ГОСГРАЖДАНСТРОЙ
ЦНИИЭП инженерного оборудования

МЕТОДИКА НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОЗДУХООБМЕНА ЖИЛЫХ ДОМОВ

МОСКВА

Государственный комитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР

Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт инженерного оборудования

(ЦНИИЭП инженерного оборудования)

Утверждаю
Директор института
И.Ю.Рубчак

МЕТОДИКА
НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОЗДУХООБМЕНА ЖИЛЫХ ДОМОВ

Москва - 1980

УДК 697.95

Рекомендовано к изданию Управлением инженерного оборудования населенных мест Госгражданстроя и секцией отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха НТС ЦНИИЭП инженерного оборудования.

Методика натурных испытаний воздухообмена жилых домов. М., 1980. 45 с. (Гос. ком. по гражд. стр-ву и архитектуре при Госстрое СССР. Центр. науч.-исслед. и проектно-эксперим. ин-т инж. оборудования. ЦНИИЭП инж. оборудования).

Составители: Ивянский А.З., Павлинова И.Б., Гершензон Ю.А., Радциг Г.В., Эйзерман М.Е.

Представлена номенклатура натурных испытаний, необходимых для оценки воздухообмена жилых зданий. По каждому из трех элементов, формирующих воздухообмен (окна, межквартирные ограждения, естественная вытяжная вентиляция), предложена методика испытаний, обеспечивающая более надежные и точные результаты при существенно меньших трудозатратах. Приведена форма обработки результатов натурных испытаний.

Методика предназначена для органов Госархстройконтроля, а также научно-исследовательских организаций, занимающихся вопросами отопления и вентиляции жилых зданий.

Табл. I, рис. I5.

© Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт инженерного оборудования городов, жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП инженерного оборудования), I980

В В Е Д Е Н И Е

Воздухообмен жилых зданий является фактором, в значительной степени определяющим в социальном плане уровень воздушно-теплового комфорта, а в экономическом - расход тепловой энергии. Взаимосвязь между воздухообменом, режимом отпуска тепла, герметичностью внутренних (межквартирных) и наружных ограждений, выявленная при натурных испытаниях, отражена в "Рекомендациях по улучшению воздухообмена в жилых зданиях повышенной этажности" (М., Стройиздат, 1978 г.).

Под нормируемым воздухообменом следует понимать возмещение удаляемого из квартир воздуха наружным в нормативном объеме. При оценке величины воздухообмена квартиры не следует учитывать количество воздуха, поступающего из других помещений (лестничные клетки, смежные квартиры). Поэтому испытания только системы вытяжной вентиляции фактически не характеризуют воздухообмен жилого здания.

Установлены следующие основные положения, выполнение которых обеспечивает в помещениях жилых зданий нормируемый воздухообмен:

воздухопроницаемость внутренних ограждений квартир должна быть минимальной. Воздух, перетекающий из других квартир, не способствует вентилированию помещений. Более того, этот воздух может создавать подпор в квартире по отношению к наружной среде, затрудняя поступление свежего воздуха через окна. В таких условиях, даже при нормативной производительности вытяжных каналов квартиры, организованным путем удаляется воздух, частично поступивший из других квартир, а вентилирование комнат ухудшается. Перетекание воздуха сопровождается распространением по зданию инфекций, запахов и т.д.;

воздухопроницаемость окон и балконных дверей также должна быть минимальной. Потребитель в зависимости от режима отпуска тепла может разгерметизировать окна в желаемых пределах, ориентируясь на свои теплоощущения. Таким образом, если отпуск тепла соответствует суммарной теплопотребности на возмещение трансмиссионных теплопотерь и нагрев наружного воздуха в нормируемом объеме, то получение этого количества наружного воздуха принципиальных трудностей не вызывает. Полностью, однако, эта задача решается при наличии в верхней зоне наружных стен регулируемых приточных устройств.

Следует отметить, что в новой (1979г.) редакции главы СНиП "Строительная теплотехника" предусматриваются более жесткие требо -

ваний к герметичности окон и впервые нормируется воздухопроницае - мость внутренних связей (перекрытий и квартирных дверей);

проводимость каналов естественной вентиляции как в целом для вертикали квартир, так и для каждого этажа должна соответствовать расчетной, а ограждения каналов должны иметь минимальную воздухопроницаемость. Первое положение означает, что при расчетном напоре, равном гравитационному напору при наружной температуре $+5^{\circ}C$ и расчетной температуре внутреннего воздуха, через каждую вытяжную решетку должно извлекаться нормативное количество воздуха. Второе положение означает, что подсосы воздуха через неплотности ограждений каналов, в первую очередь, через места стыков вентблоков, не должны превышать определенной величины.

Исходя из изложенного, в "Методике натурных испытаний воздухообмена жилых домов" рассматриваются три основные группы вопросов:

оценка воздухопроницаемости окон;

оценка воздухопроницаемости внутренних ограждений квартир;

оценка эффективности естественной вытяжной вентиляции.

При составлении Методики использованы, кроме материалов ЦНИИЭП инженерного оборудования, работы МНИИТЭП и ряда других организаций.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящая Методика распространяется на комплекс натурных испытаний воздухообмена в квартирах жилых домов, оборудованных системой естественной вытяжной вентиляции.

I.2. Воздухообмен в жилых домах зависит от воздухопроницаемости окон (балконных дверей), межквартирных ограждающих конструкций и работы системы естественной вытяжной вентиляции.

На рис. I схематично показан комплекс испытаний, позволяющих оценить воздухообмен жилого дома.

I.3. Методика предназначена для использования органами архитектурно-строительного контроля и научно-исследовательскими организациями.

I.4. Использование предусмотренного Методикой нового оборудования - вентиляторно-измерительной установки позволяет производить испытания круглогодично, независимо от погодных условий и существенно повысить точность замеров.

I.5. Предусмотренные настоящей Методикой испытания проводятся на подготовленных к сдаче объектах.

Примечание. Отдельные этапы испытаний могут осуществляться в процессе эксплуатации зданий.

I.6. Проведению испытаний должны предшествовать:

ознакомление с проектной документацией с целью выявления схемно-конструктивных особенностей системы вентиляции, планировочных решений здания, конструктивного и технологического решений отдельных узлов, габаритов оконных и дверных проемов и других вопросов, оговоренных в последующих разделах настоящей Методики;

предварительный выбор вертикалей квартир, намечаемых для проведения испытаний;

осмотр квартир с целью выявления видимых дефектов строительства. Последующая работа выполняется после устранения выявленных дефектов;

подготовка приборов, оборудования и материалов в соответствии с разд.5 настоящей Методики.

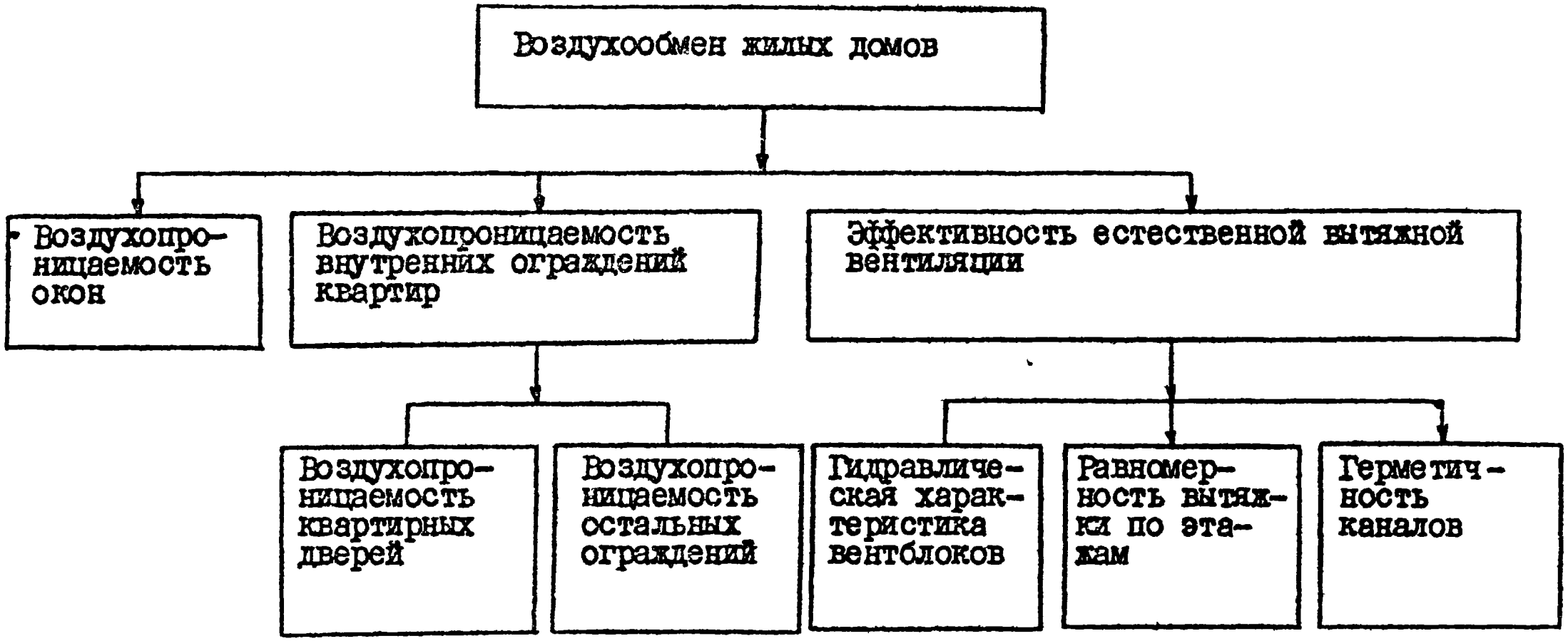


Рис. I. Схема натурных испытаний воздухообмена жилых домов

I.7. Первоначальная обработка результатов замеров производится непосредственно в процессе испытаний для возможности повторения отдельных замеров и целых этапов испытаний при получении противоречивых данных.

I.8. В зависимости от конкретных условий и задач отдельные этапы испытаний могут видоизменяться, дополняться или вообще не проводиться.

2. ОЦЕНКА ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ОКОН

2.I. Цель испытаний окон заключается в выявлении их фактической воздухопроницаемости и соответствия ее нормируемой величине.

2.2. Главой СНиП П-3-79 "Строительная теплотехника" регламентируется величина допустимой воздухопроницаемости I $м^2$ окна в расчетных условиях - I0 $кг/чм^2$ (для всех климатических районов).

Расчетная разность давлений по обе стороны окна определяется в соответствии с п.5.2 СНиП П-3-79.

2.3. Испытаниям предшествует осмотр окон в здании с целью выявления:

отсутствия видимых дефектов оконной коробки и переплетов;

типа и состояния уплотняющих прокладок, соответствия их установки требованиям ГОСТ I0I74-72;

комплектности и исправности запорных устройств, их работоспособности;

при наличии приточных устройств - их соответствия проектному решению, комплектности и исправности.

Дефекты вносятся в дефектную ведомость и подлежат устранению.

2.4. В каждой секции дома выбирают, как правило, 3-5% окон без видимых дефектов, расположенных в различных квартирах на разных этажах.

