

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ивановский государственный политехнический университет»
(ИВГПУ)

Кафедра безопасности жизнедеятельности

Методические указания
для выполнения лабораторной работы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Направление подготовки 280700 Техносферная безопасность



Иваново 2014

Методические указания разработаны для студентов, обучающихся по направлению подготовки 280700 Техносферная безопасность, и предназначены для выполнения лабораторной работы по дисциплине основы физико-химических и биологических измерений.

Составитель канд. техн. наук, доц. А.Ю. Шарова

Научный редактор канд. техн. наук, доц. И.А. Павлова

Цель работы – изучить принцип действия анемометров, научиться практически определять скорость воздушного потока и теплоощущения человека.

1. Приборы для измерения скорости воздушного потока

Для измерения скорости движения (подвижности) воздуха используются приборы, называемые анемометрами.

В зависимости от конструктивных особенностей различают анемометры:

- чашечный (диапазон измерений от 0,6 до 42 м/с);
- крыльчатый или лопастной (диапазон измерений от 0,3 до 42 м/с);
- ультразвуковой /термоанемометр (диапазон измерений от 0,02 до 75 м/с);
- узкоспециализированные – пневмоанемометры, оптические.

В **чашечных** (рис. 1) и **крыльчатых** (рис. 2) **анемометрах** движение воздуха воспринимается либо 4-мя полыми полушариями, либо пластинками, изогнутыми в виде лопастей. Их вращение системой зубчатых колес передается стрелкам.

Так как чашечные анемометры могут осуществлять измерения только в одной плоскости, перпендикулярной оси вращения, крыльчатые анемометры являются более совершенной их модификацией. Крыльчатый анемометр подстраивается под направление ветра, соответственно, с помощью этих приборов можно узнать не только скорость движения воздушных масс, но и направление движения.

Измерительный механизм, встроенный в анемометры, может быть *механическим* или *электрическим*.

Наибольшее распространение получили электронные или цифровые анемометры, которые оснащены дополнительными встроенными устройствами, позволяющими измерить направление воздушных масс, объемный расход воздуха, температуру, влажность и давление воздуха. Такие

многофункциональные анемометры представляют собой практически полноценную портативную метеостанцию /1/.



Анемометр механический чашечный MC-13



Анемометр электронный чашечный Skywatch Eole

Рис. 1. Чашечные анемометры



Анемометр механический крыльчатый ACO-3



Анемометр электронный крыльчатый Skywatch Xplorer

Рис. 2. Крыльчатые анемометры

Ультразвуковые / термоанемометры (рис.3). Их действие основано на измерении скорости испускаемых ультразвуковых волн, которая напрямую зависит от скорости и направления ветра. Так как скорость распространения звуковых волн в воздухе зависит еще и от его температуры, ультразвуковые анемометры оснащены встроенными температурными датчиками. Поэтому этот тип измерительных приборов и носит название термоанемометров.

Ультразвуковые анемометры являются наиболее современным видом приборов, предназначенных для измерения скорости ветра. Они представляют собой полноценный контрольно-измерительный прибор, поэтому на данный момент в основном именно термоанемометры используются для интеграции в системы автоматизации.



Термоанемометр (переносной) Testo 425



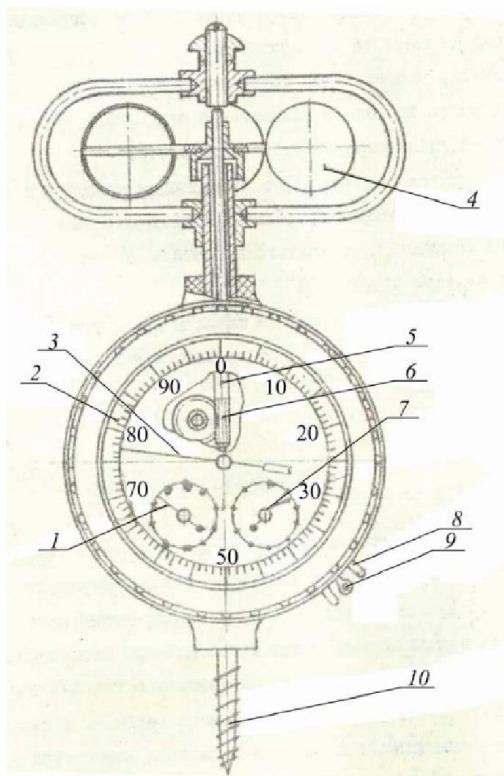
Ультразвуковой анемометр (стационарный) Gill Windobserver 2D

