Угол раскрытих раструба лежит в диапазоне от 10 до 140°. Из решенных задач извлекаются осредненные по объему значения статического, динамического и полного давления в отсосе, и находится значение коэффициентов местного сопротивления. Задача решается для развитого турбулентного режима — число Рейнольдса составляет 44000, где за характерный размер принята ширина отсоса. По

Программа Тезисы докладов 67 Всероссийской научной конференции

Редакция и корректура авторов

Макет: К.В. Сапунова

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

 Подписано в печать
 16.03.2015
 Формат 60х84/8

 Заказ 100
 Бумага офсетная № 1
 Усл.-печ. л. 44

 Тираж 130
 Печать ризографическая
 Усл.-изд. л. 44,5

Отпечатано в Издательстве КГАСУ 420043, Казань, ул. Зеленая, 1

Министерство образования и науки Российской Федерации Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет Московский государственный строительный университет Российская акалемия архитектуры и строительных наук (РААСП)

КАЧЕСТВО ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

INDOOR AIR AND ENVIRONMENTAL QUALITY

Материалы XIII Международной научной конференции. 15—28 апреля 2015 г., г. Сиань

> Волгоград ВолгГАСУ 2015

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор С. Ю. Калашников, кандидат технических наук, доцент А. Н. Гвоздков (сост.), доктор технических наук, профессор А. Г. Кочев, доктор технических наук, профессор В. Г. Гагарин

К 30 Качество внутреннего воздуха и окружающей среды = Indoor air and environmental quality: материалы XIII Междунар. науч. конф., 15–28 апреля 2015 г., г. Сиань / М-во образования и науки РФ, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т, Моск. гос. строит. ун-т, Рос. акад. архитектуры и строит. наук (РААСН); [сост. А. Н. Гвоздков]. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. – 400 с.

ISBN 978-5-98276-714-1

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований, а также практического использования научных разработок по следующим темагическим направлениям: качество окружающей среды и здоровье человека: экологическая безопасность и качество окружающей среды; энсргоэффективность и ресурсосбережение в инженерных системах строительного комплекса; инновационные технологии и решения по обеспечению качества внутреннего воздуха и окружающей среды.

Для специалистов и научных работников, запимающихся вопросами защиты окружающей среды, экологической безопасности и качества внутреннего воздуха.

УДК 504.064+628.8[(063) ББК 20.1+51.218я431

ISBN 978-5-98276-714-1



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2015 © Гвоздков Л. Н., составление, 2015

СОПРОТИВЛЕНИЕ ПЛОСКОГО ПРИТОЧНОГО ТРОЙНИКА НА СЛИЯНИИ

Зиганшин А. М., Бадыкова Л. Н., Гимадиева Г. А.

(Казанский государственный архитектурно-строительный университет)

Исследуется течение в приточном тройнике на слиянии. Задача решается в плоской постановке численно. Определяется зависимость сопротивления тройника от соотношения расходов по ответвлениям. Результаты сравниваются с известными данными о тройниках приточных на разделении и вытяжных на слиянии.

Численное решение, двухмерная постановка, тройник на слиянин, коэффициент местного сопротивления.

Введение. При проектировании систем вентиляции важно знать потери давления, возникающие в се элементах. Большую часть таких потерь происходит, из-за так называемых местных сопротцелений возмущающих элементов (ВЭ) воздуховодной сети. Информация об их сопротивлении в виде безразмерных коэффициентов - коэффициентов местного сопротивления (КМС), в основном большинстве определяется экспериментально и приводится в специализированных справочниках [1,2,3]. Несмотря на огромное количество приведенных в них фасонных частей на практике встречаются случаи, для которых КМС не известен. Например достаточно хорошо изучсна фасонная часть в виде равнопроходного тройника с ответвлением на 90°. Известны КМС для такого тройника работающего на притоке при разделении погоков и на вытяжке при елиянии. Однако при работе двух нагнетателей параллельно на одну сеть, возникает ситуация когда тройник -- место соединения воздуховодов от двух вентиляторов работает в режиме притока на слияние. При этом не ясно, какое будет сопротивление тройника в этом случае.

Постановка задачи. Методами вычислительной гидродинамики решается задача о течении воздуха в плоском приточном равнопроходном тройнике с ответвлением на 90° при работе в сети на слиянии потоков. Задача решается при помощи пакета программ Gambit

4. Энерго- и ресурсосбережение

и Fluent. В более раннем исследовании [4] авторами была определена расчетная схема достаточно адекватно позволяющая решать подобные задачи — стандартная *k-е* модель в сочетании со стандартными пристеночными функциями. При решении задачи о плоском вытяжном тройнике на слиянии получено различие с известными экспериментальными данными [1] не более 17%.

