Измерения показателей электростатического поля производятся с помощью ИПЭП-1 [3]. Полученные в ходе измерений данные сведены в табл. 2.

Как видно по данным табл. 2, с возрастанием воздухопроницаемости образцов внутри группы синтетических материалов возрастают показатели электростатического поля.

Таблица 2

Показатели электрических свойств образцов экспериментальных материалов

№ п/п	Потенциал электростатически заряженных объектов, кВ		Напряженность электростатического поля, кВ/м		Поверхностная плотность электрических зарядов, мкКл/м^2	
	До трибоэлектризации	После трибоэлектризации	До трибоэлектризации	После трибоэлектризации	До трибоэлектризации	После трибоэлектризации
1	0,018	0,044	0,75	2,425	0,006	0,018
2	0,02	0,092	0,925	4,775	0,009	0,034
3	0,03	0,35	1,575	18,85	0,031	0,162
4	0,026	0,56	1,7	19,725	0,007	0,139
5	0,014	0,608	0,475	27,55	0,004	0,246
6	0,002	0,713	0,1	33,325	0,001	0,338

Динамика наблюдаемого процесса может быть объяснена следующими очевидными взаимосвязями:

Воздухопроницаемость материалов возрастает как с увеличением количества сквозных пор в образце, так и с ростом их геометрических размеров.

Воздушные слои в объеме материалов препятствуют процессу электропроводности. В результате величина электростатического заряда, стекаемого в единицу времени, обусловленная объемной электропроводностью, уменьшается. Следовательно, электрическое сопротивление такого образца возрастает.

Поверхность материала представляет собой ячеистую структуру. И волокна материала, изначально обладающие достаточно высоким электрическим сопротивлением, при увеличении воздухопроницаемости только увеличивают свое электрическое сопротивление, что препятствует быстрой разрядке образцов. А это, в свою очередь, представляет собой электростатической безопасности.

Список литературы

1. Черунова И.В., Меркулова А.В., Щеникова Е.А. Антиэлектростатический эффект материалов для одежды. Международное научное издание Современные фундаментальные и прикладные исследования = International scientific periodical Modern fundamental and applied researches, 2012, № 1-4. – С. 46-48.

2. Черунова И.В., Щеникова Е.А., Меркулова А.В. Электростатическая безопасность. Пути совершенствования защитной одежды. – LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 120 с.

3. Измеритель параметров электростатического поля ИПЭП-1: Руководство по эксплуатации УШЯИ.411153.002 РЭ. – М.: ОАО «МНИПИ», 2003. – 26 с.

Секция «Инновации и энергосбережение при обслуживании зданий и инженерных систем», научный руководитель – Семиненко А.С.

ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА МИКРОКЛИМАТ В ПОМЕЩЕНИИ

Дрозд Д.В., Елистратова Ю.В., Семиненко А.С.

ГОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», Белгород, e-mail: seminenko.as@gmail.com

Микроклимат помещения – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

Согласно ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» для человека, находящегося в спокойном состоянии, комфортной является температура воздуха 21–23 °С, при легкой работе – 19–21 °С, при тяжелой работе – 14–16 °С [2]. При определении расчетных метеорологических условий в помещениях учитываются интенсивность труда, характер тепловыделений и выделений загрязняющих атмосферу веществ, период года. Оптимальные значения относительной влажности воздуха находятся в диапазоне 40–60 %. Оптимальные скорости воздуха в помещении для холодного периода года принимаются 0,2–0,3 м/с, а для теплого 0,2–0,5 м/с [2].

Влияние ветра на дома и жилую застройку сказывается довольно сильно. При приближении ветрового потока к зданию он начинает оказывать давление на ту часть фасада, которая обращена к нему (*наветренная* часть здания). В результате с этой стороны здания образуется зона повышенного давления или ветровой подпор, при котором холодный воздух более интенсивно начинает проникать через стены, окна, стыки, щели внутрь жилых помещений, сильно их охлаждая (данное явление называется *инфильтрацией*). Среди трех факторов (ветровое давление, гравитационное давление, давление под действием системы вентиляции), определяющих инфильтрационный перепад давлений, ветровой напор наиболее значим [1].

Обогнув здание, ветровой поток продолжает свое движение, образуя с противоположной стороны (*заветренная* или *подветренная* часть здания) – зону пониженного давления или ветровой отсос. В результате этого возникает значительный перепад давлений с двух противоположных сторон дома, что способствует проникновению холодного воздуха в помещение, более интенсивному движению воздуха внутри дома от наветренной стороны к противоположной, сильные сквозняки, выветривающие тепло из комнат, понижение температуры внутреннего воздуха и резкое увеличение тепловых потерь зимой.

