НИИСФ ГОССТРОЯ СССР

РУКОВОДСТВО
ПО ИСПЫТАНИЮ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

МОСКВА 1979

gost.e-ecolog.ru

УДК 69.028.33

Рекомендовано к изданию решением секции строительной светотехники научно-технического совета НИИСФ Госстроя СССР.

Руководство по испытанию солнцезащитных устройств / НИИ строит. физики Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1979. 16 с.

В Руководстве излагается методика комплексных натурных и лабораторных исследований светотехнических, теплотехнических и аэрационных качеств СЗУ. Предлагаются основные критерии оценки качества СЗУ, приводится методика выбора объектов исследований, измерений каждой из исследуемых характеристик, а также даются рекомендации по необходимым для производства измерений приборам и оборудованию, выбору контрольных точек. Указаны соответствующие условиям комфортности границы допустимых значений комплекса исследуемых параметров.

Руководство рассчитано на инженерно-технических работников проектных научных организаций.

НИИСФ Госстроя СССР
Руководство
по испытанию солнцезащитных устройств

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Г. А. Жигачева
Редактор В. В. Петрова
Мл. редактор А. Н. Ненашева
Технический редактор М. В. Павлова
Корректоры Г. Г. Морозовская, В. А. Быкова

Сдано в набор 2.11.78 Подписано к печати 19.01.79 Т-0
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 2 Гарнитура «Литерату
Печать высокая Усл. печ. л. 0,84 Уч.-изд.
Тираж 14 000 экз. Изд. № XII—8210 Заказ № 684 Цена 5

Стройиздат
103006, Каляевская, 23а

Подольский филиал ПО «Периодика» Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Подольск, ул. Кирова, 25

3202000000
30213-473
047(01)—79

Инструкт.-нормат., 1 вып. — 55—78

© Стройиздат, 1979

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ (НИИСФ) ГОССТРОЯ СССР

РУКОВОДСТВО ПО ИСПЫТАНИЮ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

ВВЕДЕНИЕ

Исследованиями, проведенными за последние годы в ряде стран, в том числе и в СССР, доказана большая роль солнечной радиации в определении характера архитектуры и качества среды в зданиях.

Однако благоприятное психофизиологическое и санирующее действие солнечной радиации может сопровождаться резким дискомфортом (световым и тепловым), особенно в южных районах нашей страны, нарушающим элементарные гигиенические требования.

Успешное решение задачи рационального использования солнечной радиации возможно только посредством применения солнцезащитных средств (СЗС), из которых самыми эффективными во всех странах признаны солнцезащитные устройства (СЗУ) на светопроемах.

В настоящее время доказано, что применение СЗУ рационально не только в функциональном, но и в экономическом отношении в любых географических районах. Единовременные затраты на такие устройства окупаются за счет снижения эксплуатационных расходов на вентиляцию и искусственное охлаждение помещений, улучшения условий и производительности труда.

Чтобы эффективно решить проблему применения СЗУ в архитектуре, необходимо знать не только основные их функции и физико-технические характеристики, но и умело использовать их на практике.

Важнейшими функциями СЗУ являются предохранение помещений от проникающей через светопроемы инсоляции, создающей световой и тепловой дискомфорт, улучшение светораспределения в интерьерах, достижение выразительности архитектурных решений.

Для оценки СЗУ приняты показатели, характеризующие функциональные и психофизиологические требования, предъявляемые к СЗУ, т. е. ограничение светового и теплового дискомфорта в помещениях в результате инсоляции, обеспечение зрительной связи с внешним пространством.

Руководство составлено Научно-исследовательским институтом строительной физики Госстроя СССР (канд. техн. наук Н. В. Оболенский, канд. арх-ры А. И. Пануров, инженеры В. В. Токарев, В. А. Могутов).

1(0,5) Зак. 684

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Руководство распространяется на методы проверки в натурных и лабораторных условиях функциональной эффективности СЗУ.

Экспериментальные исследования в натурных условиях являются лишь частью исследовательской работы и для получения научных обобщений должны сочетаться с лабораторными исследованиями. Лабораторные и натурные исследования не являются взаимозаменяемыми.

1.2. Основная роль натурных исследований заключается:

в выявлении факторов, оказывающих наибольшее влияние на характер среды в помещении при наличии СЗУ;

в проверке в натурных условиях предложений, даваемых на основе лабораторных испытаний или теоретических расчетов;

в проверке качества готовых изделий, внесении коррективов и разработке рекомендаций по применению в массовом или экспериментальном строительстве.

В настоящее Руководство включены наиболее простые и проверенные на практике приемы и приборы для определения функциональной эффективности СЗУ.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.3. Для натурных испытаний принимаются опытные экземпляры СЗУ и устройства из каждой изготовленной партии на заводе-изготовителе.

При проведении испытаний необходимо оборудовать опытные помещения, снабженные исследуемым типом СЗУ, и контрольные идентичные помещения без СЗУ, расположенные на одном этаже (исключая первый и последний) и имеющие одинаковую ориентацию светопроемов Ю—ЮЗ. Опытное и контрольное помещение должны иметь только по одному светопроему указанной ориентации. При проведении натурных испытаний во вновь строящихся зданиях следует выбирать такие здания, где отделочные работы закончены, а само здание подготовлено к сдаче в эксплуатацию. Для лабораторных исследований могут быть приняты элементы конструкции СЗУ в натуральную величину или модели всей конструкции СЗУ (в сочетании с моделями опытного и контрольного помещений) в масштабе 1 : 2—1 : 10.

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Приборы и оборудование для натурных исследований

1.4. Для фотометрических исследований следует использовать фотоэлементы ФЭС-25, откорригированные под кривую видности с набором нейтральных светофильтров, и измеритель люксметра Ю-16.

