

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены возможные перспективы модернизации действующей линейной части газотранспортной системы ОАО «Белтрансгаз» с точки зрения выполнения ремонтно-восстановительных работ на функционирующих участках. Основная цель – полная ликвидация повреждений стальной трубы коррозией в результате длительного (30–40 лет) периода эксплуатации. Показаны недостатки технологий и покрытий труб, используемых в нефтегазовой отрасли в 1960–1970 гг.

2. Рассмотрен метод нанесения покрытия в условиях действующего участка трубы диаметром 1220 мм, который опробован и внедрен ОАО «Белтрансгаз» в ноябре–декабре 2011 г. со значительным экономическим эффектом на участке магистрального газопровода «Торжок – Минск – Ивацевичи».

ЛИТЕРАТУРА

1. А к с ю т и н, О. Е. Повышение надежности функционирования газотранспортной системы ОАО «Газпром» / О. Е. Аксютин // Газовая промышленность. – 2010. – № 3. – С. 22–25.

2. М е т о д и к а прогнозирования состояния изоляционного покрытия длительно эксплуатируемых газопроводов / Ю. В. Александров // Газовая промышленность. – 2010. – № 4. – С. 14–18.

3. О с о б е н н о с т и и перспективы длительной эксплуатации газопроводов / И. И. Велиюлин [и др.] // Газовая промышленность. – 2010. – № 1. – С. 44–45.

4. Г у б а н о к, И. И. Ремонт как фактор продления ресурса магистральных трубопроводов / И. И. Губанок // Газовая промышленность. – 2007. – № 1. – С. 51–53.

5. І т к і н, О. І. Економічні механізми інноваційної та інвестиційної діяльності при реставрації магістральних газопроводів України / О. І. Іткін. – Київ: Науковий світ, 2002. – 306 с.

Поступила 13.03.2013

УДК 693.34

ДОПОЛНЕНИЕ ХАНТЛИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫТЕСНЯЮЩЕЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Докт. техн. наук ГУСЕНЦОВА Я. А.

Луганский национальный аграрный университет

В системах вентиляции под действием подъемной силы производится расслоение воздуха по высоте помещения, благодаря чему показатели микроклимата в обслуживаемой зоне помещения качественно выше, чем

в системах с перемешивающей вентиляцией. Анализ различных способов вентилирования помещений и методик их расчета, систем воздухораспределения рассмотрен в [1–3]. Ранее полученные математические модели термоаэродинамических характеристик систем воздушного отопления и вентиляции не в полной мере описывают характеристики рассматриваемых систем. В частности, не учитывается турбулентная вязкость воздуха, рассматривается только одномерное движение однофазной среды. В связи с этим целью работы является теоретическое и экспериментальное исследование процессов изменения параметров воздушной среды в помещениях с вытесняющей вентиляцией.

В общем случае математическая модель термоаэродинамических характеристик систем воздушного отопления и вентиляции может быть представлена:

$$\rho \frac{\partial u_i}{\partial t} + \rho u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = F_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu_v - \frac{2}{3} \mu \right) \operatorname{div} \vec{u} + \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right]; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \rho \vec{u} = 0 \quad \text{или} \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \operatorname{div} \vec{u} = 0; \quad (2)$$

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} + \rho c u_i \frac{\partial T}{\partial x_i} = \operatorname{div} \lambda \operatorname{grad} T + q_v; \quad (3)$$

$$\frac{\partial i}{\partial t} = -\frac{\operatorname{div} \vec{q}}{\rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\Phi_1}{\rho} + \frac{q_v}{\rho}; \quad (4)$$

$$\Phi_1 = \frac{\mu}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)^2 + \left(\mu_v - \frac{2}{3} \mu \right) \operatorname{div} \vec{u}^2 = \Phi + \zeta_{\text{об}} \operatorname{div} \vec{u}^2; \quad (5)$$

$$p = \rho RT, \quad (6)$$

где ρ – плотность среды; F_i – проекция плотности массовых сил на ось x_i ; T – температура среды; c – массовая теплоемкость; λ – коэффициент теплопроводности; q_v – плотность распределения источников теплоты в единице объема; i – удельная энтальпия (на единицу массы); \vec{q} – плотность теплового потока через единицу поверхности в единицу времени; Φ – диссипативная функция Рейля; R – газовая постоянная.

В простейшем случае однофазной среды, когда приток теплоты к ее элементу вентиляционной системы определяется только теплопроводностью, \vec{q} находится из уравнения Фурье.

Для замыкания уравнений (1)–(6) необходимо использовать дополнительные сведения о свойствах и физических закономерностях рассматриваемой конкретной задачи с учетом принятых допущений:

$$\lambda = \lambda(T, p) \approx \lambda(T); \quad \mu = \mu(T, p) \approx \mu(T); \quad \mu_v = \mu_v(T, p). \quad (7)$$

Приведенная система уравнений (1)–(6) полностью определяет (при заданных граничных условиях) значения термоаэродинамических параметров в каждой точке моделируемого пространства [4]. Такие явления, как

температурный градиент, уровни скорости в расслаиваемом потоке, уровни расслоения и, в конечном итоге, эффективность вентиляции, могут быть оценены с помощью критерия Архимеда [5].

Приблизительный критерий выбора типа системы вентиляции предложен в [2]. Его применение обосновано при значительных значениях воздухообмена, теплоизбытках в вентилируемых помещениях, осуществлении подачи интенсивных потоков воздуха в небольшие помещения. Основным недостатком его применения, как показали исследования автора статьи, является возможность появления сквозняков и турбулентностей.