Увеличение скорости ветра при неизменной температуре наружного воздуха вызывает увеличение давления на наветренный фасад здания, в результате чего увеличивается теплопотери помещения, связанные с нагревом поступающего воздуха. Следует отметить, что скорость и направление ветра оказывают более сильное воздействие на распределение воздушных потоков в системе вентиляции и на расходы

инфильтрации, чем температура наружного воздуха. Изменение температуры наружного воздуха от –15 °С до –30 °С приводит к такому увеличению воздухообмена в квартире, как и увеличение скорости ветра от 3 до 3,6 м/с [3].

Возрастание скорости ветра не сказывается на расходе воздуха, удаляемого из квартиры подветренного фасада. Однако при не достаточно герметичных входных дверях приток в квартиры уменьшается через окна и увеличивается через двери. Поэтому к входным дверям в квартиры СНиП «Строительная теплотехника» [5] предъявляется требование высокой герметичности, обеспечивающей воздухопроницаемость не более 1,5 кг/ч·м^2.

Кроме того, неплотность квартирных дверей порождает проблему перетекания отработанного воздуха из квартир нижних этажей по лестничной клетке в квартиры верхних этажей [5], в результате чего даже при хорошо работающей вытяжной вентиляции приток свежего воздуха значительно сокращается. В зданиях с односторонним расположением квартир эта проблема усугубляется.

При естественной вытяжной вентиляции окна играют роль приточных устройств. С одной стороны малая воздухопроницаемость окон приводит к нежелательному сокращению воздухообмена, а с другой – к экономии теплоты на подогрев инфильтрационного воздуха. Воздухопроницаемость окон жилых зданий по СНиП «Строительная теплотехника» не должна превышать 5 кг/ч·м^2 для пластиковых и алюминиевых окон, 6 кг/ч·м^2 – для деревянных.

Согласно действующим нормам расход инфильтрующегося воздуха можно определить по нормируемым значениям, либо по располагаемой разности давлений:

$$G_i = 0,216\sum A_1 \triangle p_{iu}^{0,67} / R \ + \sum A_2 G_H (\triangle p_i / \triangle p_1)^{0,67} + 3456\sum A_3 \triangle p_i^{0,5} + 0,5\sum l \triangle p_i / \triangle p_1$$

где A_1, A_2 – площади наружных ограждающих конструкций, м^2, соответственно световых проемов и других ограждений; A_3 – площадь щелей, неплотностей и проемов в наружных ограждающих конструкциях; R_u – сопротивление воздухопроницанию, м^2·Па/кг; G_H – нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций, кг/(м^{2}ч); l – длина стыков панелей, м; $\triangle p_i, \triangle p_1$ – расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при Δp=10 Па:

$$\triangle p_i = (H - h_i)(\gamma_i - \gamma_p) + 0,5 p_i \nu^2 (c_{e,n} - c_{e,p}) k - p_{\text{int}}$$

H – высота здания, м, от уровня земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или шахты; h_i – расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, дверей, ворот проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей; p_i – плотность, кг/м^3, наружного воздуха; v – скорость ветра, м/с; $c_{e,n}$, $c_{e,p}$ – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений; k – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания; p_{int} – условно-постоянное давление воздуха, Па, в помещении, определяемое расчетом из условия соблюдения равенства масс воздуха, поступающего в помещение и удаляемого из него в результате инфильтрации через ограждающие конструкции; в помещениях, имеющих системы с искусственным побуждением при расчете следует учитывать дисбаланс масс воздуха, подаваемых и удаляемых этими системами из помещения; γ_i, γ_p – удельный вес, Н/м^3, наружного воздуха и воздуха помещения, удельный вес определяется по формуле: $\gamma = 3463/(273 + t)$.

Однако при увеличении ветровой нагрузки теплопотери увеличиваются не только за счет тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха, но и за счет увеличения коэффициента теплоотдачи от наружной поверхности. Расход тепла для зданий при отсутствии ветра и расчетной температуре наружного воздуха $t_{\text{нр}}$ составляет около 80 % от расхода тепла при расчетной скорости ветра V_p = 5 м/с.