2.5. Подготовку к испытаниях осуществляют следующим образом:

через притвор окна пропускают мягкую медную трубку диаметром 2-4 мм, соединенную резиновым шлангом с микроманометром типа ММН;

полностью закрывают все оконные запорные устройства и приточное устройство, если оно имеется;

производят проверку проводимости трубки и шланга, подключая их к микроманометру, продувку и при необходимости замену трубки;

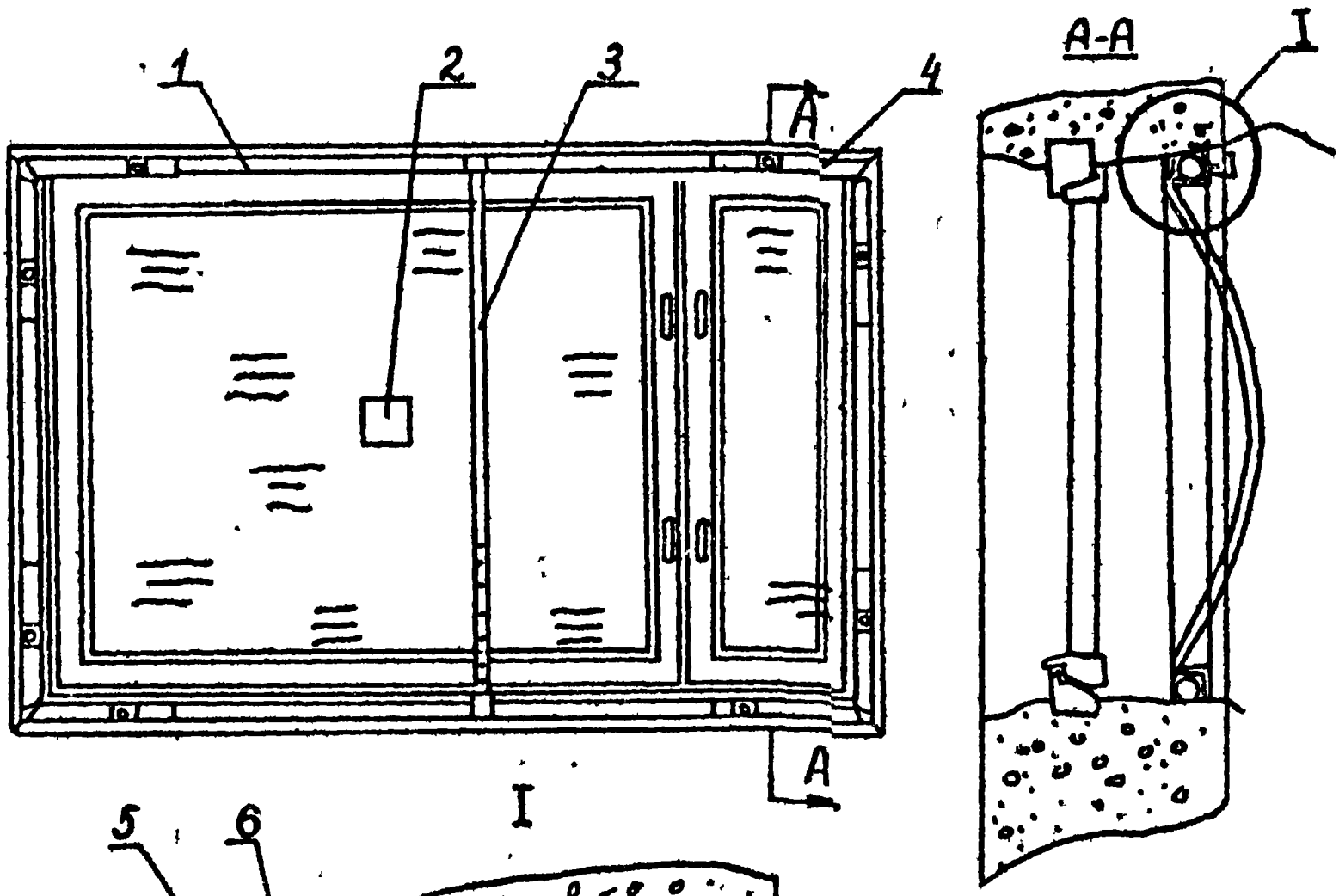


Рис. 2. Схема герметизации оконного проема пленкой с помощью инвентарной рамки

I - рамка; 2 - отверстие 100x100 мм; 3 - распорка; 4 - угольник; 5 - пленка; 6 - камера резиновая; 7 - фиксатор

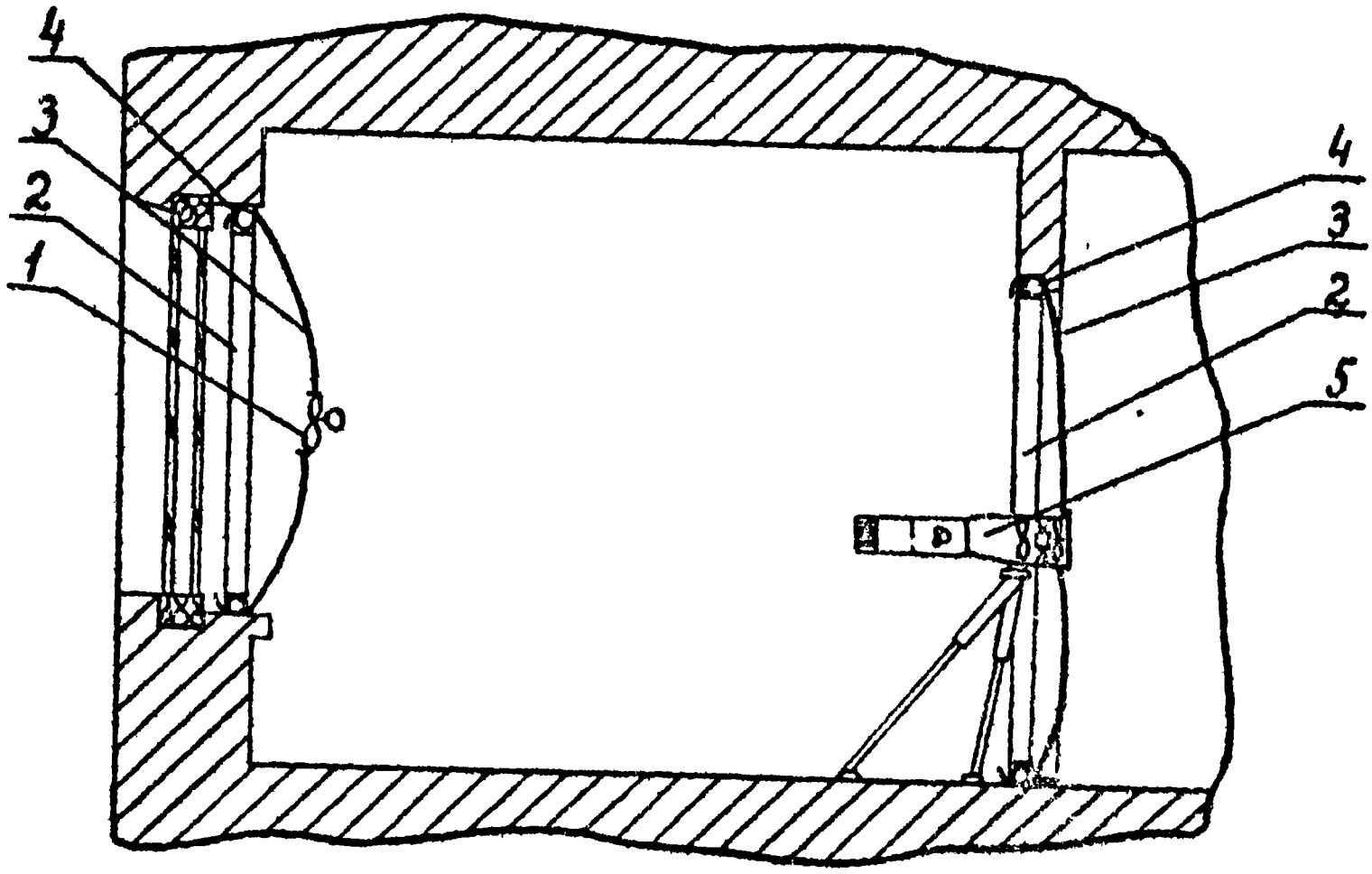


Рис. 3. Схема установки вентилятора при испытании окна
I - анемометр; 2 - рамка; 3 - пленка; 4 - камера резиновая; 5 - вентилятор

оконный проем перекрывают полиэтиленовой пленкой, превышающей его по размерам и имеющей в середине отверстие I00 х I00 мм с клапаном. Для фиксации пленки в проеме окна рекомендуется инвентарная разд - вижная рамка из алюминиевых швеллеров, в которые закладывается резиновый вкладыш с ниппелем, например, склеенный из велосипедных камер (рис. 2). Размер шланга определяется наибольшим периметром окна по каталогу типовых окон для жилых зданий. Рамку собирают на месте по габаритам окна и вставляют в проем. Края пленки пропускают под рамкой и выводят в помещение. После этого вкладыш заполняется воздухом с помощью насоса (например, велосипедного) и герметизир у е т проем;

аналогичную рамку с пленкой устанавливают в открытом дверном проеме помещения с испытываемым окном. Пленка имеет отверстие диаметром 250 мм, по окружности которого приварен полиэтиленовый рукав длиной около 500 мм. С помощью рукава к дверному проему подсоединяют осевой вентилятор специальной конструкции с регулируемой

производительностью (рис. 3), являющийся элементом вентиляторно-измерительной установки (см. разд. 5);

в пространство между внутренним стеклом окна и перекрыва ю щ е й проем пленкой вводят резиновый планг, подключаемый к микроманометру (непосредственно через отверстие в пленке или под рамкой с помощью медной трубки);

в это же пространство вводят ртутный термометр или термопару с экранирующим колпачком из алюминиевой фольги и закрепляют таким образом, чтобы температура воздуха измерялась непосредственно вблизи отверстия в пленке.

Примечания: I. Испытания окна с балконной дверью производят совместно. При этом пленкой перекрывают весь проем в наружной стене помещения.

2. Герметичность пленки на окне проверяют при заклеенном клапане в пленке, определяя перепад давлений между улицей и объемом, ограниченным внутренним стеклом и пленкой $\Delta p_{ул-пл}$, который должен быть нулевым.

2.6. Включают вентилятор на максимальную производительность и находят:

разность давлений $\Delta p_{ул-пл}$ по показаниям микроманометра типа ММН;

скорость воздуха v в отверстии пленки крыльчатым анемометром;

температуру поступающего воздуха $t_{инф}$ термопарой, подключенной к переносному потенциометру, или ртутным термометром.

2.7. Измерения, перечисленные в п.2.6, повторяют в 7 - I5 режимах работы вентилятора при его меньшей производительности, в том числе обеспечивающих расчетное для данного здания значение $\Delta p_{ул-пл}$ (см. п.2.2 Методики), равное I мм вод.ст. (9,807 Па).

2.8. При наличии в окне приточного устройства производят проверку окна на герметичность в закрытом положении. Для этого повторяют измерения (см. пп.2.6 и 2.7) после заклеивания приточного устройства пленкой и клейкой лентой и результаты сравнивают с предыдущими. Превышение результатов первого испытания над вторым свидетельствует о негерметичности приточного устройства.

2.9. Результаты измерений по пп.2.6-2.8 вносят в таблицу (прил.I).

2.10. Первичная обработка результатов испытаний осуществляется следующим образом. Для каждого режима находят:

осредненное значение $\Delta p_{ул-пл}$;

плотность инфильтрующегося воздуха γ по формуле:

$$\gamma = \frac{353}{273 + t_{инф}} \quad кг/м^3, \qquad (1)$$

где $t_{инф}$ - температура инфильтрующегося воздуха, ^oC.

Удельное количество инфильтрующегося воздуха G_o определяют по формуле:

$$G_o = \frac{36\ k\ \gamma\ v}{F_{ок}} \quad кг/ч \cdot м^2, \qquad (2)$$

где k - поправочный коэффициент на замер скорости анемометром для отверстия в пленке размером 100x100 мм равен 0,63;

v - скорость воздуха в отверстии, м/с. Измеряется крыльчатым анемометром;

$F_{ок}$ площадь оконного проема, $м^2$. Определяется обмером и сверяется с проектом.

Примечание. Если размеры отверстия в пленке отличаются от указанных в п.2.5 G_o вычисляют по формуле:

$$G_o = \frac{3600\ k\ \gamma\ v F_{отв}}{F_{ок}} \quad кг/ч \cdot м^2, \qquad (3)$$

где $F_{отв}$ - площадь фактического отверстия в пленке, $м^2$.

Полученные значения G_o и Δp наносятся на график в координатах $G_o - \Delta p$ (см. прил. I). Результаты вычислений также вносятся в таблицу (см. прил. I).

2.11. Вторичная обработка результатов измерений заключается в математическом описании течения воздуха через окно, т.е. в отыскании зависимости между G_o и Δp.