Рис. 3. Термоанемометры

2. Выполнение лабораторной работы

Часть 1. Чашечный анемометр

Назначение анемометра. Анемометр ручной чашечный (рис. 4) предназначен для измерения скорости движения воздуха, осредненной за определенный промежуток времени.



- 1 – стрелка шкалы сотен;
- 2 – циферблат;
- 3 – стрелка шкалы единиц;
- 4 – вертушка;
- 5 – ось;
- 6 – червяк;
- 7 – стрелка шкалы тысячи;
- 8 – ушки;
- 9 – арретир (рычаг, останавливающий движение стрелок);
- 10 – винт.

Рис. 4. Анемометр ручной чашечный (МС -13)

Описание прибора. Ветроприемником анемометра служит четырехчашечная вертушка 4, насаженная на ось 5 и вращающаяся в опорах. На нижнем конце оси 5 нарезан червяк 6, связанный с редуктором, передающий движение трем указывающим стрелкам. Циферблат 2 имеет соответствующие шкалы единиц, сотен и тысяч. Включение и выключение механизма производится арретиром 9. Нижняя часть корпуса заканчивается винтом 10, служащим для крепления анемометра на стойке или шесте. В корпусе анемометра по обе стороны арретира 9 ввернуты ушки 8, через которые

пропускается шнур для включения и выключения анемометра, поднятого на стойке (шесте). Шнур привязывается за ушко арретира 9.

Проведение измерений и обработка результатов. Перед измерением скорости ветра выключают с помощью арретира передаточный механизм и записывают начальное показание счетчика (по всем трем шкалам). После этого анемометр устанавливают вертикально в измеряемом воздушном потоке; через некоторое время (10...15 с) одновременно включают механизм прибора и секундомер. Определение скорости воздушного потока производят в течение 1...2 мин. По истечении этого времени механизм прибора и секундомер выключают и записывают конечное показание счетчика и время экспозиции.

Делением разности конечного и начального показаний счетчика на время экспозиции, определяют число делений, приходящихся на 1 с.

Скорость ветра определяется по графику (рис. 5), приложенному к прибору.

Задание 1: заполните протокол 1.

Протокол 1

Показатели	Измерения		
	1	2	3
Начальные показания счётчика			
Конечные показания счётчика			
Разность отсчётов			
Длительность замера, с			
Частота вращения, об/с			
Скорость движения воздуха, м/с			