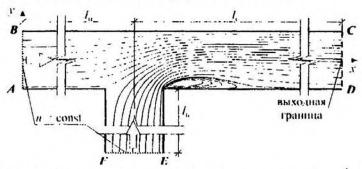


Рис. 1. Геометрия расчетной области и граничные условия

В [5] авторами была смоделирована задача о тройнике работающем на слиянии (геометрия области и характерные линии тока приведены на рис. 1). Сейчас на основе этой модели проводятся исследования с целью определения зависимости КМС этого ВЭ от сочетания расходов на боковом ответвлении и на слиянии потоков — G_6/G_6 . Ряд задач, который решался, а также значения КМС приведены в табл. 1.

 $\it Taar{o}$ лица $\it 1$ $\it 3$ начения расходов, $\it G_{\rm c}/\it G_{\rm c}$, КМС

G ₁₁ , кі/с	G ₆ , кт/с	G_c , $\kappa r/c$	G_{k}/G_{c}	ζ ⁿ	ζ.	
8,330	1,666	9,996	0,167	0,264	-0,378	
8,330	4,165	12,495	0,333	0,397	0.085	
8,330	6,664	14,994	0,444	0,461	0,333	
8,330	8,330	16,660	0,500	0,486	0.439	
6,664	8,330	14.994	0,556	0,511	0,543	
4,165	8,330	12,495	0,667	0,533	0,711	
1,666	8,330	9,996	0,833	0,553	0.956	

На рис. 2 показано распределение полного $P_{\rm II}$, динамического $P_{\rm II}$ и статического $P_{\rm C}$ давлений по длине канала с тройником для задачи с $G_{\rm E}/G_{\rm C}=0.5$.

На графике изменения полного давления видны области (1) линейного (связанного только с трением) и нелинейного падения (11) P_{11} (кроме трения здесь также присутствуют и потери связанные с перестройкой потока, т. е. местные).

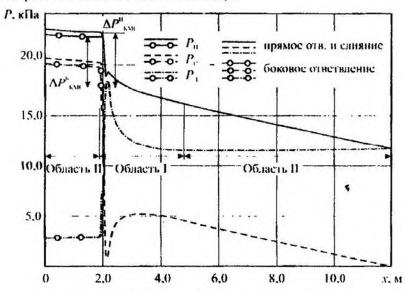


Рис. 2. Изменение давлений по длине канала

Значения КМС на проходе и слиянии определялись как:

$$\zeta^{II} = \frac{P_{II}^{AB} - P_{II}^{CD} - \Delta P_{mp}^{II C}}{P_{II}} \qquad \qquad \zeta^{E} = \frac{P_{II}^{FE} - P_{II}^{CD} - \Delta P_{mp}^{E-C}}{P_{II}}$$

тде P_n , P_n , P_n — полное давление на входах в каналы и выходе соответственно; $\Delta P_{mp}^{p-c} = P_n \cdot l_n + R_c \cdot l_c$, $\Delta P_{mp}^{p-c} - P_h \cdot l_h + R_c \cdot l_c$ — потери давления в каналах связанные с трением; R_n , R_k , R_c — удельные потери давления на трение в соответствующих каналах. Определяются по результатам численного расчета.

Далее на рис. 3 приведены графики изменения КМС исследуемого тройника, и для сравнения экспериментальные данные по КМС [1] для приточного тройника на разделение и вытяжного на слияние.

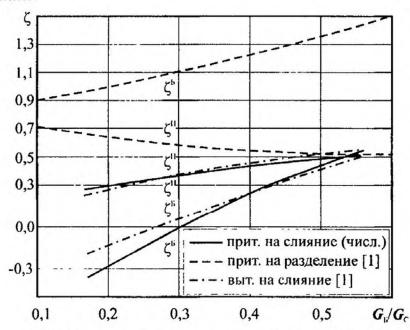


Рис. 3. Зависимость ζ от отношения расходов $G_{\rm r}/G_{\rm c}$

Выводы. Видно, что сопротивление приточного тройника на слияние сильно отличается от приточного тройника на разделение, но достаточно хорошо совпадает с вытяжным тройником на слиянии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М. О. Штейнберга. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992.-672 с.
 - 2. Ashrae Handbook Fundamentals (SI edition). 2005.
- 3. Recknagel, Sprenger, Schramek: Taschenbuch der Heizungs- und Klimatechnik. München: Oldenbourg Verlag, 2003.
- 4. Зиганшин А. М. Потери давления в плоском вытяжном тройнике / А. М. Зиганшин, Г. А. Гимадиева // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые

источники энергии: сб. материалов Всероссийской студенческой олимпиады, науч.-практ. конф. с междунар. участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 16--19 декабря 2014 г. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – С. 90–93.