Примечание. В главе СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника" предложена зависимость

$$G_o = \frac{\Delta p^n}{R_{ок}}, \qquad (4)$$

где $R_{ом}$ – сопротивление воздухопроницанию окна, $м^2 \cdot ч$ (мм вод. ст.)$^{2/3}$/кг ($м^2 \cdot ч (Па)^{2/3}$/кг);

n – показатель степени, принимаемый равным $^2/_3$.

До ввода в действие СНиП II-3-79 в справочной и нормативной литературе была принята зависимость

$$\Delta p = AG_o + БG_o^2, \qquad (5)$$

где А и Б – коэффициенты, которые должны характеризовать тип окна и уплотнения.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ВНУТРЕННИХ ОГРАЖДЕНИЙ КВАРТИР

3.I. В настоящем разделе рассматривается воздухопроницаемо с т ь внутренних ограждающих конструкций, отделяющих квартиру от смежных с ней квартир и прочих объемов (лест ничной клетки, лифтовой шахты, лифтового холла, межквартирного коридора и т.п.).

Наибольшей негерметичностью характеризуются:

междуэтажные диафрагмы в коммуникационных шахтах (инженерных шкафах) санитарно-технических кабин, в которых сосредоточены инженерные коммуникации;

узкий настил плит перекрытий,

стыки между перегородочными и с е овыми панелями, с одной стороны, и междуэтажными перекрытиями, с др гой;

неплотности и о в р тия в плитах п рекр тий и стеновых панелях,

стыки ентбло ов по их вертикали;

ме а ввода в квартиру слаботочных сетей;

места выхода ск нтой электропроводки к штепселям и розеткам;

м ст а прохождения стояков газовой сети и системы отопления;

одные двери в квартиры.

3.2. При определении воздухопроницаемости внутренних ограждений про зводят раздельно испытания входной двери в квартиру и прочих внутренних ограждений квартиры.

3.3. Испытаниям предшествует осмотр квартиры с целью выявления видимых неплотностей в конструкциях и дефектов заделки мест сопряжения строительных элементов (см.п.3.I Методики).

Выявленные дефекты следует устранить.

При явных неплотностях (например, отсутствие междуэтажной диафрагмы в коммуникационной шахте или заделка прохода отопительного стояка через перекрытия) испытания квартиры на суммарную воздухопроницаемость не производят до их устранения.

3.4. Воздухопроницаемость входной двери в квартиру определяют при отсутствии видимых дефектов дверного полотна и коробки, целостности и правильной установке уплотнения (если таковое предусмотрено проектом), наличии замка.

3.5. Испытания входной двери на воздухопроницаемость осуществляют следующим образом:

через притвор двери (или замочную скважину) пропускают медную трубку малого диаметра, соединенную резиновым шлангом с микроманометром;

дверь закрывают и запирают;

дверной проем перекрывают полиэтиленовой пленкой с рукавом диаметром 250 мм с помощью раздвижной инвентарной рамки объемной конструкции и надувного резинового вкладыша (рис. 4). Рамку, как правило, устанавливают со стороны коридора или лестничной клетки, что определяется глубиной дверной коробки. Рукав пленки герметично соединяют с вентиляторно-измерительной установкой, закрепленной на штативе на соответствующей высоте. Для этого рукав надевают на обечайку установки и закрепляют по ее периметру резиновой трубкой;

в месте выхода воздуха из установки размещают термоп ру (или ртутный термометр) для определения температуры фильтрующегося чер з дверь воздуха;

в пространство между дверным полотном и пл нкой вводят рез вую трубку, такие подсоединяемую к микроманометру;

включают вентилятор на полную пр зводит н сть и фикс уют· создаваемую при этом разность давлений $\Delta p_{кв-пл}$ о об сторо и входной дв ри в квартиру - по пока аниям микроманомет ; скорост оздуха - по показаниям крыльчатого анемо етра, установл нного в мерительном участке вентилят р ой устан вки; темп ра уру п ремещаемого установкой воздуха - с помощью термопары или термометра. Измерения повторяются в 7-15 режимах работы вен илятора.

3.6. Испытания входной двери в квартиру в соответствии с п.3.5 настоящей Методики осуществляют для двух случаев течения через нее

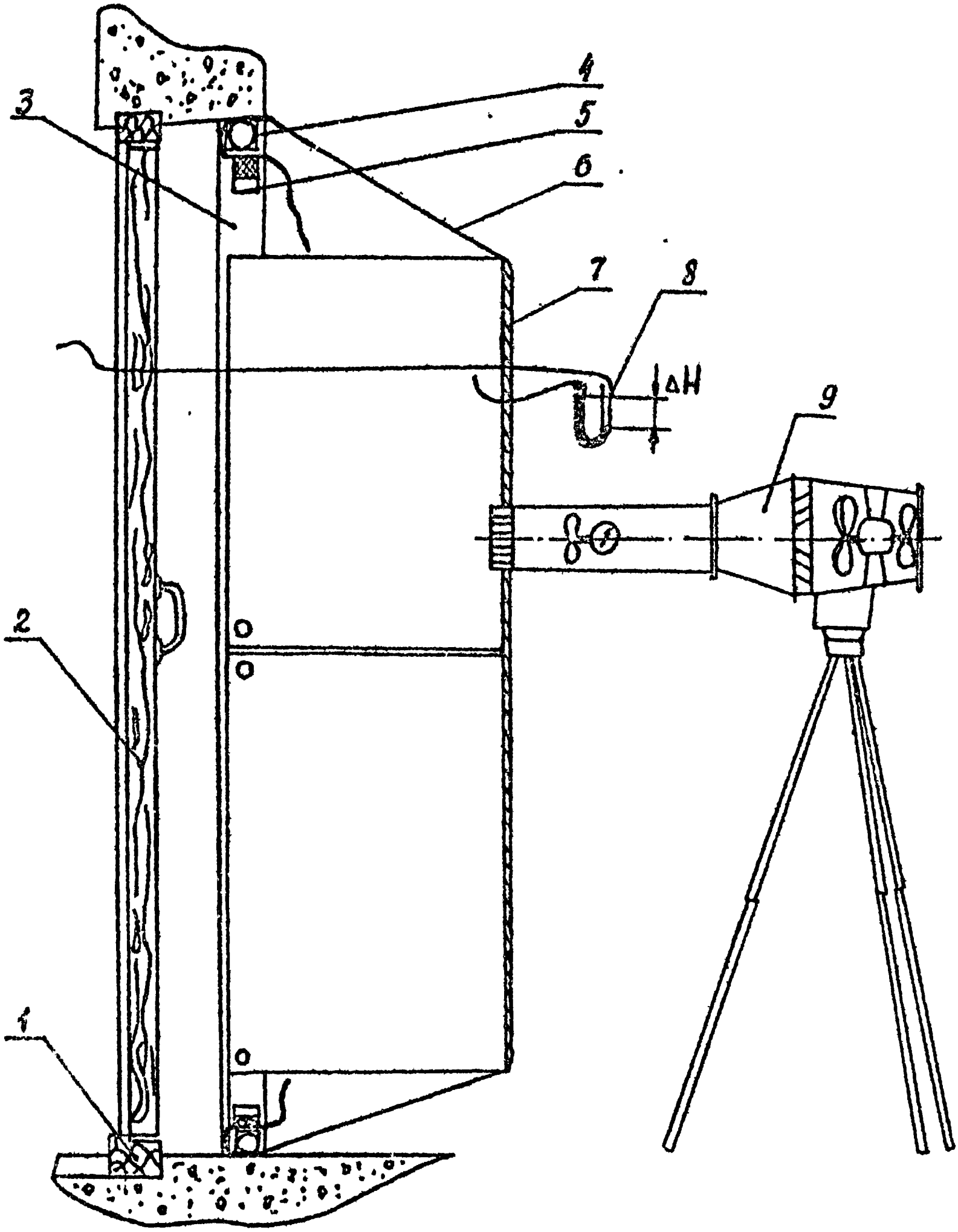


Рис. 4. Схема испытаний входной двери в квартиру на воздухопроницаемость
1-коробка дверная; 2-дверное полотно; 3-раздвижная рамка; 4-камера резиновая; 5-прижим; 6-пленка; 7-корпус раздвижной; 8-микроманометр; 9-вентиляторно-измерительная установка

воздуха: из квартиры и в квартиру. Изменение направления течения воздуха достигается подключением к рукаву пленки поочередно всасывающего и нагнетающего патрубков вентиляторно-измерительной установки.

Примечание. Целесообразность определения воздухопроницаемости двери для двух встречающихся в условиях эксплуатации случаев объясняется тем, что вследствие воздействия на дверное полотно различно направленного перепада давлений ширина щели по притвору двери изменяется в пределах люфта петель и замка.

3.7. Результаты измерений вносятся в таблицу (прил. 2).

3.8. Первичная обработка результатов измерений заключается в определении для каждого режима испытаний:

осредненного значения $\Delta p_{кв-пл}$;

плотности фильтрующегося воздуха по формуле (I);

количества фильтрующегося через дверь воздуха $G_{дв}$ по формуле:

$$G_{дв} = \frac{63,7 \times l}{F_{дв}}, \qquad (6)$$

где $F_{дв}$ - площадь дверного проема в свету, $м^2$, или по графику (рис. 5).

Примечание. Формула (6) справедлива для диаметра мерительного участка вентиляторно-измерительной установки $d = 150$ мм. При другом диаметре следует пользоваться формулой

$$G_{дв} = \frac{3600 \, v \, F_{м.уч}}{F_{дв}}, \qquad (7)$$

где $F_{м.уч}$ - площадь мерительного участка.

Результаты вычислений вносят в таблицу и наносят на график в координатах $G_{дв} - \Delta p$ (прил. 2).

3.9. Вторичная обработка результатов испытаний заключается в отыскании численных коэффициентов (методом наименьших квадратов) зависимости вида

$$\Delta p = cG^n, \qquad (8)$$

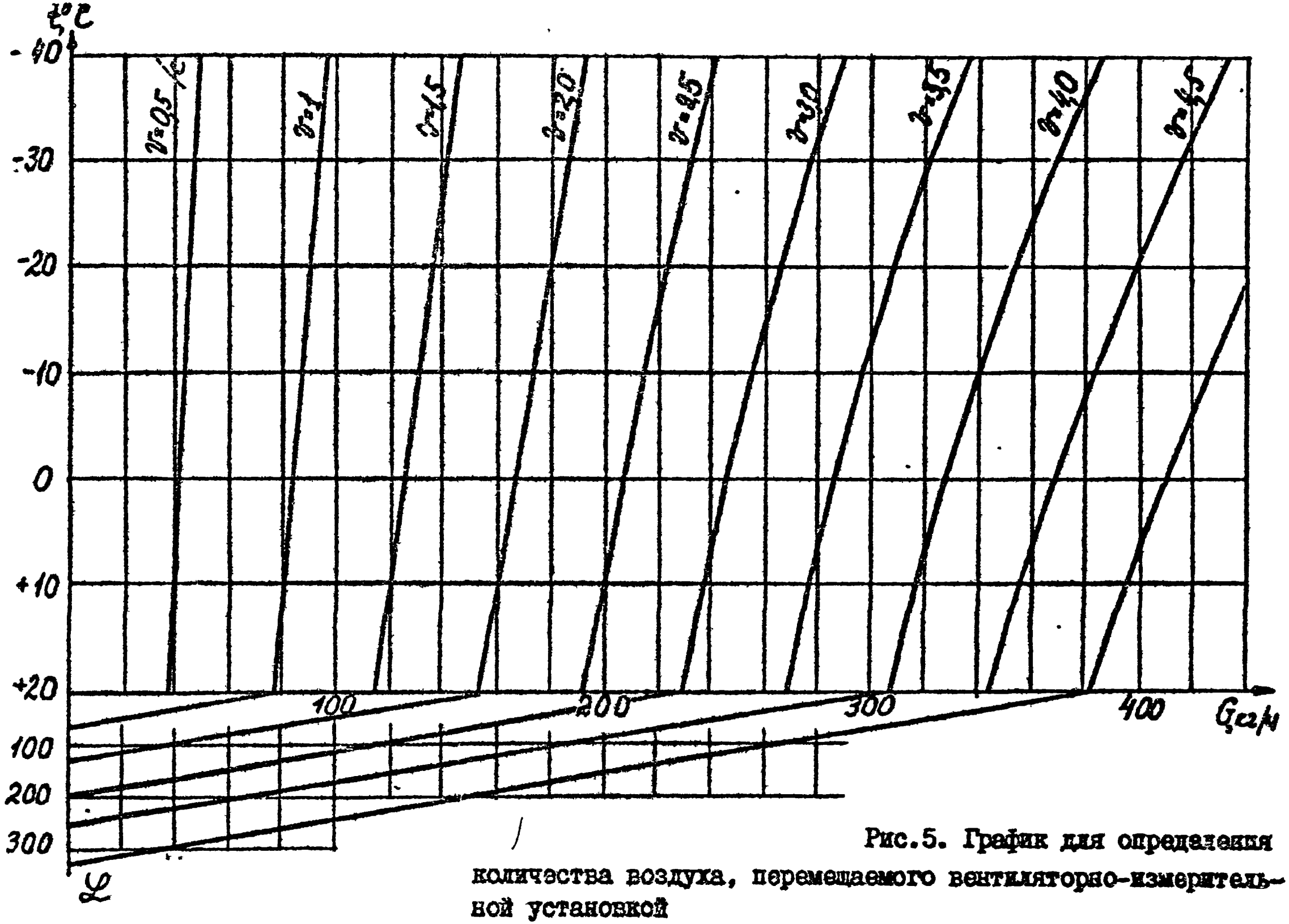


Рис.5. График для определения количества воздуха, перемещаемого вентиляторно-измерительной установкой