Согласно расчетным данным МНИИТЭП [6] о влиянии скорости ветра на теплопотери при различных температурах наружного воздуха для 16-этажного здания, расход тепла для заветренного фасада и при отсутствии ветра для большей части отопительного сезона составляет 80-88 % от расхода тепла наветренным фасадом при расчетной скорости ветра 5 м/с.

Известна методика расчета текущей тепловой нагрузки на отопление здания, учитывающая расчетную скорость ветра и значение текущей наружной температуры [6]:

– эмпирическая зависимость, характеризующая искомое изменение расхода тепла на отопление наветренного фасада здания:

$$Q_{ovi}^{\text{н}} = \frac{1}{2}\left\{\left(Q_{\text{ор}} + Q_{\text{инф}}\right)\frac{t_{\text{в}} - t_{ni}}{t_{\text{в}} - t_{\text{нр}}}\left[a + (1-a)\left(V_i / V_p\right)^2\right] - Q_{\text{б}}\right\} \geq 0,$$

– для заветренного фасада расход тепла на отопление определяется по формуле:

$$Q_{ovi}^{3} = \frac{1}{2}\left[\left(Q_{\text{ор}} + Q_{\text{инф}}\right)\frac{t_{\text{в}} - t_{ni}}{t_{\text{в}} - t_{\text{нр}}} a - Q_{\text{б}}\right] \geq 0,$$

где Q_{ovi} – расход тепла при сочетании текущих скорости ветра V_i и температуры наружного воздуха t_{ni}, Вт; Q_{op} – расчетный расход тепла при расчетных температуре наружного воздуха и скорости ветра, Вт; V_i и V_p – соответственно, текущая скорость в районе застройки на уровне среднего этажа и расчетная скорость ветра, м/с. При V_p = 2; 5; 10 м/с коэффициенты в квадратной скобке a и (1 – a) принимают значения 0,94 и 0,06; 0,8 и 0,2; 0,51 и 0,49 соответственно V_p (сумма их равна 1); $Q_{\text{инф}}$ – расход тепла на нагревание инфильтрационного воздуха, Вт; $Q_{\text{б}}$ тепловой поток от бытовых источников теплоты, Вт.

Суммарный расход тепла на отопление здания при текущих t_{ni} и V_i определяется как сумма расходов для наветренного и заветренного фасадов.

Потребное количество тепловой энергии, кДж, для здания определяется по формуле

$$Q_{ov}^{\text{пер}} = 3,6\sum_{i=1}^{z}\left(Q_{ovi}^{\text{н}} + Q_{ovi}^{3}\right) z_i,$$

где $Q_{ovi}^{\text{н}}$, Q_{ovi}^{3} – соответственно, расход тепла для наветренного и заветренного фасадов, Вт; z_i – про-

должительность стояния сочетаний температуры $t_{нi}$ и V_i, ч; z – продолжительность расчетного периода, ч $\left(z = \sum_i z_i \right)$.

Различают суточный и годовой ход скорости ветра. Годовой зависит от климатических условий, а суточный ход определяется интенсивностью вертикального обмена между нижними и верхними слоями воздуха в атмосфере в течение суток. У поверхности земли в суточном ходе скорости ветра минимум наблюдается в ночные часы, когда ветер ослабевает до штиля. После восхода солнца ветер обычно усиливается, и его скорость достигает максимума в 13-14 часов. Ветер не обладает постоянным направлением и скоростью, он воздействует порывами, отделенными друг от друга интервалами более слабого ветра. Следует отметить, что на теплопотери здания оказывают влияние не отдельные порывы ветра, а его усредненное значение за определенный промежуток времени, и именно это обстоятельство должно учитываться в системах управления подачей тепла в здания [7].

Выводы. Таким образом, для создания требуемых температурных условий в отапливаемых помещениях и правильного функционирования систем ОВК, при проектировании и реконструкции которых, обязательно следует принимать во внимание давление воздуха. Влияние ветрового воздействия необходимо компенсировать соответствующим изменением подачи тепла в систему.