Использование вытесняющей вентиляции прежде всего связано с устойчивостью течения газа по отношению к малым возмущениям. Проведенные исследования позволили предложить критерий, позволяющий определить границы рационального применения такого типа вентиляции.

Для стратифицированной жидкости (пренебрегая диффузионными процессами, так как течение является ламинарным) устойчивость течения зависит от ряда аэродинамических параметров течения воздуха (плотности газа, скорости его течения, температурного напора) и геометрии вентилируемого помещения. Используя дополнение Хантли [5], введем класс систем единиц M, ρ_x, ρ_y, T , в котором имеются две независимые размерности плотности. Система единиц этого класса в общем случае должна содержать размерный критерий κ [κ] = ρ_x, ρ_y , (т. е. плотность и ее изменение). Эти величины практически независимы для параметров работы вентиляционной системы, поэтому [κ] исключим из числа определяющих величин.

Запишем искомую зависимость в виде

$$f(\rho_x, g, L, V).$$

Все аргументы функции f имеют независимые размерности. Применяя π -теорему

$$M^0 T^0 L^0 = [M L^{-3}]^a [L T^{-2}]^b L^c [L T^{-1}]^d [M L^{-3}]^e,$$

получим одно из возможных значений функции f с точностью до безразмерного множителя в рамках анализа размерностей

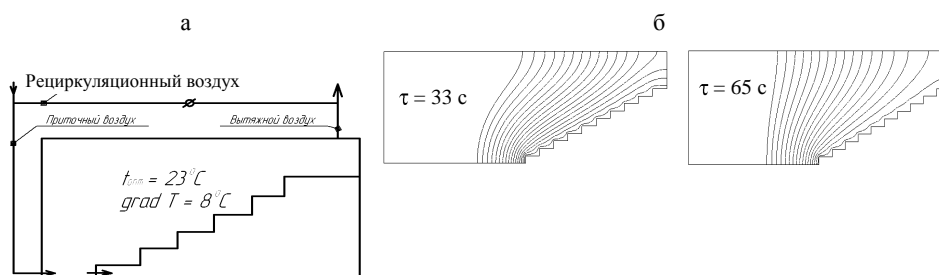
$$V = \frac{\Delta \rho g L}{\rho v^2}. \quad (8)$$

По структуре функция (8) соответствует критерию Ричардсона, в соответствии с которым течение является устойчивым при $V > 1/4$.

Модифицируя, для условий вытесняющей вентиляции получим критерий ее рационального использования

$$V = \frac{4 g s^3}{273 \Pi \Omega n^2} > \frac{1}{4}.$$

В качестве примера представляем систему вытесняющей вентиляции для аудитории (рис. 1).



Приточный воздух Вытяжной воздух

$$t_{\text{отт}} = 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$$
$$\text{grad } T = 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

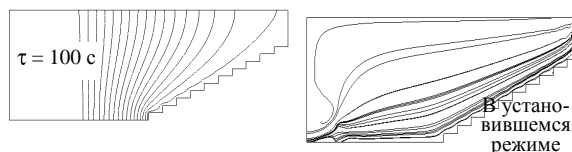


Рис. 1. Картина течения воздуха в помещении:

а – схема помещения; б – изолинии при $\tau = 33, 65$ и 100 с

Сравнение расчетных картинок распределения линий тока с данными эксперимента показало хорошее совпадение результатов. Количественное совпадение достигается при определенном выборе характерного размера, что говорит о необходимости учета в математической модели аэротермодинамических характеристик такого явления, как перемешивание газа в процессе теплообмена. Перемешивание при отсутствии определяющего потока, создаваемого вентиляционной системой, приводит к возникновению вертикальных струй, вызванных Релевской неустойчивостью [6] из-за разности плотностей горячего и холодного воздуха.

Таким образом, проверка эффективности применения полученного критерия на существующих системах вытесняющей вентиляции подтвердила правильность их использования.

ВЫВОДЫ

Получен критерий рационального использования вытесняющей вентиляции, позволяющий упростить проектные работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alamdari, F. Displacement Ventilation and Cooled Ceilings. Proceedings of Roomvent 98 / F. Alamdari. – Stockholm, 2001.
2. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В. А. Ананьев [и др.]. – М.: Евроклимат, из-во «Ариана», 2002. – 416 с.
3. Вытесняющая вентиляция в производственных зданиях. Справочное руководство RENVА / Под. ред. Хакон Скистад; пер. с англ. – М.: АВОКПРЕСС, 2003. – 100 с.
4. Математическая модель аэротермических характеристик систем отопления и вентиляции / Я. А. Гусенцова [и др.]. – Луганск: Из-во ВНУ имени В. Даля, 2005. – 63 с.
5. Гусенцова, Я. А. Математическое моделирование систем вытесняющей вентиляции / Я. А. Гусенцова // Східноєвропейський журнал передових технологій. – 2008. – № ¼ (31). – С. 9–11.
6. Гусенцова, Я. А. Математические модели движения потоков воздуха в системах воздушного отопления и вентиляции / Я. А. Гусенцова // IV MEZINÁRODNI VĚDECKO – PRAKTIKA KONFERENČNÍ «PREDNÍ VĚDECKO NOVINKY – 2008», 01–15 září 2008 roku. – Praha : Publishing House «Education and Saintist», 2008. – P. 70–74.

Представлена кафедрой
строительных конструкций

Поступила 01.03.2013