5. Зиганшин А. М. Потери давления в плоском приточном тройнике на слияние / А. М. Зиганшин, Л. Н. Бадыкова // Энерго- и ресурсосберсжение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сб. материалов Всероссийской студенческой олимпиады, науч.-практ. конф. с междупар. участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 16-19 декабря 2014 г. — Екатеринбург: УрФУ, 2014. — С.69—71.

© Зиганшин А. М., Бадыкова Л. Н., Гимадиева Г. А., 2015

УДК 697.922

ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КМС ПРИ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ В ПРОТОЧНОМ КАНАЛЕ

Посохин В. Н., Зиганшин А. М., Кареева Ю. Р.

(Казанский государственный архитектурно-строительный университет)

Численным методом исследуется влияние параметра поперечного стеснения на коэффициент местного сопротивления. Рассматривается плоское течение в проточном канале. Результаты решения сравниваются с известными КМС для внезапного расширения потока.

Программный комплекс Fluent, численный метод, плоская струя, проточный канал, КМС.

Введение. Ранее в работе авторов [1] рассматривались характеристики плоской струи, развивающейся в проточном канале. Была выбрана схема численного решения. Исследовалось влияние параметра продольного стеснения на основные характеристики струи.

С другой стороны, такой элемент оказывает сопротивление при течении жидкости через него. Имеется большое количество работ, посвященных исследованию различного вида так называемых возмущающих элементов (ВЭ) — внезапное расширение, внезапное су-

The Conference organizers

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

With the participation

Moskow State University of Civil Engineering

Support

Ministry of Education and science of RF The Russian Academy of Architecture and Building Science NP ABOK

Russian Organizing Committee Chairman

Gvozdkov A. N. VolgGASU, Volgograd

Members of the Organizing Committee

Antyufeyev A. V. VolgCiASU, Volgograd Bodrov V. I. NNGASU, N. Novgorod Bogomolov A. N. VolgGASU, Volgograd Gagarin V. G. MGSU, Moscow Eremkin A. I. PGUA&S, Penza Kalashnikov M. P. V-S GUT&U, Ulan-Ude Kalashnikov S. Yu. VolgGASU. Volgograd Kochev A. G. NNGASU, N. Novgorod Lobacheva G. K. AcademiyaMVD, Volgograd Malyavina E. G. MGSU, Moscow Menzelintseva N. V. Volg(iASI), Volgograd Posokhin V. N. KGASU, Kazan Pozin G. M. SUTD, S.-Petersburg Tabunschikov Y. A. NP «AVOK». Moscow Khavanov P. A. MGSU, Moscow Ulyasheva V. M. SPbGASU, S.-Petersburg

International Scientific Committee

Anisimov S. M.	Russia
Bley G.	Germany
Boboev S. M.	Uzbekistan
Danilevich Ya.	Poland
Dziopak J.	Poland
Dyachek P. I.	Belarus
Zuchowicki A. W.	Poland
Kajtar I	Hungary
Kreslin A. Ya.	1 atvia
Krope Yu.	Slovenia
Martinaitis V.	1.itva
Chan Ngok Tran	Vietnam
Fam Kuok Kuan	Vietnam

Организаторы конференции

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

При участии

Московский государственный строительный университет

Поддержка

Министерство образования и науки РФ Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСП) НП АВОК

Российский оргкомитет Председатель

Гвоздков А. П. ВолгаСУ, Волгоград

Члены оргкомитета

Антюфеев А. В. Вол ГАСУ. Волгоград Бодров В. И. ПНГАСУ, И. Повгород Богомолов А. П. Волг ГАСУ, Волгоград Гагарин В. 1. МГСУ. Москва III YAC, Hensa. Еремкин А. И. Каланиников М. П. В-С ГУТнУ, Улан-Уле Каланников С. Ю. Волг ГАСУ. Волгоград Кочев А. Г. ППАСУ П. Новгород Лобачева Г. К. Академия МВД, Волгоград Малявина Е. Г. МГСУ, Москва Мензелинцева П. В. Волг ГАСУ, Волгоград Посохин В.И. КГАСУ. Казань Нозин Г. М. СПГУТД. С.-Петербург Габунщиков Ю. А. НН «АВОК». Москва Хаванов 11. А. МІ СУ, Москва Уляшева В. М. СПбГАСУ. С.-Петербург