где S - величина характеристики сопротивления воздухопроница - нию;

n - показатель степени. Может изменяться от 2 до I в зависимости от герметичности двери.

Примечания: I. В технической литературе принято считать для дверей n = 2. Поэтому для сопоставления воздухопроницаемости различных дверей удобно дополни - тельно определять значение S при n = 2.

2. При оценке результатов испытаний следует исходить из допустимой величины воздухопроницаемости входной двери в квартиру I,5 кг/м^2·ч, регламентируе - мой главой СНиП П-3-79 "Строительная теплотех - ника".

3.I0. Аналогично могут быть испытаны на воздух проницаемо с т ь входные двери в здания, поэтажные двери между лифтовым холлом и лестничной клеткой, лифтовым холлом и межквартирным коридором и др.

3.II. До определения суммарной воздухопроницаемости внутренних ограждений квартиры производят следующие работы:

входную дверь в квартиру и окна (за исключением одного) плотно закрывают, запирают и герметизируют с помощью пленок и рамок с надувными вкладышами. Для этого используют упомянутые ранее пленки с отверстиями, которые закрывают клапанами и заклеивают клейкой лентой;

предварительно через притвор любого окна квартиры пропускают медную трубку, соединяемую резиновой трубкой с микроманометром;

в одном окне устанавливают рамку с пленкой, имеющей в средней части отверстие с полиэтиленовым рукавом диаметром 250 мм для под - соединения к вентилятору;

заклеивают пленкой и клейкой лентой вытяжные решетки в кухне, санузле и ванной. Для этого можно использовать специальные заглушки (см.разд. 5 настоящей Методики).

3.I2. Перекрывают рукав в пленке, и сле чего по микроманометру определяют разность давлений между у ей и квартирой $\Delta p^{ч}_{ул-кв}$.

3.I3. Рукав в пленке открывают, через него приоткрывают форточку или узкую створку окна, после чего рукав г рметично соединяют с вентиляторно-измерительной установкой, закре енной на штативе на соответствующей высоте.

В месте выхода воздуха из установки размещают термопару или ртутный термометр для определения температуры поступающего воздуха.

3.I4. Вентиляторно-измерительную установку включают при полностью открытой регулирующей диафрагме и производят замеры:

скорости воздуха $v_в$ в мерительном участке установки по показаниям размещенного в нем крыльчатого анемометра;

разности давлений между улицей и квартирой $\Delta p_{ул-кв}$ по микроманометру;

температуры t поступающего из вентилятора воздуха по показаниям термопары на выходе из установки.

3.I5. Результаты измерений вносят в бланк испытаний (прил. 3).

3.I6. Первичная обработка результатов измерений включает:

определение количества воздуха G, подаваемого вентилятором в квартиру, по формуле:

$$G = 63{,}7\, v f \qquad (9)$$

или по графику (см.рис. 4), исходя из скорости воздуха v и его температуры t;

определение изменения разности давлений по обе стороны окна до и после включения вентилятора, для чего вычисляется алгебраическая разность показаний микроманометра $(\Delta p^{нач}_{ул-кв} - \Delta p^{вент}_{ул-кв})$.

На график с кривыми $G = f(\Delta p^{нач}_{ул-кв} - \Delta p^{вент}_{ул-кв})$ для различной воздухопроницаемости внутренних ограждений (в процентах от нормируемого воздухообмена квартиры) наносится точка, соответствующая значениям G и разности Δp.

В прил. 3 в качестве примера приведен такой график, построенный для квартиры с нормируемым воздухообменом I40 м^3/ч. По расположению опытной точки на графике относительно расчетных кривых можно судить о степени негерметичности межквартирных ограждений исследуемой квартиры.

Примечания: I. Аналогичный график можно построить для квартиры с любым другим нормируемым воздухообменом применительно к конкретному объекту испытаний. При этом принимается, что средняя возможная разность давлений между смежными квартирами в нормальных условиях эксплуатации составляет 0,4 кгс/м^2 (3,92 Па)

(по данным натурных наблюдений). При этой разности давления определяются суммарные характеристики сопротивления воздухопроницанию S неплотностей во внутренних ограждениях квартиры, соответствующие воздухопроницаемости последних в размере 10, 20,..... 100... n % нормативного воздухообмена. На основании каждой из полученных характеристик, задаваясь произвольно количеством перетекающего воздуха в диапазоне от 10 до 300 кг/ч, можно найти соответствующие значения разности Δp и построить соответственно семейство кривых $G = f(\Delta p_{ул-кв}^{нач} - \Delta p_{ул-кв}^{вент})$.

2. Уменьшая производительность вентиляторно-измерительной установки и повторяя замеры по п.3.14 в 3-7 промежуточных режимах ее работы, после первичной обработки можно получить на графике аналогичную расчетным опытную кривую суммарной воздухопроницаемости ограждений квартиры, проведенную через экспериментальные точки и начало координат.

4. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

4.1. Испытаниям, предусматриваемым настоящим разделом, предшествует ознакомление с проектной документацией с целью выявления:

схемы вентиляции (индивидуальные каналы; магистраль с попутчиками, подсоединяемыми через 1, 2 ... n этажей; наличие самостоятельных каналов от квартир верхних этажей и их количество на вертикаль);

конструкции вентблоков или вентиляционных приставных коробов;

различных типов вентблоков, применяемых в здании;

типов, размеров и характеристик вентиляционных решеток;

способа подсоединения вентрешеток к каналам (непосредственное крепление к отверстию в блоке или с помощью соединительного воздуховода, его конструктивное решение и материал);

размещения вентблоков (коробов) в плане квартир;

наличия совмещенных или раздельных вентблоков, обслуживающих кухню и санитарные помещения квартиры, их взаимосвязи;

то же для смежных квартир;

способа герметизации сопряжения вентблоков или коробов по вертикали;

конструктивного решения вентиляционных шахт в пределах чердака и на крыше и т.п.

4.2. Осмотром устанавливают соответствие выполненной системы вытяжной вентиляции проекту; видимые дефекты монтажа и отступления от проекта фиксируют. Дефекты, поддающиеся исправлению, устраняют до начала испытаний.

4.3. Испытаниям подвергаются 3-5 вертикалей каналов естественной вытяжной вентиляции, желательно с различным решением вентблоков (если таковые имеются) и разного назначения (по обслуживаемым помещениям).

Примечание. Рассматриваемые в настоящем разделе испытания не заменяют приемки системы вентиляции, которая осуществляется в соответствии с действующими положениями, а дополняют ее.

4.4. Оценка эффективности естественной вытяжной вентиляции осуществляется по трем показателям:

равномерности количества удаляемого воздуха по вертикали;

соответствию характеристики сопротивления вентиляционной сети или отдельных ее участков расчетным значениям и

герметичности системы вытяжной вентиляции.

4.5. Испытания проводятся при разности температур внутреннего и наружного воздуха $13^{\circ}C$ и более.

4.6. Для выявления равномерности удаления воздуха по испытываемой вертикали каналов, а также характеристики сопротивления вентиляционной сети или ее участков проводят следующие подготовительные работы:

оголовок магистрального канала соединяют с любым из обслуживаемых каналом помещений вертикали (или со всеми помещениями) с помощью резинового шланга и при необходимости мягких медных трубок малого диаметра. Шланги прокладывают по лестничной клетке или через окна квартир с кровли. Длина его должна быть достаточной, чтобы соединить оголовок канала с квартирой первого этажа;

то же выполняют для самостоятельных каналов, обслуживающих верхние этажи, если таковые имеются;

во всех квартирах, обслуживаемых исследуемой вертикалью вытяжных каналов, в одной из комнат приоткрывают на 5-8 см створку окна, открывают двери между этой комнатой и кухней или санитарным помещением (в зависимости от того, для каких помещений определяют удаление воздуха).

4.7. Измеряют скорость воздуха крыльчатым или чашечным анемометром (в зависимости от этажности дома и погодных условий, влияющих на скорость истечения воздуха) на выходе из магистрального канала и самостоятельных каналов рассматриваемой вертикали.

В домах с "теплым чердаком" измерение скорости воздуха осуществляется в оголовке канала на чердаке, при традиционном решении вентиляции - с крыши. При этом анемометр на штанге (см.разд. 5) вводится под козырек вентшахты и устанавливается в устье испытываемого канала. Включение и выключение анемометра дистанционное (с помощью бечевки). Одновременно ртутным термометром или термопарой с потенциометром измеряют температуру воздуха на выходе из оголовка канала.

Аналогичные измерения могут производиться в оголовках самостоятельных каналов вертикали из квартир верхних этажей.

4.8. Скорость воздуха в вытяжных решетках испытываемой вертикали измеряют (желательно одновременно с замерами по п.4.7) с помощью крыльчатых анемометров с продолжающими их обечайку цилиндрическими насадками, закрепленных на штангах. Эскиз насадка приводится в разд. 5 Методики. Затем замеряют температуру удаляемого воздуха термометром или термопарой.

Примечания: 1. Желательно одновременно проводить измерения по всей вертикали.

2. Для уменьшения трудоемкости и сокращения времени на испытание допускается скорость воздуха измерять не во всех решетках испытываемой вертикали, а через 1-2 этажа (но не менее чем в 30% решеток магистрального канала, включая первый и последний подсоединяемые к нему этажи), а также в решетках, подключенных к самостоятельным каналам.

4.9. Определяют количество воздуха $G_{выт}$, удаляемого через вытяжные решетки рассматриваемой вертикали, и суммарное для этой магистрали $G_{маг}$ на основании замеров пп.4.7 и 4.8 по формуле:

$$G = 3600\, k\, f\, v\rho \text{ кг/ч}, \qquad (10)$$

где k – поправочный коэффициент на условия измерения крыльча-тым анемометром. Его значения приведены в разд. 5;

v – скорость удаляемого воздуха, м/с;

ρ – плотность удаляемого воздуха, кг/м^3. Находят по ф-ле (1);

F – площадь вытяжного отверстия в помещении или выпускного сечения оголовка канала (магистрального и самостоятельного), м^2.

4.10. Расходы воздуха, удаляемого через решетки, суммируют и определяют: средний расход по вертикали и максимальное отклонение от него в обе стороны ± N

$$N = \left(1 - \frac{G_{max(min)}\, N}{\sum_1^N G}\right) \cdot 100\%, \qquad (11)$$

где $G_{max(min)}$ – максимальный (минимальный) расход воздуха в решетках вертикали, кг/ч;

N – количество решеток, в которых произведены замеры;

$\sum_1^N G$ – суммарный расход воздуха в этих решетках вертикали, кг/ч.