Градуировка фотоэлементов должна производиться на фотометрической скамье по объективному фотометру.

1.5. Для измерения яркости следует использовать яркомер ЯКП-1 с набором специально изготовленных фильтров. В комплект аппаратуры включается также штатив с зажимом для жесткой фиксации яркомера или фотоэлемента в контрольной точке пространства интерьера.

Теплотехнические испытания следует проводить с помощью комплекта актинометрических и термометрических приборов:

термоэлектрического актинометра Янишевского для измерения солнечной радиации, падающей на ограждение имеющее СЗУ;

пиранометра Янишевского М-80 для измерения рассеянной падающей и проходящей через светопроемы солнечной радиации;

стрелочного гальванометра ГСА-1 для замера термоЭДС актинометрических приборов;

системы термопар, потенциометра ПП-63 для замера термоЭДС термодатчиков.

Аэрационные измерения проводятся с помощью анемометра МС-13 или термоанемометра ЭА-2М для измерения скорости и температуры воздушных потоков.

Приборы и оборудование для лабораторных исследований

1.6. Для фотометрических исследований применяются при оценке величины светопропускания СЗУ фотометрический шар, при оценке характера светорассеяния — распределительный фотометр.

Оценка аэрационных качеств СЗУ проводится на установках: плоскостной и объемный гидролоток, аэродинамическая труба.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЙ

1.7. Натурные испытания проводятся в жаркое время года, в перегревный период (июль — август) при устойчивой погоде и ясном небе.

Светотехнические, актинометрические и аэрационные измерения проводятся в светлое время суток с интервалом в 1 ч.

Термометрические измерения (замеры температур ограждений, элементов СЗУ и воздуха в объеме помещения) осуществляются в суточном цикле с интервалом: 1 ч — в светлое время суток, 2 ч — в ночное время. Период измерений по каждой рассматриваемой позиции должен быть не менее 5 суток.

ВЫБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И КРИТЕРИЕВ ИХ ОЦЕНКИ

1.8. Исходя из поставленных задач для исследований следует принимать показатели, характеризующие функциональные и психофизиологические требования, предъявляемые к СЗУ, то есть ограничение светового и теплового дискомфорта в помещениях в результате инсоляции, обеспечение зрительной связи с внешним пространством.

Выполнение указанных требований в общем виде оценивается комплексом светотехнических, теплотехнических и аэрационных критериев. При светотехнической оценке СЗУ и светового режима помещения принимаются во внимание следующие условия:

полное экранирование прямого солнечного света;

обеспечение нормируемого и физиологически достаточного уровня освещения в помещении (уровни освещенности, коэффициент светопропускания τ_c);

обеспечение рекомендуемых качественных показателей освеще-

ния, в том числе равномерность освещения (коэффициент неравномерности $K_р$), характер светорассеяния (оценка величины и направления светового вектора);

обеспечение зрительной связи с внешним пространством (коэффициент пространственной зрительной связи $K_п$).

1.9. При теплотехнической оценке эффективности СЗУ и температурного режима помещения принимаются во внимание:

величина суммарной солнечной радиации, проходящей в помещение (оценка по величине коэффициента пропускания солнечной радиации $K_β$);

температуры элементов конструкции СЗУ, поверхностей ограждения и воздуха в объеме помещения (оценка по величине амплитуды колебаний температуры воздуха в опытном и контрольном помещениях).

Оценка влияния СЗУ на аэрационный режим помещения производится на основе анализа скоростных полей в помещении с СЗУ и в контрольном помещении (по величине коэффициента неравномерности поля скорости воздуха K_v).

2. МЕТОДИКА СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СЗУ

МЕТОДИКА НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Количественная оценка условий освещения

2.1. В соответствии с главой СНиП II-А. 8-72 «Естественное освещение. Нормы проектирования» выбирается характерный разрез помещения с контрольными точками (рис. 1). В каждой контрольной точке измеряется уровень освещенности на условной рабочей поверхности.

Результаты измерений в помещениях, оборудованных СЗУ, и в контрольных помещениях без СЗУ позволяют сделать вывод: обеспечивает ли данное СЗУ нормируемый уровень освещенности по относительной величине КЕО (при облачном небе в случае стационарной солнцезащиты) или рекомендуемые значения освещенности при ясном небе.

2.2. Оценка величины светопропускания основывается на определении интегрального коэффициента светопропускания $\tau_с$, равного отношению прошедшего лучистого потока к падающему в долях единицы,

$$\tau_с = F_1/F_2. \qquad (1)$$

Для указанных условий при определении $\tau_с$ необходимо провести измерения уровней освещенности в точках, указанных на рис. 2, в помещениях, имеющих СЗУ, и в контрольных помещениях.

$\tau_с$ определяется по каждому разрезу помещения и по отдельным поверхностям (как среднее значение) из соотношения

$$\tau_с = n_2/n_1, \qquad (2)$$

где n_1 — показания прибора при прохождении светового потока через открытый светопроем;

n_2 — показания прибора при прохождении светового потока через светопроем с СЗУ.