Международный научный комитет

тежоунарооный пау-	ныи коминет
Анисимов С. М.	Россия
Блэй Г.	Германия
Бобосв С. М.	Узбекистан
Данилевич Я.	Польша
Дзионак Ю.	Польша
Дячек II. И.	Белоруссия
Жуховицкий Л.	Польна
Кайтар Л.	Венгрия
Креслинь А. Я.	Латвия
Крои Ю.	Словения
Мартинайтис В.	Jhusa
Чан Игок Гьан	Вьетнам
Фам Куок Куан	Вьетнам

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УТИЛИЗИРОВАННОЙ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ Уляшева В. М., Кошкарев А. Ю., Ермоленко М. Н
СОПРОТИВЛЕНИЕ ПЛОСКОГО ПРИТОЧНОГО ТРОЙНИКА НА СЛИЯНИИ Зиганшин А. М., Бадыкова Л. Н., Гимадиева Г А
ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КМС ПРИ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ В ПРОТОЧНОМ КАНАЛЕ Посохин В. Н., Зиганиин А. М., Кареева Ю. Р
ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАБИЛИЗАТОРА РАСХОДА ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА Бройда В. А
К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА Мансуров Р. Ш
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ Жуховицкий А. В
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ Короткова Л. И., Морева Ю. А
ИЗМЕНЕНИЯ В ПЛАМЕНИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ Кочева М. А., Суворов Д. В
НОВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН Гришкова А. В., Мишнева Г С., Гвоздков И. А
ОБОСНОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЯ РАСЧЁТНЫХ РАСХОДОВ ГАЗА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ Жила В. А., Ботнарь М. И
К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНТАКТНЫХ АППАРАТОВ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО- И ВЛАГООБМЕНА
Гвоздков А. Н., Суслова О. Ю
УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

КАЧЕСТВО ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

INDOOR AIR AND ENVIRONMENTAL QUALITY

Материалы XIII Международной научной конференции. 15–28 апреля 2015 г., г. Сиань

Составитель Гвоздков Александр Николаевич

Статьи публикуются в полном соответствии с авторскими оригиналами,

Подписано в печать 02.03.2015. Формат 60 · 84/16. Бумага офестиая. Гарпитура Times New Roman. Печать графаретная. Усл. печ. д. 23.25. Уч.-изд. д. 21.17. Гираж 300 (1 - 100) экз. Заказ № 47.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет» 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1.

Отнечатано в Издательстве Волт МУ, 400006, т. Волгоград, ул. Дзержинского, 45

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ВУЗОВ

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

СТРОИТЕЛЬСТВО

№ 5 (677) Май 2015 г.

Научно-теоретический журнал Издается с марта 1958 г. Выходит один раз в месяц

Главный редактор В.Г. Себешев, почет. чл. РААСН, канд. техн. наук, проф.

Редакционная коллегия:

А.А. Афанасьев, чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. В.А. Воробьев, чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф.

В.А. Игнатьев, д-р техн. наук, проф.

В.И. Костин, д-р техн. наук, проф. (зам. гл. редактора) Г.Б. Лебедев, канд. техн. наук, доц. (зам. гл. редактора) Л.С. Ляхович, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.

В.И. Морозов, д-р техн. наук, проф.

Ю.П. Панибратов, акад. РААСН, д-р экон. наук, проф. Ю.П. Правдивец, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Себешев, почет. чл. РААСН, канд. техн. наук, проф.

Ю.А. Феофанов, д-р техн. наук, проф.

Е.М. Чернышов, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Ответственный секретарь Н.В. Биткина

Адрес редакции: 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113 Тел. ∕ факс +7 (383) 266 28 59 www.sibstrin.ru E-mail: <u>izvuz_str@sibstrin.ru</u>

Свидетельство о регистрации № 993 от 28.11.90 г.