4.11. На основании замеров скорости воздуха по всем решеткам вертикали находят суммарный расход удаляемого через них воздуха и сравнивают с определенным в п.4.7.

Примечание. Расхождение между этими величинами является ориентировочным показателем негерметичности вентиляционной сети.

4.12. Форма обработки результатов определения равномерности удаления воздуха по вертикали квартир приведена в прил. 4.

4.13. Для нахождения фактического значения характеристики сопротивления проходу воздуха вентиляционного канала любого помещения по к следующей вертикали следует одновременно измерить скорость воздуха в решетке, а также разность давлений между данным помещением и оголовком канала установленным в помещении микроманометром (см.п.4.6).

Полученная разность давлений суммируется с Δp вентшахты, сумма $\Delta p_{n\ кан}$ делится на расстояние от середины окна рассматриваемого помещения до устья шахты H_n. Точка, соответствующая значениям $G_{n\ реш}$ и $\frac{\Delta p_{n\ кан}}{H_n}$, наносится на график (рис. 6), где построена линия $\frac{\Delta p}{H} = f(G_{реш})$, отвечающая расчетному значению характеристики сопротивления вентканала.

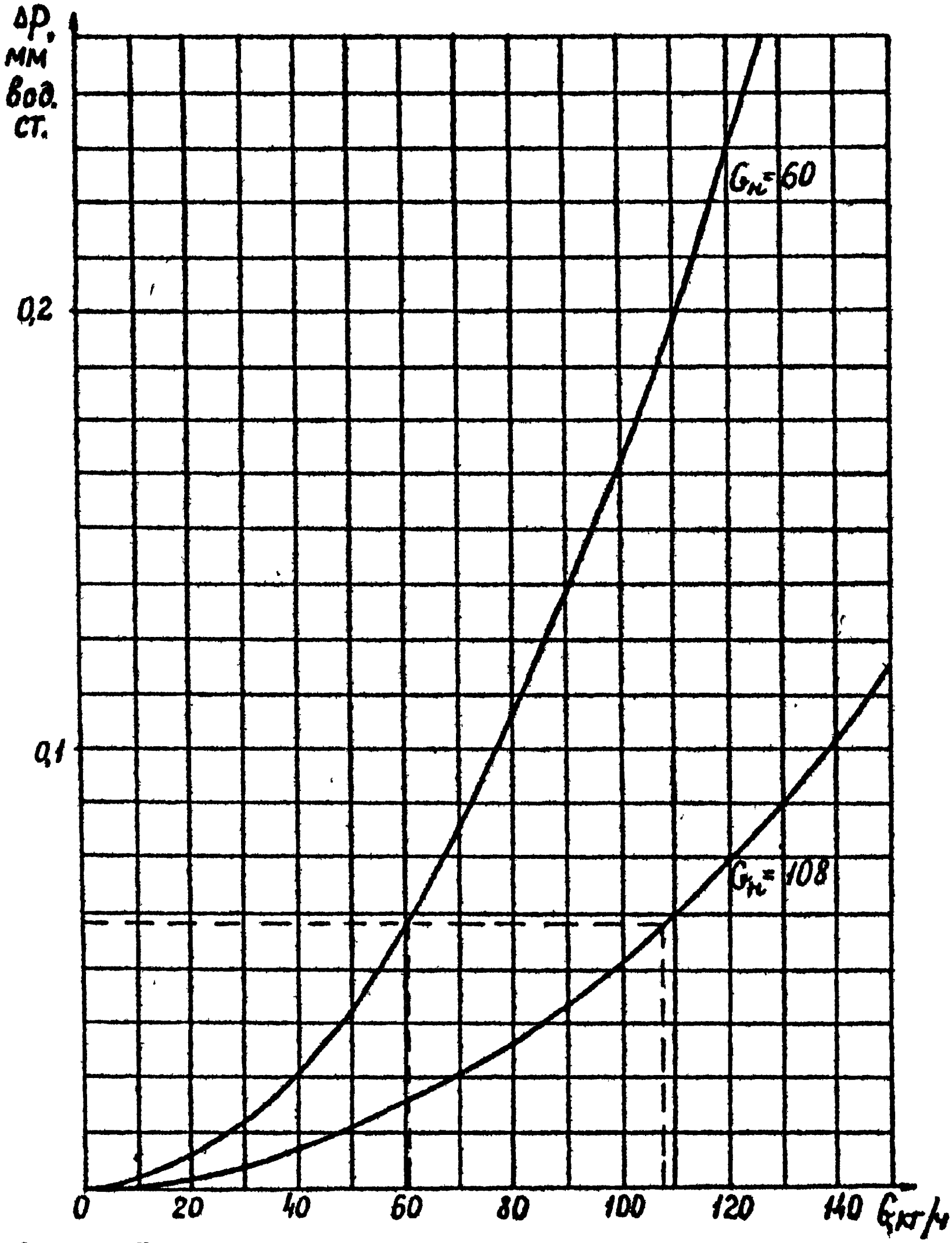


Рис. 6. График для сопоставления фактической и расчетной характеристики сопротивления вентканала, отнесенной к 1 м его длины

Если опытная точка находится выше указанной линии, сопротивление канала данного этажа больше расчетного, вследствие чего при расчетных потерях давления имеет место занижение расхода удаляемого воз - духа против нормативного.

Если опытная точка расположена ниже эталонной линии, сопротивление канала рассматриваемого помещения меньше расчетного и для достижения в расчетных условиях нормативного расхода следует ввести в сеть дополнительное сопротивление (например, задросселировать вытяжную решетку).

4.I4. Форма обработки результатов определения фактического сопротивления канала и сопоставления их с расчетной величиной приведена в прил. 5.

Примечание. Эталонная линия на графике, см.рис. 6, является единой для всех этажей здания. Она соответствует расчетной характеристике сопротивления вентканала, отнесенной к I м его длины, и получена (при условии, что расчетное значение $t_в = I8^0C$) на основании следующих зависимостей:

$$\Delta P_{расч} = S_{расч} \cdot G_н^2; \qquad (I2)$$

$$\Delta P_{расч} = (\gamma_{+5} - \gamma_д)\, H; \qquad (I3)$$

при $t_в = I8^0C$ $\quad \Delta P_{расч} = 0{,}06H;$ (I4)

следовательно, $S_{расч} = \frac{0{,}06H}{G_н^2};$ (I5)

тогда при любых отличных от расчетных наружных (и внутренних) условиях

$$\Delta P_{п\ кан} = S_{расч} \cdot G_{ф.п}^2 \qquad (I6)$$

или $$\frac{\Delta P_{п\ кан}}{H} = \frac{0{,}06}{G_н^2} \cdot G_{ф.п}^2. \qquad (I7)$$

Аналогично можно построить эталонную линию для других значений $t_в$.

4.I5. Для испытания вертикали вытяжных каналов на герметичность выполняют следующие работы:

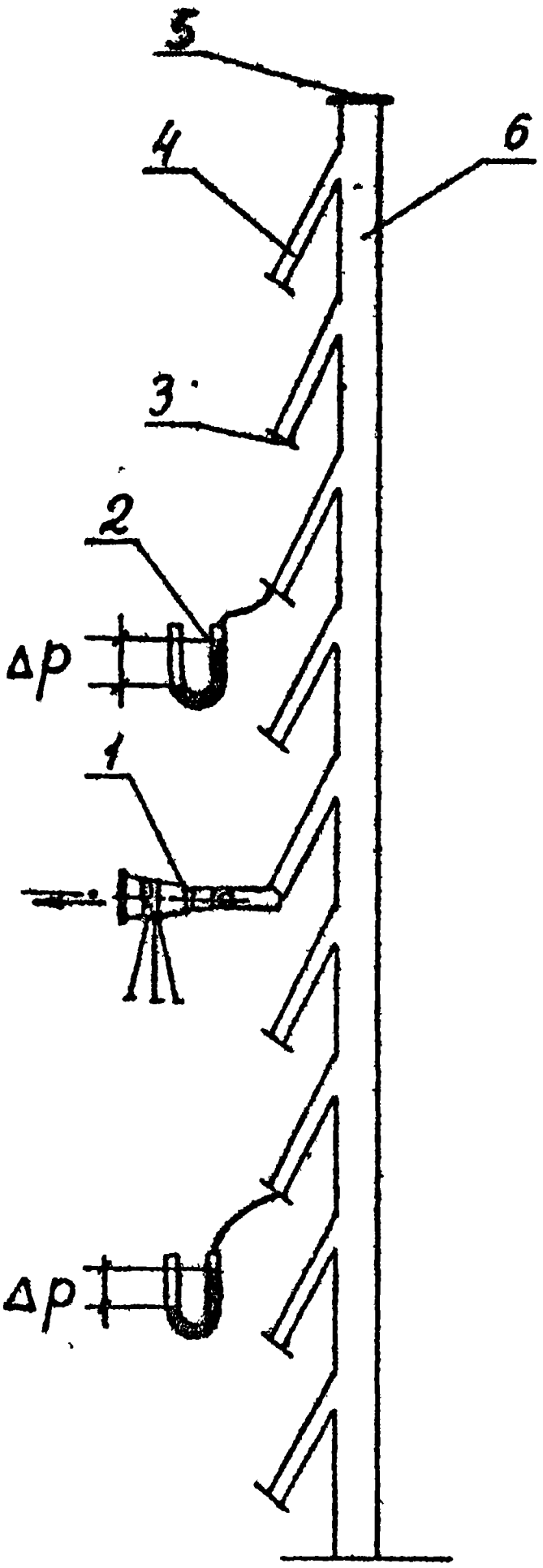


Рис. 7. Схема испытания вертикали вентканалов на герметич - ность
I - вентиляторно-измери - тельная установка; 2 - микроманометр; 3 - заглуш-ка; 4 - канал-спутник; 5 - заглушка; 6 - магистраль-ный канал

перекрывают оголовки всех вент-каналов рассматриваемой вертикали, например с помощью надувных клапа-нов;

перекрывают все вытяжные решет-ки, подключенные к испытываемой вертикали, кроме одной, располо - женной в квартире среднего этажа. Для этого используют полиэтилено-вую пленку, приклеиваемую клейкой лентой по контуру решетки, либо накладные коробчатые заглушки из жести или фанеры, имеющие поролоновое уплотнение по периметру и крепежную часть в виде распорок и пружины;

через вытяжные решетки помеще-ний, расположенных на один этаж выше и ниже среднего этажа, пред-варительно вводят в канал-спутник медные трубки малого диаметра, ко-торые соединяют резиновыми шлан - гами со средним помещением;

к вытяжной решетке помещения подключают вентиляторно-измери - тельную установку по схеме рис.7.

4.16. При открытой входной двери в квартиру включают вентилятор установки и с помощью регулирующего органа выводят на режим, при ко-

тором среднее из двух измеряемых значений разности давлений между вентканалом и помещением $\frac{\Delta P_{верх} + \Delta P_{ниж}}{2}$ составляет 2 кгс/м^2 (I9,6I Па).

При данном давлении в вентиляционной сети по показаниям анемометра в мерительном участке определяют расход воздуха с помощью вспомогательного графика, см. рис.4.

4.I7. При расходе воздуха $L \geqslant 90\ N$ м^3/ч,

где N - число этажей, подключенных к магистральному каналу, величина подсосов в вентиляционной сети в нормальных условиях эксплуатации не превышает 20%.

4.I8. Если разность давлений (см. п.4.I6) меньше 2 кгс/м^2 (I9,6I Па) при максимальном расходе вентилятора, то негерметичность вентиляционной сети недопустимо велика.

5. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ. МЕТОДИКА ЗАМЕРОВ

5.I. Для проведения испытаний (см.разд. 2-4 настоящей Методики) необходимы:

а) измерительные приборы: микроманометры типа ММН; крыльчатые анемометры; чашечный анемометр; секундомеры; ртутные термометры; комплект термопар и переносной потенциометр с переключением;

б) материалы: трубки медные мягкие малого диаметра (2-4 мм) длиной 200-300 мм со штуцерами на концах; резиновые шланги с внутренним диаметром 4-5 мм; пленка полиэтиленовая; клейкая лента;

в) приспособления: насос автомобильный или велосипедный; метры складные и рулетки металлические; штанги различных конструкций для крепления анемометров; приспособления для перекрывания вентиляционных каналов и решеток; рамки инвентарные раздвижные с надувными вкладышами; рамки аналогичные объемные;

г) оборудование - вентиляторно-измерительная установка специальной конструкции со штативом.

5.2. Микроманометры должны быть в исправном состоянии, т.е. проверены на герметичность, промыты и заправлены этиловым спиртом плотностью 0,8095 г/см^3.

Во время записи показаний микроманометра фиксируют угол наклона его трубки. В случае пульсации показаний записывают среднюю величи-

ну. При одновременности измерений разности давлений и скорости воздуха показания микроманометра снимают 10 раз с равным интервалом в течение замера анемометром. По полученным данным находят среднюю величину Δp из 10 замеров.

5.3. Чашечные анемометры применяют в случаях, когда скорость воздуха в отверстии превышает 5 м/с; это может иметь место при замерах в оголовках магистральных каналов. Правила замеров стандартные.

5.4. Крыльчатые анемометры должны иметь исправную крыльчатку с чистой поверхностью лопаток. Каждый анемометр снабжается тарировочным графиком завода-изготовителя или поверочной службы. Поверку анемометров производят не реже 1 раза в 6 месяцев.

Замер рекомендуется производить через 5-10 с после установки анемометра в течение 50 с. В каждой точке измерения его производят дважды. Если результаты замеров различаются более чем на 10%, требуется их повторить до получения стабильных данных.

Примечание. Под стабильными понимаются замеры, 2/3 которых различаются не более чем на 10%.

При измерении скорости воздуха в отверстии пленки размером 100 x 100 мм анемометр устанавливают неподвижно в центре отверстия в плоскости пленки. При измерении в оголовке вентканала он медленно равномерно перемещается по всему его сечению в плоскости выхода воздуха.

Скорость воздуха в вытяжных решетках определяют с помощью насадка, удлиняющего обечайку анемометра.

На рис. 8 показано возможное решение такого насадка, который может выполняться из листовой стали, кести или пластмассы. В процессе замера насадок плотно прижимают к решетке и медленно перемещают по сечению вытяжного отверстия.

Если доступ к месту замера затруднен (вытяжная решетка установлена высоко или экранируется чем-либо, оголовок вентканала выходит непосредственно под козырек вытяжной шахты или расположен на уровне кровли и т.п.), используются приспособления в виде штанг прямого или поворотного типа, на которые крепятся анемометры (рис. 9).

Примечание. Исследованиями на аэродинамическом стенде установлено, что при габаритах насадка (см.рис. 8) и соблюдении правил измерения тип вытяжной решетки (т.е.

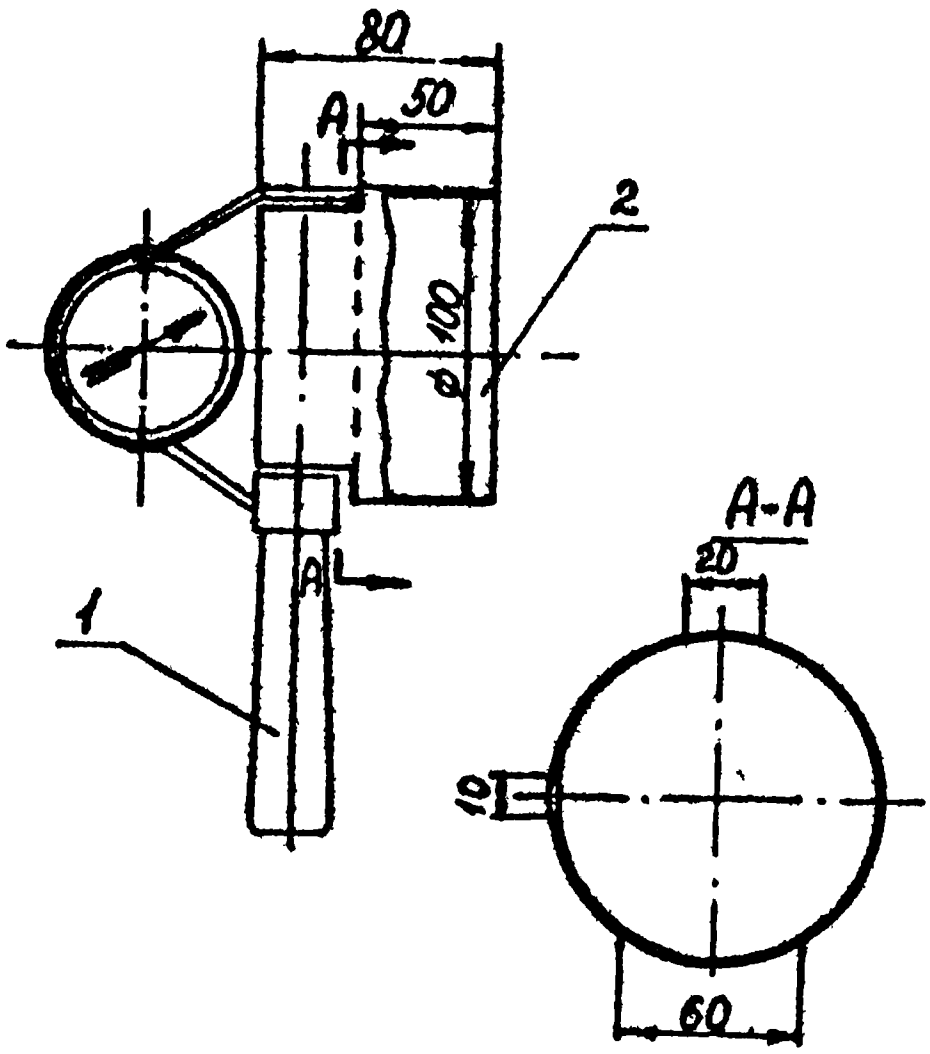


Рис. 8. Крыльчатый анемометр с насадком
I - анемометр;
2 - насадок

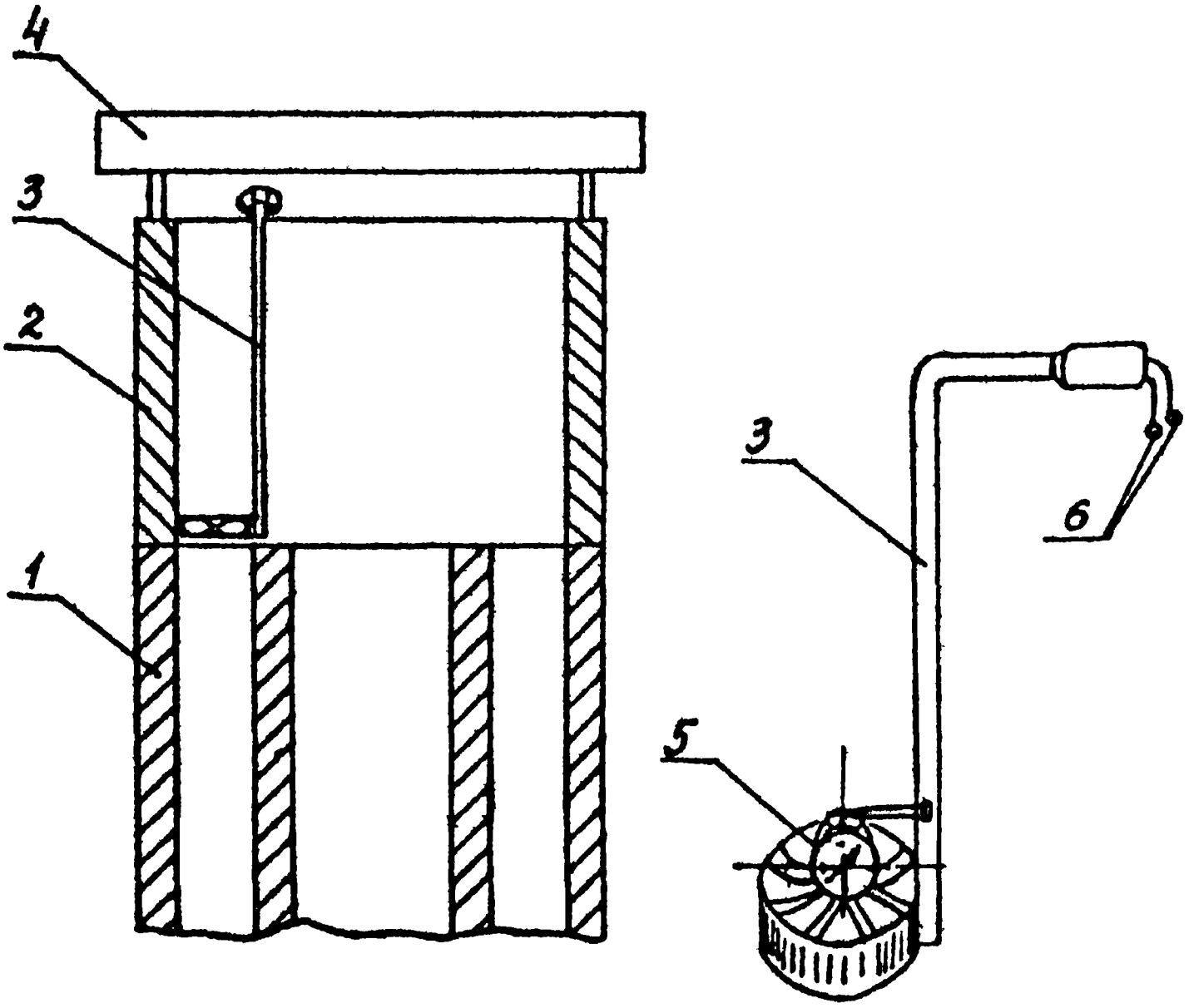


Рис. 9. Схема измерения скорости воздуха на выходе из вентканала: 1 - вентблок; 2 - вентиляционная шахта; 3 - штанга; 4 - козырек; 5 - анемометр; 6 - тяга включения (выключения) анемометра

коэффициент живого сечения, конфигурация перемычек и т.п.) не влияет на показания анемометра.

5.5. При определении расхода воздуха G по скорости, замеренной крыльчатым анемометром, следует вводить поправочный коэффициент k , учитывающий условия замера (таблица).

Условия замера	K
При истечении воздуха из отверстия в пленке размером 100 x 100 мм	0,63
При всасывании воздуха через отверстие в пленке размером 100 x 100 мм	0,75
При удалении воздуха через вентиляционную решетку любого типа в стене с насадком на анемометр l = 50 мм	0,8
При истечении воздуха из вентканала в его оголовке	0,85

При определении расхода воздуха площадь отверстия $F_{отв}$ принимается по его габаритам, без учета коэффициента живого сечения.

5.6. При испытаниях, см. разд. 4 настоящей Методики, желательна одновременность замеров, что возможно, например, при достаточном количестве участников испытаний (включение приборов по единому сигналу).

5.7. Измерение температур воздуха целесообразно осуществлять термопарами и переносным потенциометром с переключателем. Термопары не дают заметного затенения измеряемого отверстия и обладают малой инерционностью. Допустимы, однако, ртутные технические термометры с ценой деления 0,2°С. Показания термометров следует снимать не ранее чем через 5 мин после установки. При их размещении затенение отверстия, в котором измеряется скорость воздуха должно быть наименьшим, а приближение ртутного баллона к его плоскости - наибольшим.

Термопары и ртутные баллоны термометров должны иметь защитные экраны из фольги или белой жести.

5.8. Настоящей Методикой предусматривается использование специально разработанной вентиляторно-измерительной установки, предназначенной:

для уменьшения трудоемкости и повышения точности натурных испытаний воздухопроницаемости окон и дверей;

круглогодичного их проведения, независимо от погодных условий;

обеспечения возможности определения суммарной воздухопроницаемости внутренних ограждений квартир;

проведения испытания системы естественной вытяжной вентиляции на герметичность.