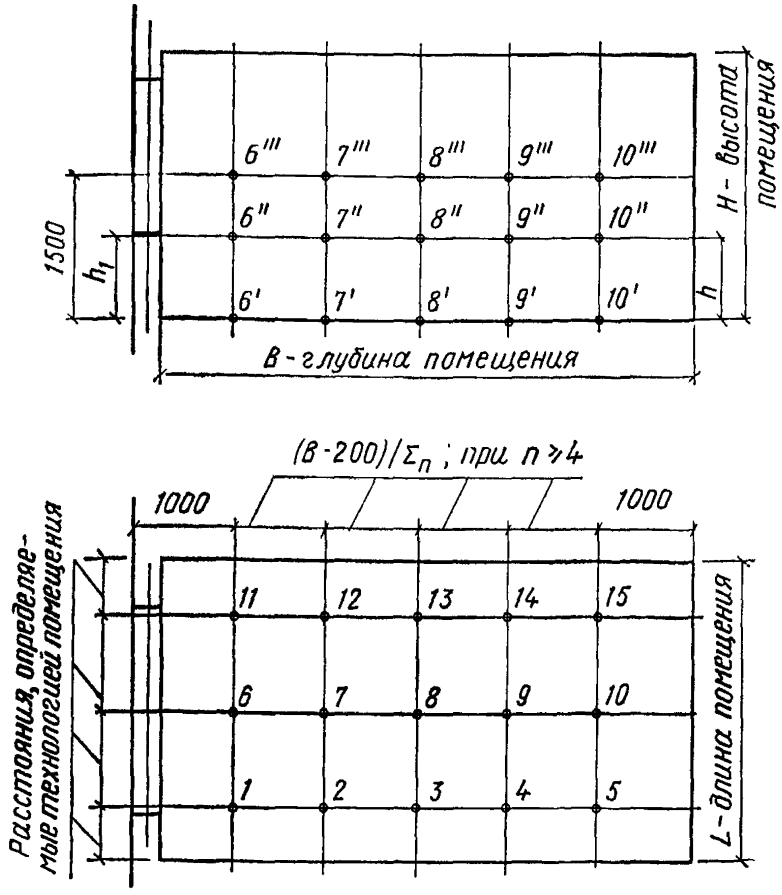

Рис. 1. Схема контрольных точек для измерений уровней освещенности

Результаты сводятся в таблицу и выбирается среднее арифметическое значение τ_c для указанных условий.

Оценка качества освещения по характеру его неравномерности и распределению яркостей в поле зрения

2.3. При ясном небе измеренные в опытном и контрольном помещениях абсолютные значения уровней освещенности дают возможность судить о характере равномерности освещения по относительной величине коэффициента неравномерности освещения $K_р$:

$$K_р = E_{min}/E_{max}. \quad (3)$$

2.4. Измерения распределения яркостей по поверхностям интерьера в поле зрения проводятся в контрольных точках яркомером ЯКП-1 с набором светофильтров. Для получения сопоставимых ре-

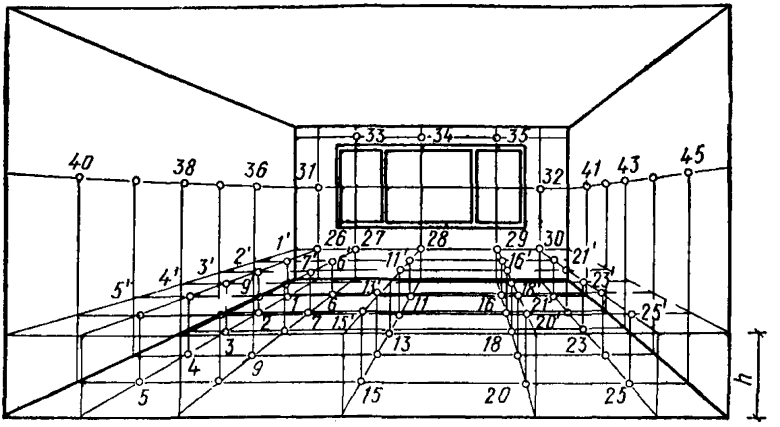

Рис. 2. Схема контрольных точек для измерения уровнеи освещенности при определении коэффициента светопропускания

зультатов яркомер должен быть жестко закреплен на штативе, причем расстояние до измеряемой поверхности должно быть не менее двух метров. Схема расположения точек измерений представлена на рис. 3.

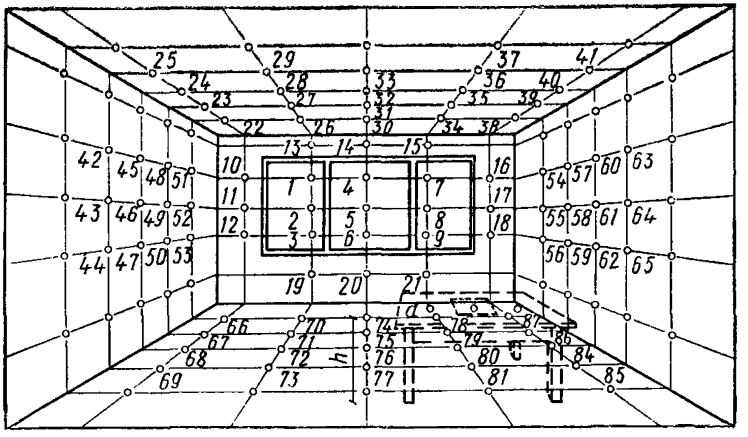

Рис. 3. Схема контрольных точек для измерения абсолютных значений яркости поверхностей интерьера в поле зрения

Результаты измерений в помещениях с СЗУ и в контрольных помещениях позволяют установить уровень снижения СЗУ слепящей яркости светопроема и ее соотношение с рекомендуемыми значениями.

Оценка характера светорассеяния

2.5. Характер светорассеяния оценивается индикатрисами светорассеяния в вертикальной плоскости (по характерному разрезу помещения) и в горизонтальной плоскости (горизонтальной плоскости проекции, проходящей через световой луч).

СЗУ обладает оптимальным светорассеянием, если в вертикальной плоскости максимум в индикатрисах светорассеяния направлен вверх от горизонта (угол с горизонтом 45°), а в горизонтальной светорассеяние равномерно.