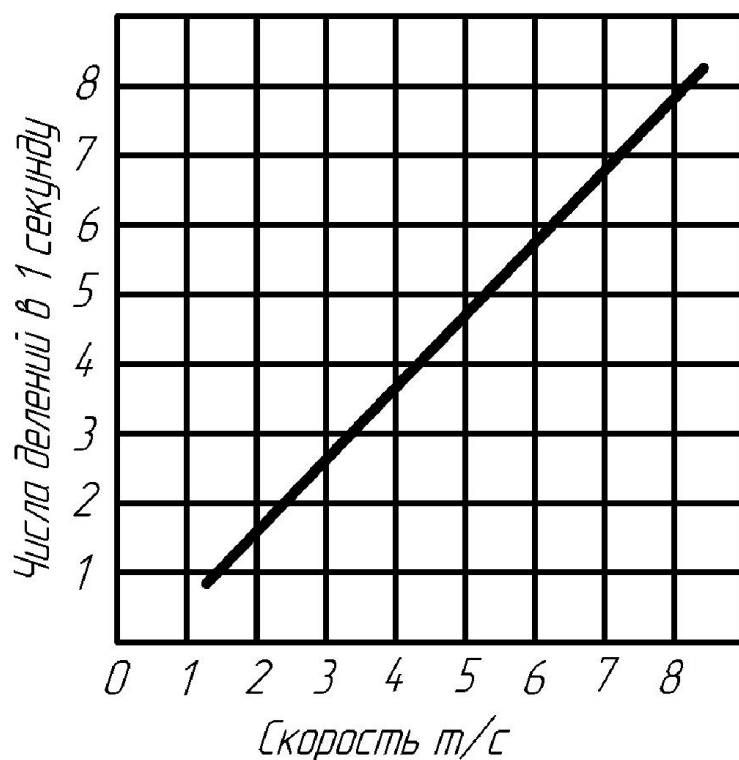


Рис. 5. График перевода показаний счетчика чашечного анемометра в показания скорости движения воздуха.

Часть 2. Шкала Бофорта

Скорость движения воздуха на открытой местности можно определить по визуальным признакам (по так называемой шкале Бофорта) (табл . 1). Эта шкала является условной: в ее основе – оценка скорости ветра по его воздействию на наземные предметы или по волнению на море.

Шкала Бофорта – двенадцатибалльная шкала, принятая Всемирной метеорологической организацией для приближенной оценки скорости ветра по его воздействию на наземные предметы или по волнению в открытом море. Средняя скорость ветра указывается на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью.

Шкала Бофорта

Баллы Бофорта	Словесное определение силы ветра	Средняя скорость ветра, м/с	Действие ветра
			на суше
0	Штиль	0—0,2	Безветрие. Дым поднимается вертикально, листья деревьев неподвижны
1	Тихий	0,3—1,5	Направление ветра заметно по отношению дыма, но не по флюгеру
2	Лёгкий	1,6—3,3	Движение ветра ощущается лицом, шелестят листья, приводится в движение флюгер
3	Слабый	3,4—5,4	Листья и тонкие ветви деревьев всё время колышутся, ветер развеивает лёгкие флаги
4	Умеренный	5,5—7,9	Ветер поднимает пыль и мусор, приводит в движение тонкие ветви деревьев
5	Свежий	8,0—10,7	Качаются тонкие стволы деревьев, движение ветра ощущается рукой
6	Сильный	10,8—13,8	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телеграфные провода
7	Крепкий	13,9—17,1	Качаются стволы деревьев
8	Очень крепкий	17,2—20,7	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра очень трудно
9	<u>Шторм</u>	20,8—24,4	Небольшие повреждения, ветер начинает разрушать крыши зданий
10	Сильный шторм	24,5—28,4	Значительные разрушения строений, ветер вырывает деревья с корнем
11	Жестокий шторм	28,5—32,6	Большие разрушения на значительном пространстве. Наблюдается очень редко.
12	<u>Ураган</u>	> 32,6	Огромные разрушения, серьезно повреждены здания, строения и дома, деревья вырваны с корнями, растительность уничтожена. Случай очень редкий.

Задание 2: определите скорость ветра по визуальным признакам за окном.

Часть 3. Тепловое ощущение человека

Тепловое ощущение человека формируется главным образом под влиянием четырех факторов: температуры и влажности воздуха, скорости его перемещения (подвижности) и температуры ограждающих поверхностей помещения /3/.

Если человек не ощущает ни холода, ни перегрева, ни движения воздуха, метеорологическое состояние окружающей его воздушной среды считается комфортным в тепловом отношении. Иными словами, человек чувствует себя комфортно, когда от него отводится столько тепла, сколько вырабатывается организмом. То есть комфортность зависит от баланса между теплогенерацией и теплопотерями в окружающую среду.

Теплообмен человека с окружающей средой происходит следующими способами /4/:

- конвекцией (обмен тепла с воздухом);
- кондукцией (обмен тепла с твердыми предметами);
- излучением (это процесс распространения электромагнитных колебаний, обусловленный тепловым движением атомов и молекул излучающего тепла).