В комплект установки входят (рис. 10):

высокоскоростной осевой вентилятор, имеющий две последовательно расположенные крыльчатки;

коллектор на выходе воздуха из вентилятора;

мерительный участок, состоящий из воздуховода $d = 150$ мм с вмонтированным крыльчатым анемометром и спрямляющей защитной решеткой на входе. В воздуховоде имеется отверстие с прозрачным экраном напротив циферблата анемометра и привод для включения анемометра, выведенный наружу. Мерительный участок съемный. При необходимости он подсоединяется к всасывающему отверстию вентилятора;

регулирующая диафрагма для изменения производительности вентилятора, которая смонтирована на его всасывающем отверстии и имеет выносной привод;

штатив для установки вентилятора с телескопическими опорами, обеспечивающими его переменную высоту.

Примечание. Вентиляторно-измерительная установка может быть изготовлена силами заинтересованных организаций по имеющимся в ЦНИИЭП инженерного оборудования чертежам до освоения ее централизованного выпуска.

5.9. Вентиляторно-измерительная установка должна быть тарирована по эталонному коллектору на аэродинамическом стенде.

5.10. Для герметизации дверных и оконных проемов рекомендуются инвентарные раздвижные рамки, показанные на рис. 11. В разобранном виде рамки представляют собой набор отрезков алюминиевых швеллеров.

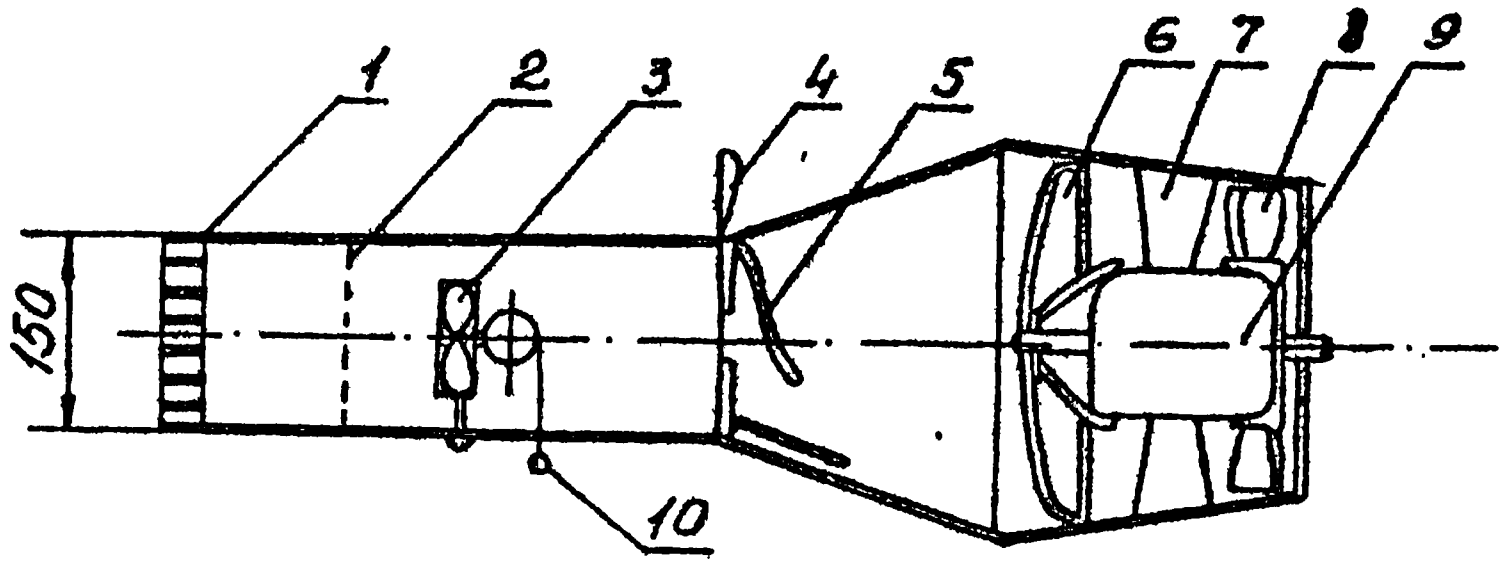


Рис. IO. Схема вентиляторно-измерительной установки
I - решетка; 2 - сетка спрямляющая; 3 - анемометр; 4 - диафрагма ирисовая; 5 - шторка; 6 - рабочее колесо первой ступени; 7 - направляющий аппарат; 8 - рабочее колесо второй ступени; 9 - двигатель; IO - пускатель анемометра

При сборке отрезки разных сечений телескопически соединяются по габариту окна, фиксирующие уголки и две металлические распорки накладываются и закрепляются.

В швеллеры закладывается резиновый надувной вкладыш, например, склеенный из велосипедных камер с ниппелем. На собранную с некоторым минусовым допуском (20-30 мм по длине и высоте окна) рамку накладывается полиэтиленовая пленка, после чего рамка устанавливается перекрываемом проеме. Герметизирует проем надувной резиновый вкладыш, что исключает возможность повреждения внутренней отделки помещений, как это может быть при использовании клейкой ленты для крепления пленки к стенам.

5.II. Для испытаний дверей на воздухопроницаемость рекомендуется инвентарная раздвижная рамка объемной конструкции, исключающая налипание пленки на дверное полотно при работе подсоединенной а ней вентиляторно-измерительной установки, см.рис. 4.

5.I2. При испытаниях используют полиэтиленовую пленку двух типов:
с отверстием в средней части размером I00 х I00 мм, имеющим уплотнение по контуру и откидной клапан, который при необходимости заклеивается клейкой лентой;

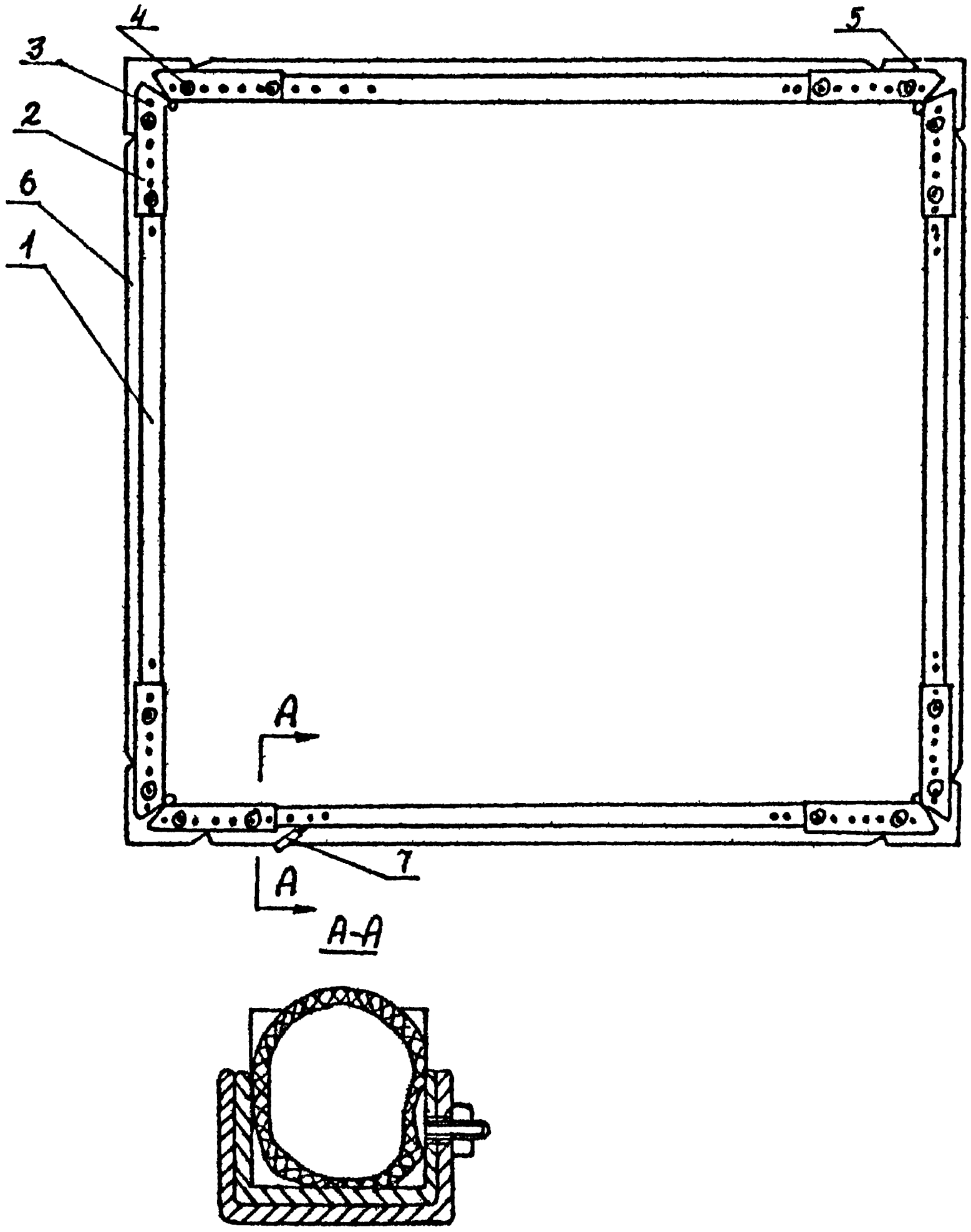


Рис. II. Эскиз инвентарной раздвижной рамки для проемов от 700 до 2250 мм

I – планка-набор; 2 – петля угловая; 3 – шарнир; 4 – болт с гайкой; 5 – накладка угловая; 6 – камера резиновая; 7 – ниппель

с отверстием в средней части диаметром 250 мм и приваренным по его контуру рукавом длиной 500 мм для подключения к вентиляторно-измерительной установке.

Габариты пленок определяются наибольшими типовыми размерами окон и дверей и должны превышать их на 300-400 мм. Допускается использовать пленки дифференцированных размеров в зависимости от типа окон в доме в количестве, достаточном для перекрывания одновременно всех оконных и двух дверных проемов в квартире. Необходим их периодический осмотр с целью выявления возможных повреждений и неплотностей, их устранения или замены пленок.

5.13. Медные трубки, применяемые для прохода через притворы окон и дверей, следует периодически продувать и проверять на герметичность.

5.14. Для герметизации вытяжных решеток в соответствии с п.4.15 рекомендуются полиэтиленовые пленки, закрепляемые по контуру решетки клейкой лентой, и заглушки специальной конструкции.

Приложение I

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВОЗДУХООБМЕНА ЖИЛЫХ ДОМОВ

Оценка естественной вытяжной вентиляции, как правило, производится путем замеров расходов воздуха в вытяжных решетках при случайных сочетаниях температуры наружного воздуха и скорости ветра, имеющих место в период испытаний, а также в ряде случаев замеров воздуха в магистральных каналах и сборных шахтах. Испытания каналов естественной вытяжной вентиляции на герметичность прямым путем (.не по балансу расходов воздуха в решетках и на выходе из магистрального канала) не производились.

Движение воздуха в каналах естественной вытяжной вентиляции происходит под действием ветрового и гравитационного давлений за вычетом потерь давлений на преодоление сопротивления заполнения оконных (балконных) проемов. Следовательно, сопоставление значений расходов воздуха, замеренных в вытяжных решетках вертикали помещений, фактически сводится к оценке суммарного сопротивления окон и каналов соответствующих этажей и не может вопреки существующему представлению служить критерием равномерности работы вытяжной вентиляции по вертикали здания. Аналогичная ошибка допускается и при оценке суммарной производительности всей вертикали.