СЗУ обладает допустимым светорассеянием, если оно в вертикальной и горизонтальной плоскостях равномерно или имеет спад силы света от максимума не более чем в пять раз (на угловом расстоянии 45° от максимума). СЗУ считается непригодным, то есть обладает недопустимым светорассеянием, если оно характеризуется значительным (более чем в пять раз) спадом силы света на угловом расстоянии 45° от максимума.

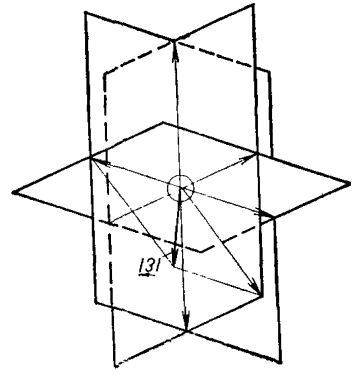

Рис. 4. Схема измерений составляющих светового вектора

В данном случае характер светорассеяния следует оценивать по составляющим светового вектора вблизи светопроема и у противоположной стены, по характерному разрезу помещений, имеющих СЗУ, и в контрольных — без СЗУ (см. рис. 1).

2.6. Измеряются освещенности в точках с обеих сторон фотоэлемента при трех его несовпадающих положениях, т. е. измеряются составляющие вектора в соответствующих косоугольных координатах (рис. 4).

Получив составляющие вектора, определив величину и координаты, можно судить о светорассеянии в помещении в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ СЗУ

Оценка величины светопропускания

2.7. При лабораторных исследованиях оценка величины светопропускания СЗУ производится фотометрическим шаром на моделях СЗУ по формуле (2). Величина n_1 в данном случае соответствует показанию прибора при прохождении светового потока через открытый проем в диафрагме фотометрического шара, n_2 — при наличии в проеме диафрагмы модели исследуемого типа СЗУ.

Оценка равномерности освещения

2.8. Оценка характера неравномерности освещения производится с помощью модели СЗУ и моделей опытного и контрольного помещений по формуле (3). В качестве источника освещения могут быть приняты установки «Искусственное небо» и «Искусственное небо зеркального типа». В качестве приемников следует использовать точечные фотоэлементы диаметром 10 мм.

Оценка характера светорассеяния

2.9. При лабораторных исследованиях оценка характера светорассеяния СЗУ, производится с помощью распределительного фотометра аналогично пп. 2.5 и 2.6.

Оценка связи с внешним пространством

2.10. Связь с внешним пространством определяется коэффициентом пространственной зрительной связи $K_{\text{п}}$, являющимся произведением коэффициента транспорантности $K_{\text{т}}$ и показателей горизонтальной и вертикальной обозреваемости внешнего пространства через светопроем $\varepsilon_{\text{г}}$ и $\varepsilon_{\text{в}}$, выраженных в долях единицы:

$$K_{\text{П}} = \varepsilon\, K_{\text{Т}}, \tag{4}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{Г}}\, \varepsilon_{\text{В}}, \tag{5}$$

Если принять за единицу горизонтальный и вертикальный пределы обзора глаза (рис. 5), то угловые размеры соответствующих сечений прозрачной ячейки СЗУ выразятся в долях единицы. Так

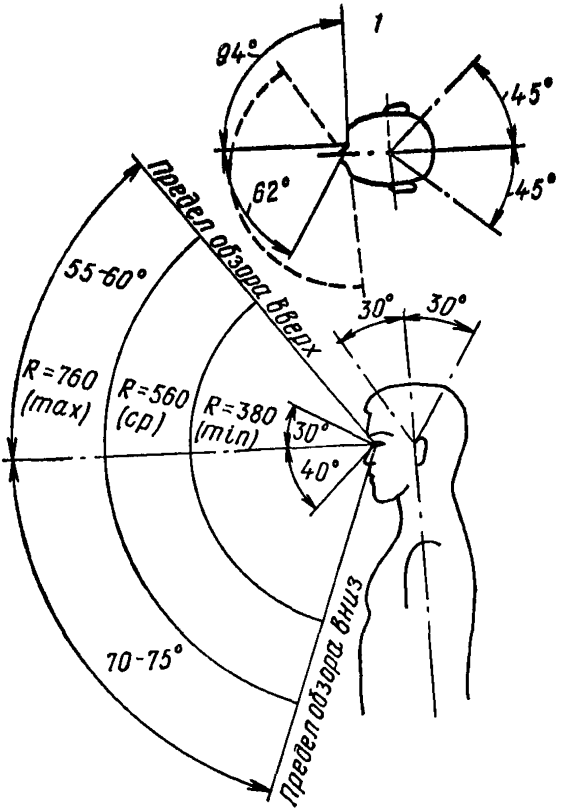

Рис. 5. Схемы полей зрения к определению коэффициента пространственной зрительной связи

как пределы горизонтального поля зрения 156°, а вертикального — 60°, то для СЗУ горизонтальная обозреваемость имеет главное значение.

Для практики установлены следующие пределы $K_П$:

I) большая обозреваемость $K_П > 0{,}4$;

II) средняя обозреваемость $0{,}4 > K_П > 0{,}1$;

III) малая обозреваемость $K_П < 0{,}1$.

2.11. В нашем случае при одном и том же типе СЗУ произведение $\varepsilon = \varepsilon_Г \cdot \varepsilon_В$ имеет характер постоянного множителя, поэтому для исследований можно принять коэффициент транспорантности $K_Т$, оцениваемый отношением площади прозрачных элементов СЗУ S_2 ко всей его площади S_1:

$$K_Т = S_2/S_1. \qquad (6)$$

2.12. Для любого СЗУ степень транспорантности имеет смысл только при соблюдении главного условия — экранирования прямых солнечных лучей (рис. 6).

