

2. Потенциальными резервами сокращения энергозатрат можно считать:
- проведение энергоаудита зданий и сооружений;
- реализация программы развития теплоэффективных систем наружной теплоизоляции.

3. Из всех известных способов утепления наружных стен наиболее распространено наружное утепление с отделкой штукатурками мелкоштучными элементами, так называемые «системы скрепленной теплоизоляции» (ССТИ)».

4. Способ крепления СТИ и материал используемый в этой системе является наиболее приемлемый и экономичный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. (Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) – М.: Высшая школа, 1982.- 415.

2. Внутреннее и наружное утепление строительных ограждающих конструкций. Л.Д. Евсеев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2006. - № 2. – С.14-15.

3. ДСТУ Б В.2.7-99-2000. „Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем. Технические условия” - Киев, 2000.-24с. (Національний стандарт України).

4. Новые государственные нормы Украины «Тепловая изоляция зданий» по показателю энергоэффективности / Ю.А.Матросов, Г.Г.Фаренюк // Жилищное строительство. - М., 2007- № 11. - С.8-13.

5. Проектирование тепловой защиты зданий: СП 23-101-2004 . - М., 2004. - 139 с. (Свод правил по проектированию и строительству).

6. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строи / Мхитрян Н.М. // К.: Наукова думка, 2000. – 420.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

УДК 626.8

О ВЛИЯНИИ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ ИЗ ОТВЕРСТИЙ

Бесфамильная Т. О., студентка 3-го курса, Обручева Л.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Объяснено влияние поверхностного натяжения на коэффициенты истечения жидкости из отверстий малого диаметра. Выяснены условия, при которых влиянием поверхностного натяжения можно полностью пренебречь, а также условия, при которых влияние поверхностного натяжения является решающим. Рассмотрены особенности расчета характеристик истечения жидкостей из отверстий. Получена зависимость для оценки относительного влияния сил поверхностного натяжения.

Истечение, отверстие, поверхностное натяжение, коэффициент скорости, сжатое сечение, вязкость, коэффициент расхода, число Вебера, автомодельность.

Широкое развитие капельного орошения и микрождевания ставят сложные технические задачи, связанные с правильным гидравлическим расчетом истечения жидкостей из отверстий малого диаметра. Потери давления в местных гидравлических сопротивлениях часто составляют значительную часть от общих потерь в системе. Большинство эмпирических формул основано на отдельных опытах и действительно лишь для строго определенных условий, близких к условиям их проведения и не дает уверенности в надежной работе рассматриваемых сооружений. Сложность явления внутреннего механизма потока, проходящего через местное сопротивление, приводит к необходимости уточнения гидравлических расчетов.

Влияние поверхностного натяжения на истечение жидкостей мало исследовано, несмотря на то, что оно, является весьма существенным в ряде случаев, представляющих

практический интерес (малые скорости, отверстия малых размеров). В вопросе о том, какое действие оказывает поверхностное натяжение на характеристики истечения, А.Д. Альтшуль обработал данные опытов Смита и Уокера по истечению воды из отверстий в тонкой стенке. В результате полученных зависимостей - коэффициента сжатия струи ε от числа Рейнольдса ($\varepsilon = f_1(\sqrt{Re})$) и коэффициента скорости φ от числа Рейнольдса ($\varphi = f_2(\sqrt{Re})$) был сделан вывод, что уменьшение диаметра (иными словами, увеличение влияния поверхностного натяжения) приводит к уменьшению коэффициента скорости (то есть к росту потерь напора) и к возрастанию коэффициента сжатия струи.

Возрастание потерь напора с ростом влияния поверхностного натяжения можно объяснить тем, что поверхностное натяжение увеличивает давление внутри струи, которое становится больше, чем наружное давление, на величину, определяемую по формуле

$$\Delta p = \sigma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

где σ - поверхностное натяжение жидкости;

R_1 и R_2 - главные радиусы кривизны граничных поверхностей.

Для сжатого сечения струи, где струя является цилиндрической

$$\Delta p = \frac{2\sigma}{d_{сж}}, \quad (1)$$

где $d_{сж}$ - диаметр струи в сжатом сечении.