Подписано в печать 29.05.15. Формат 70×108 $^1/_{16}$ Усл. печ. л. 10,33+0,35. Тираж 350 экз. Заказ 7777

ООО «Партнеры Сибири», 630009, г. Новосибирск, ул. Добролюбова. 16

© Издатель НГАСУ (Сибстрин), 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕР-НЫХ СООРУЖЕНИЙ

Миренков В.Е., Шутов В.А., Полуэктов В.А. К вопросу учета собственного веса упругих конструкций

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МА-ТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

12

99

49

Карасёв Н.П., Себелев И.М. Статистические методы контроля качества цемента в ГОСТ 30515—2013

Копаница Н.О., Сафронов В.Н., Ковалева М.А., Саркисов Ю.С. Активация сырьевых компонентов и формовочных смесей в производстве теплоизоляционных материалов

Мирюк О.А. Магнезиальные композиты различной структуры

САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА

Денисихина Д.М. Исследование различных схем воздухораспределения ледовых арен

Кульков В.Н., Солопанов Е.Ю., Сосна В.М. Механическая регенерация иммобилизованного ила в биореакторе с двурядной продольной аэрацией

СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И МОСТОВ

Киселёв В.П., Шевченко В.А., Василовская Г.В., Иванова Л.А., Ворончи-

хин В.Д. Модификация свойств нефтяного дорожного битума	56
научные проблемы архитектуры и экологии	
Семикин П.П., Бацунова Т.П., Семикин П.В. Модульность в архитектуре высотных зданий	64
Бальзанникова Е.М., Самогоров В.А. Архитектурные особенности промышленных объектов Самарской губернии конца XIX — начала XX в	70
Кетова Е.В., Нижегородцева Ю.Е. Основные особенности возникновения и развития инженерных систем водозабора на территории Сибирского региона с конца XVII до начала XX в.	79
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
Зиганшин А.М., Посохин В.Н., Бадыкова Л.Н., Гимадиева Г.А. Численное моделирование течения в двухмерном тройнике	89
Семикопенко И.А., Воронов В.П., Жуков А.А. Теоретическое исследование процесса смешивания компонентов в помольно-смесительном агрегате на базе мель-	
ницы дезинтеграторного типа	96
Хархардин А.Н. Топологические свойства дискретных систем	103
в лабораториях вузов	
Пичкурова Н.С., Карелин В.Д. Экспериментальные исследования железобетон-	
ных изгибаемых элементов с замолелированными трешинами	114

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

УДК 697.922.2.001

А.М. ЗИГАНШИН, В.Н. ПОСОХИН, Л.Н. БАДЫКОВА, Г.А. ГИМАДИЕВА

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В ДВУХМЕРНОМ ТРОЙНИКЕ

Численно моделируется течение воздуха в тройниках. Расчетная схема верифицируется на задаче о вытяжном тройнике на слиянии, получено хорошее совпадение с экспериментальными данными. Решена задача о течении в приточном тройнике на слиянии.

Ключевые слова: численное решение, двухмерный тройник, коэффициент местного сопротивления.

Основные затраты энергии на перемещение воздуха в трубопроводных системах приходятся на преодоление сопротивления возмущающих элементов (ВЭ) — отводы, тройники, расширения, сужения и т.п. Информация о коэффициентах местного сопротивления (КМС) таких элементов содержится в справочниках, например, в [1]. Большое количество представленных в [1] экспериментальных данных не исчерпывает всего многообразия фасонных частей вентиляционных систем, особенно расширившееся в последние годы в связи с ростом технологических возможностей заготовительного производства. Кроме нетиповых деталей, могут встречаться случаи нестандартного использования вполне типовых фасонных частей.

Попытки аналитического определения КМС тройников (например, работы П.Н. Каменева¹, С.Р. Левина², В.Н. Талиева³ не дали окончательного решения задачи. Стремление сблизить результаты расчета и опыта привело к необходимости введения многочисленных трудно определяемых эмпирических коэффициентов. Современные методы компьютерного моделирования и, в частности, вычислительная гидродинамика — мощный инструмент инженера для получения информации. Важным этапом любого численного исследования должна быть его верификация, т.е. сравнение получаемых сведений с уже известными и достоверлыми результатами. Хорошее совпадение результатов компьютерного моделирования при решении тестовой задачи с заранее известным результатом позволяет с определенной долей уверенности надеяться на достоверность

¹ Каменев П.Н. Смешивание потоков. М.; Л.: ОНТИ. Гл. ред. строит. лит., 1936. 188 с.

² Левин С.Р. Сопротивление тройников вытяжных воздуховодов // Отопление и вентиляция. 1940. № 10-11. С. 5-10; Левин С.Р. Деление потоков в трубопроводах // Труды ЛТИ им. С.М. Кирова. 1948. № 1 (3). С. 86-103.

³ Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции: Учеб. пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1979. 295 с.

[©] Зиганшин А.М., Посохин В.Н., Бадыкова Л.Н., Гимадиева Г.А., 2015

данных, получаемых при распространении этой численной модели на схожие, но еще не исследованные задачи.