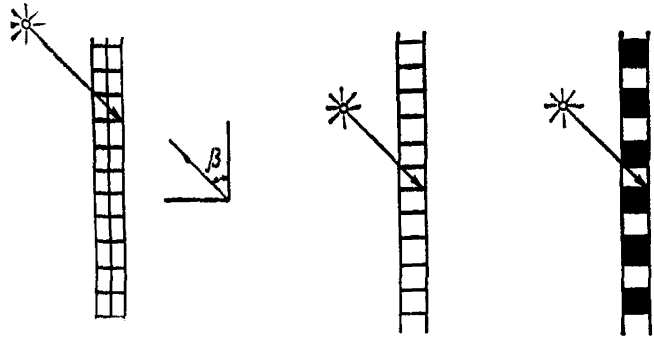

Рис. 6. Схема к определению коэффициента экранирования $K_э$

Однако при одной и той же величине защитного угла β, т. е. при $K_э = \text{const}$, можно получить различные значения $K_Т$ и, следовательно, разную степень связи с внешним пространством, так как главную роль здесь будет играть угол наклона горизонтальных и вертикальных элементов СЗУ к плоскости фасада, а сумма проекций прозрачных элементов на всю площадь светопроема является

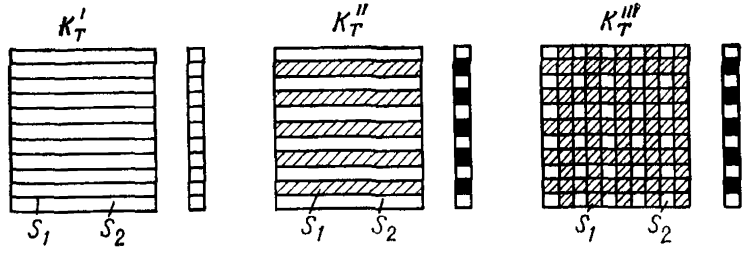

Рис. 7. Схема к определению коэффициента транспорантности $K_т$

величиной переменной (рис. 7). В данном случае $K_т$ определяется расчетом в каждом конкретном варианте исходя из размеров, принятых для исследований типов СЗУ.

3. МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СЗУ

АКТИНОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

3.1. Актинометрические измерения потоков солнечной радиации могут производиться в опытных павильонах, расположенных вне зоны массовой застройки и в экспериментальных помещениях согласно п. 1.3.

Они включают в себя:

измерение актинометром интенсивности прямой солнечной радиации $I_\perp$, падающей на плоскость, перпендикулярную лучам (проводятся на актинометрической площадке 8×8 м, удаленной от зданий на расстояние 100 м);

измерение затененным пиранометром интенсивности рассеянной солнечной радиации $I_р$ (прибор устанавливается на кронштейне с наружной стороны светопроема на расстоянии 0,5 м от СЗУ), причем приемная поверхность должна быть параллельна плоскости наружной стены (рис. 8);

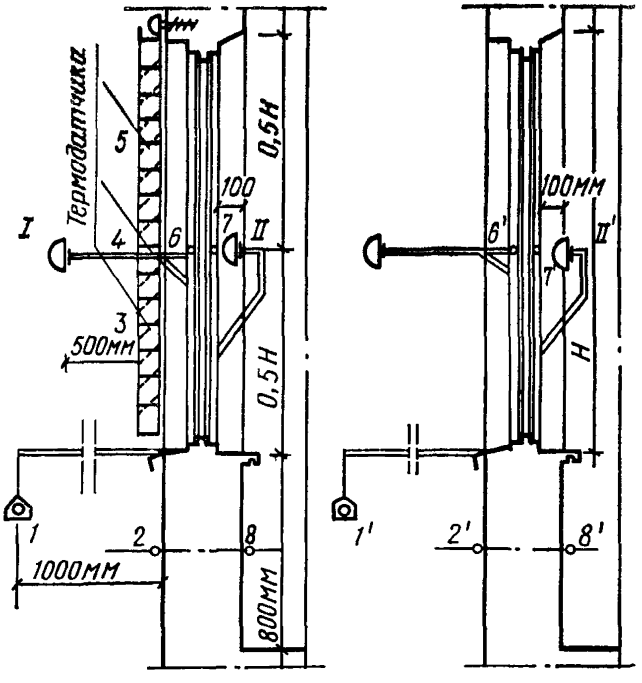

Рис. 8. Схема для измерения интенсивности приходящей на светопроем и прошедшей в помещении солнечной радиации

измерение пиранометром потока солнечной радиации $I_{пр}$, проходящей в помещение через светопроем.

Прибор устанавливается по центру светопроема на расстоянии 0,1 м параллельно плоскости окна (см. рис. 8).

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СЗУ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЯ

3.2. При термометрических измерениях осуществляются замеры температур ограждений и воздуха в объеме помещения в характерных точках (рис. 9). Термодатчики устанавливаются на поверхности элементов СЗУ, на поверхности остекления светопроема по его центру, на внутренней поверхности глухого участка наружной стены, на поверхности внутренних стен и перегородок.