Список литературы

1. Anis W.A. Влияние воздухопроницаемости на проектирование систем климатизации / «АВОК» – 2003, № 2.
2. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2003.
3. Китайцева Е.Х., Малявина Е.Г. Естественная вентиляция жилых зданий / «АВОК» – 1999, № 3.
4. Коряка Л.В. Об актуальности модернизации систем вентиляции многоэтажного жилого дома / Л.В. Коряка, Ю.В. Елистратова, А.С. Семиненко // Сб/ работ III областной студенческой научно-практической конференции «Студенческая наука Белгородчины» / НИУ БГУ, Белгород, 2012 г. – Режим доступа: http://www.yavnauke.ru/stati/teplosnabzhenie-ventiljacija-kondicionirovanie-vozduha-gazosnabzhenie-i-osveshenie/ob-aktualnosti-modernizaci-sistem-ventiljaci-mnogoyetazhnogo-zhilogo-doma.html (проверено: 10.02.2013).
5. СНиП II-3-79* Строительная теплотехника / Госстрой СССР. – М.: НИИСФ, 1998.
6. Фаликов В.С. Энергосбережение в системах тепловодоснабжения зданий: – М.: ГУП «ВИМИ», 2001. – 164 с.
7. Чистович С.А. Авторегулирование расхода тепла в системах теплоснабжения и отопления. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1975.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Ермак А. А., Самородов А.В., Копелевич М.Л.

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, e-mail: himer_x_time@rambler.ru

В работе поставлена задача создания элетромеханического преобразователя энергии (ЭМПЭ), который мог бы одновременно преобразовывать два независимых разнородных и взаимодополняющих источника (например: Солнце и ветер или термическая и гидроэнергия) энергии в электрическую с тем чтобы обеспечить большую стабильность питания автономной системы электроснабжения и меньшую зависимость от одного источника энергии.

В Кубанском государственном технологическом университете (КубГТУ) на кафедре Электротехники и электрических машин за последние годы разработаны ряд электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ), позволяющие использовать два вида (входа) энергии (к примеру, солнце и ветер) для получения на выходе, складывая их, суммарную электрическую энергию.

В КубГТУ разработана двухмерная электрическая машина (ДЭМ) позволяющая решать такие задачи. По данным устройствам имеются 4 патента РФ на изобретения РФ (№ 2091967, 2332774, 2349014, 2349016).

Применение разработанного в НИР двухвходового электромеханического преобразователя энергии позволит повысить надежность автономных систем электроснабжения при обеспечении высоких качественных показателей выходных параметров. Ветро-солнечная установка на базе ДЭМ мощностью до 20-100 кВт может быть с успехом использована в системе автономного электроснабжения небольших бытовых или других объектов в труднодоступной местности, где установленные мощности потребителей малы и создавать протяженные электрические сети для снабжения этих потребителей дорого, нерационально, а иногда просто не предоставляется возможным.

Актуальность проблемы. В настоящее время основным (98 %) источником получения электрической энергии в мире является ископаемое топливо. Вместе с тем энергия, поступающая от Солнца на Землю, превышает современное энергопроизводство, примерно, в $2 \cdot 10^4$ раз. К этому следует добавить, что около 2 % поступающей на Землю солнечной радиации превращается в энергию ветра, как результат тепловых процессов, происходящих в атмосфере.

В общем случае энергию ископаемого топлива, и даже гидроэнергию, используемую человеком для получения электрической энергии, можно рассматривать как преобразованную солнечную энергию по схеме: солнечная радиация – органический синтез (образование каменного угля, нефти, газа и т.п.) – сжигание топлива (получение тепловой энергии) – преобразование тепловой энергии сначала в механическую (в турбине), а затем – в электрическую в (генераторе); или по схеме: солнечная радиация – испарение влаги – конденсация – осадки – водоемы – преобразование механической энергии водного потока в электрическую энергию. Однако коэффициент преобразования солнечной энергии, как подавляющей энергии на Земле, по приведенным (природным) схемам не превышает сотых долей процента и это означает, что огромный её поток, поступающий на Землю, используется в незначительных количествах.

Использование традиционных электрических машин для нетрадиционной области энергетики либо неэффективно, либо вовсе невозможно из-за невысокой плотности потока возобновляемых источников энергии (ВИЭ), прерывистого характера поступления последних. Так, плотность радиации Солнца у земной поверхности и ветровой энергии при скорости до 10 м/с колеблется от нуля до 1 кВт/м^2, тогда как плотность потока электромагнитной энергии в воздушном зазоре обычной электрической машины (ЭМ) составляет 50 кВт/мм^2.

Основные требования к нетрадиционным ЭМПЭ вытекают из характера используемых энергоисточников и требований, предъявляемых потребителями к энергосистеме: обеспечить удовлетворительный уровень колебания не более ± 10 % выходного напряжения и не более ± 5 % частоты – в генераторном режиме работы; не более ± 10 % момента и угловой скорости вращения – в двигательном режиме при постоянных, резких и многократных по величине колебаниях входных параметров. Другим важным требо-