В этой статье определяется сопротивление приточного тройника на слиянии, что возможно, например, при работе двух параллельно включенных в сеть вентиляторов. Данных о сопротивлении такого тройника нет ни в вышеуказанном справочнике [1], ни в справочниках, использующихся при проектировании систем вентиляции в России⁴, Америке⁵ и Европе⁶.

На первом этапе решается задача о течении воздуха через вытяжной тройник на слиянии — случай, хорошо изученный, необходимые сведения для которого приведены в [1]. Численное решение проводится в двухмерной постановке с использованием программы Fluent. Для замыкания системы уравнений движения применяется k—є «стандартная» модель турбулентности в сочетании со стандартными пристеночными функциями. Такая схема хорошо зарекомендовала себя при решении подобных задач [2, 3].

Геометрия расчетной области и линии тока течения приведены на рис. 1.

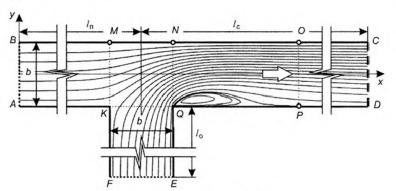


Рис. 1. Геометрия расчетной области

На границе CD задан равномерный профиль скорости $u_x=68$ м/с, на отрезках AB, FE в качестве граничных условий задаются значения избыточного давления. Ширина каналов b=0,1 м, длина канала до разветвления на проходе и ответвлении $l_{\rm n}=l_{\rm o}=2$ м $(20\ b)$; длина канала после слияния потоков (ствол) $l_{\rm c}=10$ м $(100\ b)$. Такие большие длины взяты для исключения влияния граничных условий на течение в области слияния потоков.

Рассчитывались течения при разных соотношениях расходов в ответвлении $G_{\rm o}$, проходе $G_{\rm n}$ и стволе $G_{\rm c}$, для чего на границах AB и EF изменялись полные давления P^{AB} и P^{EF} . Значения давлений, а также получающееся при этом отношение расходов $G_{\rm o}/G_{\rm c}$, представлены в габл. 1.

⁴ Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1992. 416 с. ⁵ Ashrae Handbook — Fundamentals (SI edition).

⁶ Recknagel, Sprenger, Schramek: Taschenbuch der Heizungs- und Klimatechnik. München: Oldenbourg Verlag, 2003.

Таблица 1. Значения давлений на границах AB и EF и величина отношения расходов в боковом ответвлении и стволе $G_{\rm o}/G_{\rm c}$

<i>Р^{AB}</i> , Па	P^{EF} , Па	G _п , кг∕с	G₀, кг/с	<i>G</i> _c , кг/с	$G_{\rm o}/G_{\rm c}$
-2000	0	1,168	7,161	8,330	0,860
-1500	0	2,410	5,920	8,330	0,711
-1000	0	2,896	5,434	8,330	0,652
-500	0	2,582	5,748	8,329	0,690
0	0	3,428	4,902	8,330	0,588
0	-500	3,778	4,552	8,330	0,546
0	-700	4,075	4,255	8,330	0,511
0	-1000	5,056	3,273	8,329	0,393
0	-1500	5,044	3,286	8,330	0,394
0	-2000	5,128	3,201	8,330	0,384
0	-3000	6,365	1,965	8,330	0,236
0	-4000	7,304	1,026	8,329	0,123

Линии тока на рис. 1 взяты из варианта решения, где избыточные давления на границах AB и EF равны нулю. Сечения KM, NQ и QK обозначают границы возмущающего элемента. Часть канала между сечениями NQ и OP — зона влияния $B\mathfrak{I}$ в стволе после слияния потоков. Зоны влияния $B\mathfrak{I}$ вверх по течению (выше сечений MK для прохода и QK для ответвления) пренебрежимо малы. За пределами зоны влияния (части канала между сечениями AB-MK для прохода, FE-QK для ответвления и OP-CD для ствола) полное давление должно изменяться линейно, так как имеют место только потери на трение. В области зоны влияния (MK-OP и QK-OP) давление изменяется нелинейно — потери давления на трение суммируются с местными потерями. Нелинейность эсобенно проявляется в пределах $B\mathfrak{I}$ (MK-NQ и QK-NQ).

Сказанное выше иллюстрируется рис. 2, где приведены расчетные эпюры полного давления, осредненного по расходу. Разрыв в распределениях давления между сечениями KQ-NQ и KM-NQ связан с невозможностью определения среднего давления внутри ВЭ. Заметим, что протяженность зон влияния ВЭ вверх по течению близка к нулю, а вниз составляет порядка 15 калибров.