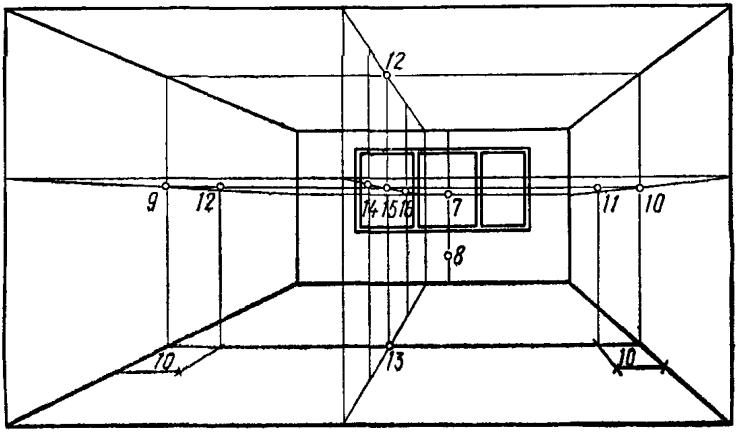

Рис. 9. Схема контрольных точек для установки термодатчиков

3.3. Замеры температур воздуха в помещении выполняются термодатчиками вдоль продольной оси помещения на высоте 1,5 м от пола в трех точках: на расстоянии 1 м от наружной стены, в центре помещения и на расстоянии 0,1 м от перегородок (см. рис. 9).

Температура наружного воздуха измеряется термодатчиком, установленным вне помещения на расстоянии 1 м от наружной стены. Для защиты от действия солнечной радиации термодатчик должен быть экранирован.

Аналогичный комплекс термометрических измерений необходимо проводить в идентичном контрольном помещении. Измерения должны идти параллельно.

Для исследований необходимо принимать два режима: открытый и закрытый.

МЕТОДИКИ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

3.4. По актинометрическим данным интенсивности прямой солнечной радиации определяется величина прямой радиации, падающей на вертикальную поверхность в зависимости от азимута светопроема:

$$I_в = I_\perp \cos\gamma, \qquad (7)$$

где $I_в$ — интенсивность прямой радиации на вертикальную поверхность, ккал/м²·ч;

$I_\perp$ — интенсивность прямой радиации, падающей на поверхность, перпендикулярную лучам, ккал/м²·ч;

γ — угол между направлением луча и нормалью к вертикальной плоскости, град.

Угол падения прямой составляющей радиации определяется как

$$\cos\gamma = \cos h \cdot \cos(\Delta - A), \qquad (8)$$

где h — высота солнца, град;

Δ — угол между нормалью плоскости светопроема и южным направлением, азимут светопроема, град;

A — угол между проекцией луча на горизонтальную поверхность и южным направлением, азимут солнца, град.

Почасовые значения $I_в$, вычисленные по формуле (7), суммируются с соответствующими значениями $I_р$.

В результате в суточном цикле определяется интенсивность суммарного солнечного облучения вертикальной поверхности светопроема

$$I_{\Sigma(z)} = I_в + I_р. \qquad (9)$$

Обработка данных ведется по трем наиболее жарким суткам, характеризующимся наибольшей повторяемостью результатов.

3.5. Коэффициенты пропускания СЗУ определяются по формулам:

$$K_\beta^{ср} = I_{пр}^{ср}/I_\Sigma^{ср}; \qquad (10)$$

$$K_\beta^{max} = I_{пр(z_i)}/I_{\Sigma(z\,i)}^{max}, \qquad (11)$$

где $I_\Sigma^{ср}$ — средняя за время облучения величина интенсивности суммарной солнечной радиации, ккал/м²·ч;

$I_{пр}^{ср}$ — средняя за время облучения величина интенсивности солнечной радиации, прошедшей в помещение через светопроемы, ккал/м²·ч;

$I_{пр(zi)}$ — интенсивность прошедшей в помещение радиации, измеренная на момент времени, соответствующий максимальному суммарному облучению, ккал/м²·ч.

По среднесуточным значениям замеренных температур внутренних поверхностей ограждений (при термометрических измерениях) определяется радиационная температура t_R, °С:

$$t_R = \Sigma t_i F_i / \Sigma F_i, \qquad (12)$$

где t_i — температура поверхности i-го ограждения, °С;

F_i — площадь этого ограждения, м².

Потом определяется температура помещения $t_П$:

$$t_П = 0{,}5\,(t_R + t_в), \qquad (13)$$

где $t_в$ — среднесуточное значение температуры воздуха в объеме помещения, °С.

Вычисленные по данным натурных наблюдений значения t_R и $t_П$ должны удовлетворять уравнению

$$t_R = 1{,}5\,t_П - 0{,}5\,t_в \pm 1{,}5, \qquad (14)$$

которое определяет связь t_R и $t_в$ и является условием комфортности температурного режима помещения.

3.6. Эффективность данного типа СЗУ можно оценивать коэффициентом K_{A_t}, представляющим собой отношение амплитуды

среднесуточных колебаний температуры воздуха в помещении без СЗУ к амплитуде колебаний температуры воздуха в опытном помещении.

4. МЕТОДИКА АЭРАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ СЗУ
НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ АЭРАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ СЗУ

Общие положения

4.1. Аэрационные испытания СЗУ в натурных условиях заключаются в измерении температуры и скорости движения воздуха в пространствах двух одинаковых помещений — опытного (оборудованного СЗУ) и контрольного (без СЗУ). Измерение указанных параметров производится термоанемометрами ЭА-2М в сходственных точках пространства каждого помещения (рис. 10). Измерения проводятся в период максимального перегрева (14^{00}—17^{00} ч местного времени) с интервалом в 1 ч при открытом и закрытом дверном проеме. При регулируемых СЗУ измерения проводятся с учетом величины угла наклона горизонтальных элементов СЗУ.