Таким образом, эффективный напор, определяющий расход через отверстие, уменьшается на величину

$$h_s = \frac{2\sigma}{\gamma d_{сж}}, \quad (2)$$

где γ - объемный вес вытекающей жидкости.

Из формулы (2) следует, что при малых диаметрах струи напор может заметно уменьшиться. Это уменьшение будет особенно чувствительным при малых напорах.

Возникающие в струе вследствие действия поверхностного натяжения добавочные напряжения, определяемые по формуле (1), сильно влияют на линии тока и не только уменьшают эффективный напор, но и влияют на сжатие струи, увеличивая коэффициент сжатия. По опытам над истечением из отверстий диаметром от 0,2 мм до 2 см поверхностное натяжение увеличивает площадь вытекающей струи и при очень малых диаметрах отверстий диаметр вытекающей струи может быть даже несколько больше диаметра отверстия (то есть коэффициент сжатия струи $\varepsilon > 1$)

Рассмотрим различные случаи истечения.

При истечении из хорошо закругленных отверстий сжатия струи не наблюдается и изменение поверхностного натяжения не влияет на коэффициент сжатия струи. Расход в этом случае можно найти по формуле (при малом влиянии вязкости)

$$Q = \omega \sqrt{2g(H - h_s)}, \quad (3)$$

где h_s - находят по формуле (2)

Сравнивая (3) со стандартной формулой для расхода $Q = \mu \omega \sqrt{2gH}$, получим выражение для коэффициента расхода

$$\mu = \frac{Q}{\omega \sqrt{2gH}} = \sqrt{1 - \frac{h_s}{H}} = \sqrt{1 - \frac{2\sigma}{\gamma d_{сж} H}}.$$

Таким образом, для хорошо закругленных отверстий коэффициент расхода уменьшается с увеличением поверхностного натяжения.

При истечении из отверстий с острыми кромками, когда наблюдается сжатие струи, поверхностное натяжение приводит не только к уменьшению действующего напора, т.е. к

уменьшению скорости истечения, но и к увеличению коэффициента сжатия струи. Здесь с увеличением влияния поверхностного натяжения коэффициент расхода возрастает.

Для оценки относительного влияния сил поверхностного натяжения служит число Вебера We_d , отнесенное к диаметру отверстия

$$We_d = \frac{v^2 d \rho}{\sigma} \quad (4)$$

где d - диаметр отверстия;

v - скорость в сжатом сечении струи;

ρ - плотность жидкости.

Чем меньше число Вебера, тем больше относительное влияние сил поверхностного натяжения. При больших числах Вебера влияние поверхностного натяжения становится пренебрежимо малым.

Наряду с силами поверхностного натяжения в потоке действуют силы вязкости и силы тяжести, оказывающие влияние на картину течения, что делает экспериментальное исследование поверхностных явлений весьма сложным.

При рассмотрении влияния поверхностного натяжения на истечение наибольший интерес представляет выяснение условий, при которых влиянием поверхностного натяжения можно полностью пренебречь (т.е. когда наступает автомодельность относительно числа Вебера), а также условий, при которых влияние поверхностного натяжения является решающим (явление становится практически автомодельным относительно числа Рейнольдса $Re = \frac{\sqrt{gHd\rho}}{\mu}$ и числа Фруда $Fr = \frac{H}{d}$).

Влияние поверхностного натяжения становится преобладающим при малом влиянии сил тяжести и вязкости. Для уточнения границ влияния поверхностного натяжения были построены кривые изолиний коэффициента расхода в системе координат Re_n и We_n и Fr_n и We_n по данным опытов Гамильтона Смита, Гриве и Бильтона над истечением из малых отверстий в тонкой стенке. Связь между We_n и We_d определяется из зависимости

$$We_d = \frac{v^2 d \rho}{\sigma} = \frac{\varphi^2 2gH\rho d}{\sigma} = 2\varphi^2 We_n, \\ We_n = \frac{We_d}{2\varphi^2}. \quad (5)$$

Из рассмотрения кривых изолиний можно прийти к следующим выводам.

1. При больших значениях Re_n и Fr_n (малое влияние сил вязкости и сил тяжести) коэффициент расхода уменьшается с возрастанием We_n .