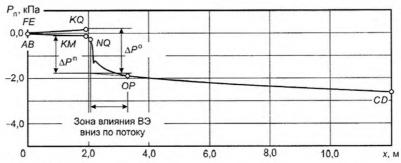


Рис. 2. Изменение давлений по длине канала с тройником на всасывании

Удельные потери давления на трение равны: $R_{\rm n}$ = 66,3 Па/м (AB-KM); $R_{\rm o}$ = -85,9 Па/м (FE-KQ); $R_{\rm c}$ = 83,7 Па/м (OP-CD). На рисунке также показаны величины падения давлений за счет местных потерь по ответвлению $\Delta P^{\rm o}$ и проходу $\Delta P^{\rm n}$. Здесь важно отметить увеличение полного давления в ответвлении на отрезке FE-KQ, что, по-видимому, связано с эжекцией из бокового ответвления прямым потоком.

Используя результаты численного расчета, можно определить КМС для прохода:

$$\zeta^{\pi} = \frac{P_{\pi}^{AB} - P_{\pi}^{CD} - \Delta P_{\tau p}^{\pi - c}}{P_{\pi \mu \mu}}$$

и бокового ответвления:

$$\zeta^{\, \mathrm{o}} = \frac{P_{\, \mathrm{n}}^{\, FE} - P_{\, \mathrm{n}}^{\, CD} - \Delta P_{\, \mathrm{Tp}}^{\, \mathrm{o-c}}}{P_{_{\, \mathrm{JMH}}}} \, . \label{eq:zeta_constraint}$$

Здесь P^{AB} , P^{FE} , P^{CD} — значения полного давления на соответствующих границах;

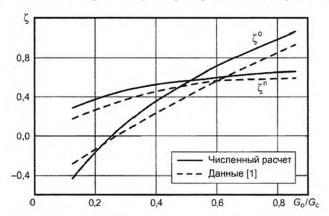
 $\Delta P_{\rm TP}^{\rm n-c} = R_{\rm n} l_{\rm n} + R_{\rm c} l_{\rm c}$ — суммарные потери давления на трение потока, проходящего по прямому ответвлению и далее по каналу после тройника (слияние);

 $\Delta P_{\rm TP}^{\rm o-c} = R_{\rm o} l_{\rm o} + R_{\rm c} l_{\rm c}$ — суммарные потери давления на трение потока, проходящего по боковому ответвлению и далее по каналу после тройника (слияние);

 $P_{\text{дин}}$ — динамическое давление в канале по среднерасходной скорости в канале после тройника.

На рис. З показаны значения КМС $\zeta^{\rm n}$ и $\zeta^{\rm o}$ в зависимости от соотношения расходов $G_{\rm o}/G_{\rm c}$. Здесь же нанесены кривые, построенные по данным [1]. Видно некоторое отличие расчетных результатов в большую сторону, но количественное и качественное согласие численных и экспериментальных результатов хорошее.

Далее решается задача о приточном тройнике на слиянии. На отрезках AB и EF задаются равномерные распределения скорости и соответ-



 $Puc. \ 3. \$ Зависимость ζ от соотношения расходов в боковом ответвлении и стволе

ствующие расходы G_n , G_o . На отрезке CD $G_c = G_n + G_o$, остальные границы — непроницаемые стенки. Путем изменения скорости на входных границах моделировалось различное соотношение расходов (табл. 2).

Таблица 2.	Соотношение	расходов	И	рассчитанные	значения	KMC

$G_{\mathfrak{n}}$, кг/с	<i>G</i> ₀, кг/с	G _c , кг/с	$G_{\rm o}/G_{\rm c}$	ζη	ζο
8,330	1,666	9.996	0,167	0,264	-0,378
8,330	4,165	12,495	0,333	0,397	0,085
8,330	6,664	14,994	0,444	0,461	0,333
8,330	8,330	16,660	0,500	0,486	0,439
6,664	8,330	14,994	0,556	0,511	0,543
4,165	8,330	12,495	0,667	0,533	0,711
1,666	8,330	9,996	0,833	0,553	0,956

На рис. 4 показано изменение давлений по длине канала с приточным тройником на слиянии, при соотношении расходов $G_{\circ}/G_{c}=0,5$.

Здесь так же, как и ранее для вытяжного тройника, отчетливо видны области, где потери происходят только за счет трения, и зоны влияния возмущающего элемента — области нелинейного падения полного давления. Зона влияния имеет незначительную длину вверх по течению (порядка одного калибра) и в основном распространяется в канале после тройника (порядка 25 калибров).