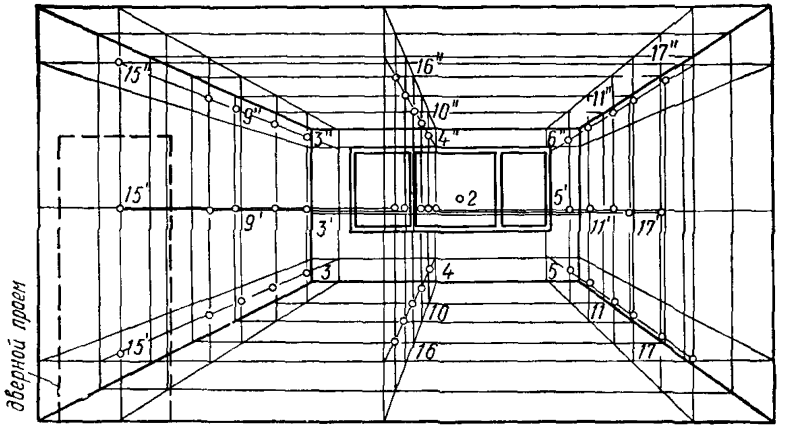

Рис. 10. Схема контрольных точек для измерений температуры и скорости воздуха в помещениях

Оценка режима проветривания помещения

4.2. Влияние СЗУ на режим проветривания оценивается сопоставлением данных синхронных измерений скорости движения воздуха в опытном и контрольном помещениях по всем указанным позициям.

Режим проветривания помещения оценивается исходя из условий комфортности для географического района проведения испытаний. В частности, при проведении испытаний в южных районах страны комфортные значения скорости воздуха в помещении принимаются в диапазоне 0,25—0,75 м/с.

Оценка температурного режима помещения

4.3. Оценка влияния СЗУ на температурный режим производится по разности температур в сходственных точках при различных режимах испытания.

Такая оценка может быть также произведена и для закрытого режима помещений, при закрытых оконном и дверном проемах.

Методика обработки результатов натурных исследований

4.4. На основе результатов измерений строятся поля температуры и скорости движения воздуха в различных плоскостях (рис. 11), рассекающих пространство опытного и контрольного помещений. Такие поля строятся как для абсолютных, так и для относительных значений указанных параметров и позволяют составить объемную

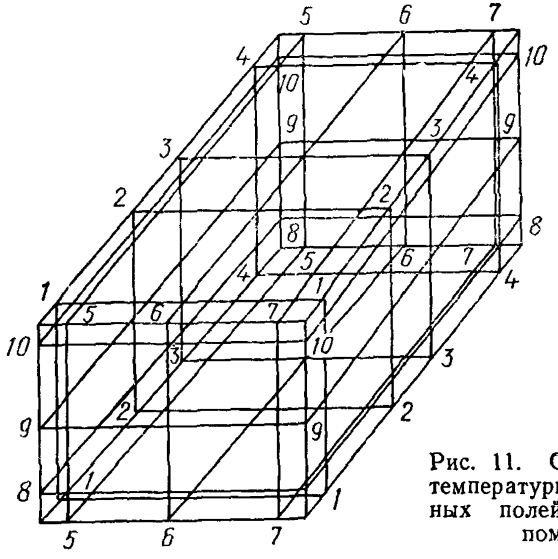

Рис. 11. Объемная схема температурных и скоростных полей в пространстве помещения

картину движения воздуха в пространстве помещения. Обработанные таким образом результаты измерений дают возможность судить об интенсивности проветривания помещения, оборудованного СЗУ, о равномерности распределения температур в пространстве помещения.

4.5. Количественная оценка аэрационного режима производится путем определения величины безразмерных критериев — коэффициента продуваемости K_u и коэффициента неравномерности поля скорости K_V:

$$K_u = V_i/V_0; \tag{15}$$

$$K_V = V_{\min}/V_{\max}, \tag{16}$$

где V_i — локальная скорость;

V_0 — скорость набегающего потока;

V_{min}, V_{max} — соответственно средние минимальная и максимальная скорости воздуха в помещении.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ АЭРАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ СЗУ

4.6. Лабораторные испытания аэрационных качеств СЗУ осуществляются путем прямого физического моделирования в аэродинамической трубе и на основе метода газогидравлической аналогии в гидравлическом лотке. Экспериментом на моделях устанавливаются закономерности обтекания элементов конструкции СЗУ потоком жидкости и закономерности формирования аэрационного режима помещения.

Методика оценки аэродинамических характеристик СЗУ

4.7. Аэродинамические характеристики элементов конструкции СЗУ, представляющих собой систему профилей, исследуются путем моделирования в плоскостном гидролотке. В качестве индикатора движения потоков используются алюминиевая пудра и бумажное конфетти. Картина обтекания фиксируется фотосъемкой. С целью определения влияния геометрии СЗУ на его аэродинамические характеристики в процессе эксперимента необходимо варьировать такие параметры, как защитный угол β, угол наклона горизонтальных элементов конструкции СЗУ α' угол атаки воздушного потока θ и ветрозащитный угол γ'. Ветрозащитный угол γ' представляет собой угол, образованный хордой профиля горизонтального элемента конструкции СЗУ и вектором скорости набегающего потока и определяется из соотношения

$$\gamma' = \theta + \alpha' - 90°. \qquad (17)$$

Влияние величины ветрозащитного угла γ' на особенности трансформации скоростных полей солнцезащитным устройством выражается в значениях коэффициента продуваемости K_u.

Таким образом, оценка аэродинамических характеристик СЗУ производится на основе полученных картин поля скорости, образующихся при обтекании потоком воды модели солнцезащитного устройства, в зависимости от геометрии СЗУ и направления набегающего потока.