Внутренняя температура человеческого тела управляется довольно сложным механизмом автоматической терморегуляции и поддерживается на уровне 36,6–36,8°C. Температура кожного покрова человека зависит от параметров окружающего воздуха и в среднем равна 33°C. Нормой считается температура лба, равная 32°C при температуре окружающей среды 21–22°C.

Автоматическая терморегуляция организма эффективна лишь при медленных и малых отклонениях параметров от нормальных. Так, при увеличении температуры воздуха до 26°C и выше у людей резко снижается работоспособность, появляются повышенная раздражительность и ощущение дискомфорта.

Движущийся воздух влияет не только на теплоотдачу человека, но и, воздействуя на рецепторы, на его нервно-психическое состояние. Наиболее благоприятной скоростью ветра в жаркие летние дни, когда человек легко одет,

считают 1—2 м/с. При скорости свыше 3-7 м/с проявляется раздражающее действие ветра. В закрытом помещении неприятное ощущение движения воздуха (сквозняка) наблюдается, когда скорость его движения достигает 0,3—0,5 м/с.

Дискомфортный микроклимат может быть охлаждающим (гипотермия) и нагревающим (гипертермия).

Гипертермия (*перегрев*) тела наступает в том случае, когда затрудняется отдача тепла, постоянно образующаяся в теле. Влажный, неподвижный воздух, непроницаемая для воздуха и пота одежда, способствует перегреванию тела, его температура нарастает в начале медленно, потом быстрее. Так как терморегуляция организма не безгранична, то при выделении пота организм теряет воду и соли, кровь густеет, затрудняется работа кровеносных систем. Может произойти обморок, судороги, тепловой удар.

Гипотермия (*преохлаждение*) наступает тогда, когда отдача тепла превышает его выделение:

- при пониженных температурах и большой скорости движения воздуха, увеличивающей теплоотдачу конвекцией, создаётся ощущение ещё большего холода;

- при наличии большой массы «холодного металла», поглощающего лучистую энергию.

При очень резком или длительном охлаждении наблюдаются расстройство кровообращения, снижение иммунобиологических свойств крови, простудные заболевания, обморожение.

Теплоощущения человека чаще всего оценивают /5/ по семибалльной шкале: "очень холодно", "холодно", "прохладно", "комфорт", "тепло", "жарко", "очень жарко".

Задание 3: определите тепловые ощущения человека при условиях, приведенных в табл. 2, оптимальные значения параметров микроклимата представлены в табл. 3.

Таблица 2

Тепловые ощущения человека

Период года	Категория работ (по уровню энергозатрат, Вт)	Температура воздуха, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Тепловые ощущения
Холодный	1а (до 139)	21	0,1	прохладно
Теплый	1а (до 139)	26	0,1	жарко
Холодный	1а (до 139)	22	1,2	холодно
Теплый	1а (до 139)	25	0,5	тепло

Таблица 3

Оптимальные значения параметров микроклимата /6/

Период года	Категория работ (по уровню энергозатрат, Вт)	Температура воздуха, °С	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1а (до 139)	22.. .24	0,1
Теплый	1а (до 139)	23.. .25	0,1

3. Контрольные вопросы

1. Принцип действия чашечного и крыльчатого анемометра.
2. Принцип действия термоанемометра.
3. Что такое шкала Бофорта?
4. Способы обмена теплом между человеком и окружающей его средой? Объясните их сущность.
5. Что такое гипертермия, при каких условиях и почему она возникает?
6. Что такое гипотермия, при каких условиях и почему она возникает?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <http://www.anemometer.ru>.

2. <http://meteoinfo.ru/bofort>.
3. http://www.hvac-school.ru/vestnik_ano/vestnik_ano_ukc_universitet_10.
4. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. Гигиена. Учебник для студентов медицинских вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1984. – 320 с.
5. Зотов Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 2003. – 432 с.
6. СанПиН 2.2.4.584-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Приборы для измерения скорости воздушного потока	3
2. Выполнение лабораторной работы	6
Часть 1. Чашечный анемометр	6
Часть 2. Шкала Бофорта	8
Часть 3. Тепловое ощущение человека	10
3. Контрольные вопросы	12
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	13