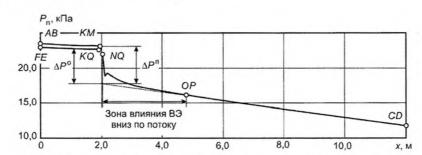
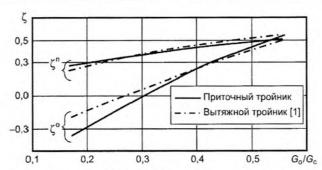


Рис. 4. Изменение давлений по длине канала с тройником на нагнетании

Значения КМС вычислялись аналогично случаю вытяжного тройника и представлены в табл. 2.

В справочниках имеются данные лишь о КМС для приточного тройника на разделении, поэтому представляется интересным сравнить полученные результаты с известными данными о сопротивлении тройника на притоке, но работающем на разделении, и с данными о сопротивлении вытяжного тройника на слиянии.

Как хорошо видно из рис. 5, сопротивление приточного тройника на слиянии хорошо совпадает с данными [1] по вытяжным тройникам, работающим на слияние. Подтверждение справедливости такого вывода для тройников любой геометрической конфигурации (с присоединением под углом отличным от 90°) может быть получено после проведения дополнительных исследований.



Puc. 5. Сравнение КМС тройников: приточного и вытяжного на слиянии

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям [Текст] / И.Е. Идельчик; под ред. М.О. Штейнберга. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.
- 2. Посохин, В.Н. К определению коэффициентов местных сопротивлений возмущающих элементов трубопроводных систем [Текст] / В.Н. Посохин, А.М. Зиганшин, А.В. Баталова // Изв. вузов. Строительство. 2012. № 9. С. 108-112.
- Посохин, В.Н. О протяженности зон влияния возмущающих элементов трубопроводных систем [Текст] / В.Н. Посохин, А.М. Зиганшин, Д.И. Мударисов // Изв. КазГАСУ. 2014. № 2 (28). С. 121–126.

ЗИГАНШИН Арслан Маликович, канд. техн. наук, доц.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет ПОСОХИН Владимир Николаевич, д-р техн. наук, проф.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет БАДЫКОВА Лейсан Наилевна, студ.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет ГИМАДИЕВА Гюзель Альбертовна, студ.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Получено 17.04.15

Ziganshin Arslan Malikovich, candidate of technical sciences, assistant professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia

Posokhin Vladimir Nikolaevich, doctor of technical sciences, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia

Badykova Leisan Nailevna, student, Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia

Gimadieva Guzel Albertovna, student, Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia

NUMERICAL SIMULATION OF TWO-DIMENSIONAL TEE FLOW

Numerically simulated flow of air in a tee. Design scheme is verified on the problem of exhaust tee at the junction, obtained a good agreement with the experimental data. Further solve the problem of flow in the supply tee at the junction.

Key words: numerical solution, 2 dimensional tee, resistance of tee.

REFERENCES

- 1. Idelchik, I.E. Handbook of hydraulic resistance [Text] / I.E. Idelchik; Ed.
- M.O. Shtejnberg. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Mashinostroenie, 1992. 672 p. 2. Posokhin, V.N. To definition of pressure loss coefficients of disturbing elements in pipeline systems [Text] / V.N. Posokhin, A.M. Ziganshin, A.V. Batalova // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 2012. — N 9. — P. 108-112.
- 3. Posokhin, V.N. On the extent of the zones of influence of disturbing elements of pipeline systems [Text] / V.N. Posokhin, A.M. Ziganshin, D.I. Mudarisov // Izvestiya KazGASU. — 2014. — N 2 (28). — P. 121-126.

ТАТАРСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ФӘННӘР АКАДЕМИЯСЕ СТИПЕНДИАТЫ

ДИПЛОМЫ



ДИПЛОМ

СТИПЕНДИАТА АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

КАЗАН - 2015 - КАЗАНЬ



Президиум Академии наук Республики Татарстан решением от 19 марта 2015 года присудил

студентке Казанского государственного архитектурно-строительного университета

БАДЫКОВОЙ ЛЕЙСАН НАИЛЕВНЕ

на весеннее-летний семестр 2014-2015 учебного года (с 1 марта по 31 августа 2015 года)

СТИПЕНДИЮ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Президент Академии наук Республики Татарстан,

академик

Главный ученый секретарь Академии наук Республики Татарстан,

академик

М.Х. Салахов

Д.Ф. Загидуллина

№ 0252

Казань