Методика оценки аэрационного режима помещений с СЗУ

4.8. При лабораторных исследованиях аэрационный режим помещения, определяющийся особенностями формирования полей температуры и скорости движения воздуха, оценивается по результатам моделирования в аэродинамической трубе, в плоскостном и объемном гидролотках.

Особенности поля скорости в характерных вертикальных и горизонтальных разрезах помещения в приближении двухмерности изучаются в плоскостном гидролотке по методике, изложенной в п. 4.7. Трехмерная картина движения воздуха в пространстве помещения изучается в объемном гидролотке на модели здания, включающей помещение, оборудованное СЗУ. В качестве индикатора применяет-

ся бумажное конфетти. Визуализация процесса осуществляется лазером. Луч лазера направляется на вогнутое зеркало, от которого отражается на рабочее пространство модели в виде оптического ножа. Картины поля скорости в заданных плоскостях фиксируются фотосъемкой. Так же, как и при натурных испытаниях, в процессе эксперимента изменяется геометрия СЗУ при открытом и закрытом режимах. Оценка аэрационного режима помещения производится по величине коэффициента неравномерности поля скорости $K_У$.

4.9. Характер температурного поля в помещении определяется в аэродинамической трубе на модели здания, включающего испытуемое помещение, при наличии набегающего на здание воздушного потока. Температурное поле модели помещения формируется за счет теплового напора от подогревания «подстилающей поверхности», наружной и внутренней поверхностей ограждений модели здания. Визуализация процесса осуществляется интерферометром ИЗК-454.

4.10. Картины температурного поля в изолиниях фиксируются фотосъемкой через интерферометр. При этом производятся контрольные измерения температуры в пространстве модели с помощью термопар. При анализе результатов устанавливаются особенности формирования температурного режима в зависимости от скорости набегающего потока.

Методика обработки лабораторных исследований

4.11. Результаты гидравлического моделирования представляются на фотоснимках в виде совокупности штрихов, длина которых соответствует скорости движения жидкости в данной точке. По полученным фотографиям могут быть построены траектории движения частиц жидкой среды. Величина относительной локальной скорости определяется путем измерения длины штриха в рассматриваемой точке и соотнесения ее с длиной штриха в невозмущенной области течения.

4.12. Результаты экспериментов в аэродинамической трубе представляются в виде интерферограмм поля температур. Относительные локальные значения температуры определяются по изолиниям на интерферограммах. Абсолютные значения температуры определяются по полученным картинам полей с учетом измеренных термопарами абсолютных значений температур в контрольных точках.

Количественная оценка температурного режима помещений производится с помощью коэффициента относительного температурного приращения

$$K_{\Delta_t} = \frac{t_в^к - t_в^{оп}}{t_н}, \qquad (18)$$

где $t_в^{оп}$, $t_в^к$ — температура воздуха в помещении с СЗУ и в контрольном помещении, °С;

$t_н$ — температура наружного воздуха, °С.

5. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЗУ

5.1. При комплексной оценке эффективности СЗУ необходимо все натурные измерения проводить синхронно для получения сопоставимых данных.

5.2. Функциональную эффективность применения СЗУ следует оценивать следующими критериями:

коэффициентом неравномерности освещения K_p;

коэффициентом светопропускания τ_c;

характером светорассеяния в вертикальной плоскости $\vec{\varepsilon}_в$;

коэффициентом пропускания солнечной радиации K_β;

отношением амплитуд колебаний воздуха K_{At};

коэффициентом продуваемости воздуха K_u;

коэффициентом неравномерности поля скорости воздуха K_V;

коэффициент транспорантности K_T.

Достаточным условием для создания в помещении комфортной среды и показателем качества СЗУ являются пределы значений указанных параметров;

$K_p = 0{,}3 - 0{,}6$; $\quad \tau_{СЗУ} = 0{,}35 - 0{,}75$;

$\tau_c = 0{,}18 - 0{,}3$; $\quad \vec{\varepsilon}_в = 37° - 43°\ (19° - 23°)$;

$K_\beta = 0{,}06 - 0{,}2$; $\quad K_{At} = 3 - 9{,}5$;

$K_u = 0{,}4 - 0{,}9$; $\quad K_V = 0{,}17 - 0{,}4$;

$K_T = 0{,}4 - 0{,}6$.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	1
1. Общие положения	2
Назначение и область применения	2
Объекты исследований	2
Приборы и оборудование для проведения исследований	2
Приборы и оборудование для натурных исследований	2
Приборы и оборудование для лабораторных исследований	3
Климатические условия и время испытаний	3
Выбор для исследований основных параметров и критериев их оценки	3
2. Методика светотехнических испытаний СЗУ	4
Методика натурных испытаний	4
Количественная оценка условий освещения	4
Оценка качества освещения по характеру его неравномерности и распределению яркостей в поле зрения	5
Оценка характера светорассеяния	7
Методика лабораторных испытаний СЗУ	7
Оценка величины светопропускания	7
Оценка равномерности освещения	7
Оценка характера светорассеяния	8
Оценка связи с внешним пространством	8
3. Методика теплотехнических испытаний СЗУ	10
Актинометрические измерения	10
Оценка влияния СЗУ на температурный режим помещения	11
Методики обработки результатов измерений	11
4. Методики аэрационных испытаний СЗУ	13
Натурные испытания аэрационных качеств СЗУ	13
Общие положения	13
Оценка режима проветривания помещения	13
Оценка температурного режима помещения	14
Методика обработки результатов натурных исследований	14
Лабораторные испытания аэрационных качеств СЗУ	15
Методика оценки аэродинамических характеристик СЗУ	15
Методика оценки аэрационного режима помещений с СЗУ	15
Методика обработки лабораторных исследования	16
ная оценка эффективности СЗУ	17

gost.e-ecolog.ru