2. При малых значениях Fr_n ($Fr_n < 10$) коэффициент расхода практически не зависит от числа Вебера.

А также, чем меньше Re_n , тем при меньших значениях We_n прекращает проявляться действие сил поверхностного натяжения, а чем больше Re_n , тем при больших значениях We_n еще проявляются силы поверхностного натяжения. Иными словами, при сильном влиянии вязкости затрудняется проявление сил поверхностного натяжения и наоборот.

Таким образом, влияние поверхностного натяжения существенно при истечении жидкостей малой вязкости из отверстий малого диаметра и при малых напорах.

Для определения изменения коэффициента расхода отверстия, вызванного поверхностным натяжением, воспользуемся формулой Лауфера

$$\frac{\mu_\sigma}{\mu_o} = 1 + \frac{8}{We_d}, \quad (6)$$

где μ_o - коэффициент расхода отверстия при отсутствии поверхностного натяжения;

μ_σ - коэффициент расхода отверстия при поверхностном натяжении σ .

Преобразуя формулу (6) с учетом формулы (5), получаем

$$\mu_{\sigma} = \mu_o \left(1 + \frac{8}{2\varphi^2 We_n} \right) = \mu_o \left(1 + \frac{4}{\varphi^2 We_n} \right).$$

Принимая (для больших We_n и Re_n) $\varphi \cong 1$, получим

$$\mu_{\sigma} = \mu_o \left(1 + \frac{4}{We_n} \right).$$

Применительно к истечению воды из отверстий малого диаметра выражению для числа Вебера (4) можно придать более простой вид (учитывая, что для воды $\sigma = 0,075$ гс/см)

$$We \cong 25(Hd),$$

где H и d в см.

Таким образом, малым значениям Вебера отвечают малые значения произведения Hd . Для того чтобы влияние сил поверхностного натяжения было практически незаметным, достаточно принять (при истечении воды) $(Hd) > 100$.

ВЫВОДЫ

1. Коэффициенты истечения в ряде случаев испытывают зависимость от числа Вебера, причем коэффициент расхода и коэффициент сжатия струи уменьшаются с ростом числа Вебера, а коэффициент скорости возрастает.

2. При определении характеристик истечения жидкости из отверстий малого диаметра при малых напорах (капельниц и микроводовыпусков) необходимо учитывать влияние поверхностного натяжения, которое становится существенным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидравлические сопротивления. Альтшуль А.Д.М., «Недра», 1970. – 216с.
2. Механизация полива: Справочник/Штепа Б.Г., Носенко В.Ф., Винникова Н.В. и др. – М.: Агропомиздат, 1990. – 336 с.
3. Чугаев Р. Р. Гидравлика. - Энергоиздат, 1982.-672с.
4. Рабинович Е.З. Гидравлика. М., «Недра», 1980.-278с.

УДК 515.2

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

Бобыр И.О. магистрант, Куликов Г.В., к.т.н., доцент, Казьмина А.И., доцент.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В настоящее время основная масса зданий, построенных в 60-е – 70-е годы имеет прочностные дефекты и требует сверхнормативных расходов тепловой энергии. Поэтому назрела острая необходимость в определении критериев и показателей, характеризующих соответствие фактического технического состояния зданий нормативным требованиям с учётом комплексных вопросов энергосбережения и определения критериев, обеспечивающих экономическое стимулирование энергосбережения.

Реконструкция, энергосбережение, энергоэффективность, климат.

Фонд построенных в прошлом жилых зданий в Украине и Крыму, с точки зрения энергопользования, оказался неэффективным. Достаточно сказать, что при высоком, в целом, уровне энергопотребления отопление зданий в Украине и Крыму расходует около 40% произведённой в стране тепловой энергии, тогда как в западных странах эта доля составляет 20-22%.

Кроме этого здания, построенные в 60х-70х годах не отвечают теплотехническим требованиям согласно ДБН В.2.6-31:2006. «Теплова ізоляція будівель».

Стратегическая задача на ближайшие 20 лет – ликвидация жилищного кризиса в стране. Наиболее рациональным и экономичным направлением решения данной задачи должно быть **объединение двух инвестиционных процессов – нового строительства и реконструкции жилья в единый процесс «вторичной» застройки.** Мало и средне