Для указанных задач возможны различные решения. Наиболее приемлемым как по простоте измерений, так и по величине возможной погрешности представляется проведение испытаний в условиях приоткрытых по всей испытываемой вертикали окон, в одной из комнат каждой квартиры. При этом воздух будет беспрепятственно поступать к решеткам и сопротивление окон полностью исключается. Что касается количественной оценки проводимости каналов, то Методикой предусматривается необходимый минимум замеров, позволяющих пересчитать полученные результаты на расчетные условия ($t_в = +18^{o}C$, $t_н = +5^{o}C$, безветрие) и в наглядной графической форме сопоставить расчетные и фактические величины. Такая форма обработки и представления материалов является также основой для последующей наладки системы и ликвидации там, где это конструктивно возможно, выявленных дефектов. Следует отметить, что при испытаниях вытяжной вентиляции, предусмотренных Методикой, игнорируется переменное (в зависимости от соот-

измерения расходов) сопротивление тройников – места соединения попутчиков с магистральным каналом. Разрешимая в принципе эта задача в условиях массовых натурных испытаний без допущений на данной стадии представляется невыполнимой из-за своей трудоемкости. Имеют место осложнения и при определении таких показателей, как перетека и и е воздуха между отдельными элементами вентблоков. Однако косвенная оценка перетекания получается при испытании системы на герметич - ность, т.е. оценке неплотностей. Представляется, что здесь вопрос не только методический. Для более точного решения всех задач в этой области необходимо новое, отсутствующее на сегодняшний день приборное обеспечение. В настоящей Методике вопрос о новом приборном обеспечении при натурных испытаниях решается лишь частично, и эта работа должна быть продолжена. Есть основания полагать, что испытания, изложенные в разд.4 Методики, позволят получить существенно более обоснованную оценку систем естественной вытяжной вентиляции и на ее основании совершенствовать схемные и конструктивные решения.

В течение ряда лет ЦНИИЭП инженерного оборудования проводились натурные испытания воздухопроницаемости межквартирных ограждений, в процессе которых отрабатывалась и совершенствовалась их методи к а. Разработка вентиляторно-измерительной установки (разд. 5 Методики) позволила принципиально перестроить испытания и практически исклю - чить имевшие ранее место недостатки: сделать их круглогодичными, не зависящими от погодных условий, на порядок повысить величину измеряемых перепадов давлений и, следовательно, точность замеров, создать последовательно любое количество режимов и отказаться от осреднения перепадов.

Методика испытаний воздухопроницаемости внутренних ограждений квартир базируется на оценке измерения перепада давлений между улицей и квартирой при подаче в последнюю (или извлечении из нее) определенного количества воздуха. За начальный принимается перепад давлений "улица-квартира" при заклеенных окнах, вытяжных решетках и квартирной двери, испытания которой производятся отдельно. В результате исключения в испытываемой квартире организованного стока (вытяжных отверстий) и притока воздуха через окна давление в ней будет определяться только неплотностями во внутренних ограждениях и давлением в смежных объемах (квартирах, лестничной клетке), которое зависит от воздушных балансов по притоку и вытяжке в них. Таким об-

разом по абсолютной величине давления испытываемая квартира займет промежуточное положение между всеми смежными объемами, а перепады давлений по обе стороны межквартирных ограждений и различие между этими перепадами будут минимальными. Именно этот режим целесообразно принять за начальный, так как в сочетании со значительными перепадами давлений, создаваемыми вентиляторно-измерительной установкой, погрешность измерений будет наименьшей из достижимых в условиях натурных испытаний реального здания. Проведенные при подготовке Методики испытания подтвердили изложенное. При включении вентиляторно-измерительной установки алгебраическая величина перепада давлений между улицей и квартирой будет уменьшаться тем больше, чем герметичнее ее ограждения. Разность между начальным перепадом и замеренным при работе вентилятора однозначно определяет действующие на межквартирные ограждения перепады давлений. Одновременно фиксируется количество подаваемого вентилятором в квартиру воздуха и, следовательно, перетекающего из нее в смежные объемы. Полученная в результате замеров экспериментальная точка, характеризующая количество перетекающего воздуха при соответствующем перепаде давлений, наносится на график (рис.прил. 3) и сопоставляется с расчетными линиями, соответствующими различной воздухопроницаемости при расчетном перепаде давлений между смежными объемами в нормальных условиях эксплуатации 0,4 кгс/м^2 (3,92 Па).

Методика определения воздухопроницаемости окон в основном базируется на опыте МНИИТЭП. Новизна заключается в использовании инвентарных раздвижных рамок и упомянутой выше вентиляторно-измерительной установки. Инвентарные рамки позволяют сократить трудоемкость проведения испытаний, исключить погрешность за счет неплотностей между пленкой и стеной, избежать повреждения отделки стен. Следует отметить, что в процессе предусмотренных Методикой испытаний окон может быть получено практически любое количество точек, характеризующих их воздухопроницаемость в зависимости от перепада давлений.

Таким образом, появляется возможность в р альных зданиях производить массовые эксперименты с точностью результатов, достигаемых до сих пор практически только в лабораторных условиях. Это весьма важно, если учесть, что окна - один из основных элементов здания, определяющих расход тепла и воздухообмен.

Рассматривая настоящую Методику, следует особо остановиться на собственно измерениях и, в первую очередь, скоростей воздуха крыльчатыми анемометрами.

Крыльчатый анемометр - широко распространенный прибор, используемый всеми организациями, измеряющими скорости воздушных потоков в самых различных условиях. Прилагаемый к каждому анемометру тарировочный график используется для перевода его показаний в истинную скорость измеряемого потока воздуха. По существующим правилам каждый анемометр подлежит периодической поверке, без которой произведенные замеры считаются недостоверными. Между тем показания анемометра, интерпретированные по его тарировочному графику, справедливы лишь для условий, идентичных условиям тарировки. Это обстоятельство в большинстве случаев не учитывается или учитывается приближенными поправочными коэффициентами на значения скорости, что приводит к существенным погрешностям результатов замеров.

В связи с этим ЦНИИЭП инженерного оборудования на специальном аэродинамическом стенде (рис. 12) проведена большая серия испытаний с целью получения поправочных коэффициентов к паспортным характеристикам крыльчатых анемометров для условий, описываемых в Методике. Для приточных струй испытания проводились в отверстии размером 100 х 100 мм, образованном в полиэтиленовой пленке в диапазоне скоростей от 0,3 до 5 м/с. При этом выявлено, что в определенных условиях анемометр, видимо, реагирует на максимальную скорость потока, а не осредняет ее, как это считалось ранее. Во всяком случае для рассматриваемых отверстий с острыми кромками, независимо от их размера, скорости потока, условий подтекани к ним воздуха (за пленкой имитировалась стенка, а расстояние между ней и пленкой изменялось от 0,02 до 0,8 м), поправочный коэффициент оказался постоянным, равным 0,63, что численно совпадает с коэффициентом расхода μ для отверстий с острой кромкой. Столь большая поправка вносит принципиальный корректив в оценку результатов измерений и, естественно, не может не учитываться.

Аналогичная работа проведена и для вытяжных отверстий с решетками различных конфигураций, живого сечения и габаритов. При этом также с целью получения единого поправочного коэффициента, не зависящего от типа решетки и скорости потока, отрабатывалась методика самих замеров с использованием различных насадков. Задача осложня-

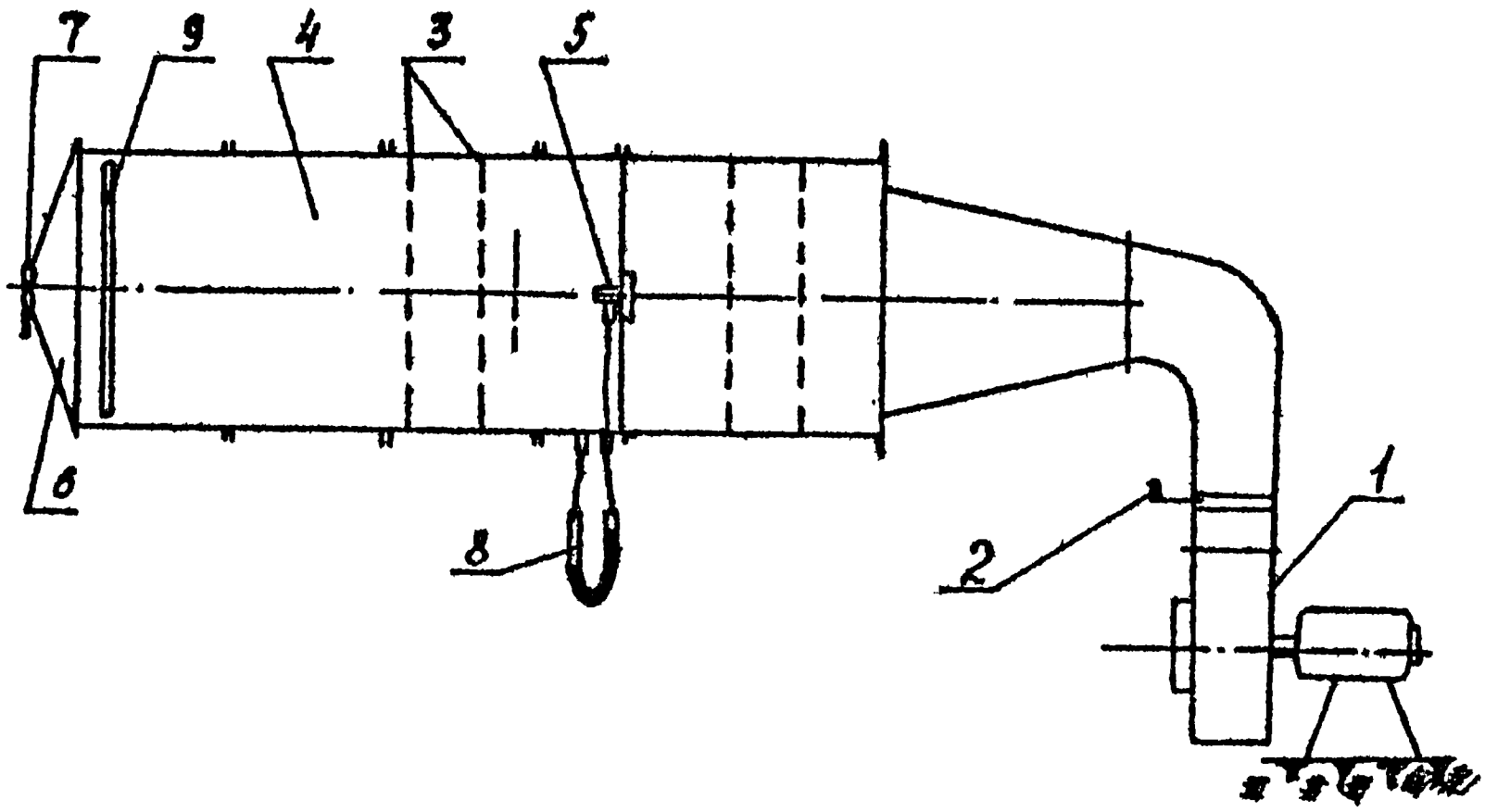


Рис. I2. Схема аэродинамического стенда для тарировки крыльчатых анемометров в условиях натурных испытаний

I - вентилятор; 2 - мерная диафрагма; 3 - сетка спрямляющая; 4 - наборное кольцо; 5 - коллектор эталонный; 6 - пленка полиэтиленовая; 7 - тарируемый анемометр; 8 - микроманометр; 9 - экран

лась тем, что конструкция насадка вместе с анемометром должна иметь минимальное сопротивление (с учетом области применения Методики), а в то же время скорость потока в ней не должна быть менее 0,3 м/с, т.е. нижнего предела чувствительности крыльчатого анемометра. Наиболее стабильный результат при методически простых измерениях получается в условиях, описанных в разд. 5 настоящей Методики.

Приложение 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОКОН НА ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ

Адрес _____

Серия дома _____ Этажность _____

$\Delta P_{расч}$ _____

Характеристика заполнения оконного проема и уплотнения _____

_____

Дата _____

№ окна	№ режима	№ квартиры этаж	$F_{ок}$, $м^2$	$\Delta P_{ул-пл}$, мм вод.ст.	$t_{инф.}$, °С	v, м/с	G_o, $кг/м^2 ч$	Примечания
I	I							Окно с балконной дверью
	2							
	n							
2	I							–
	2							
	n							
n	I							–
	2							
	n							

Примечание. К результатам испытаний прикладывается план типового этажа с номерами испытываемых окон.

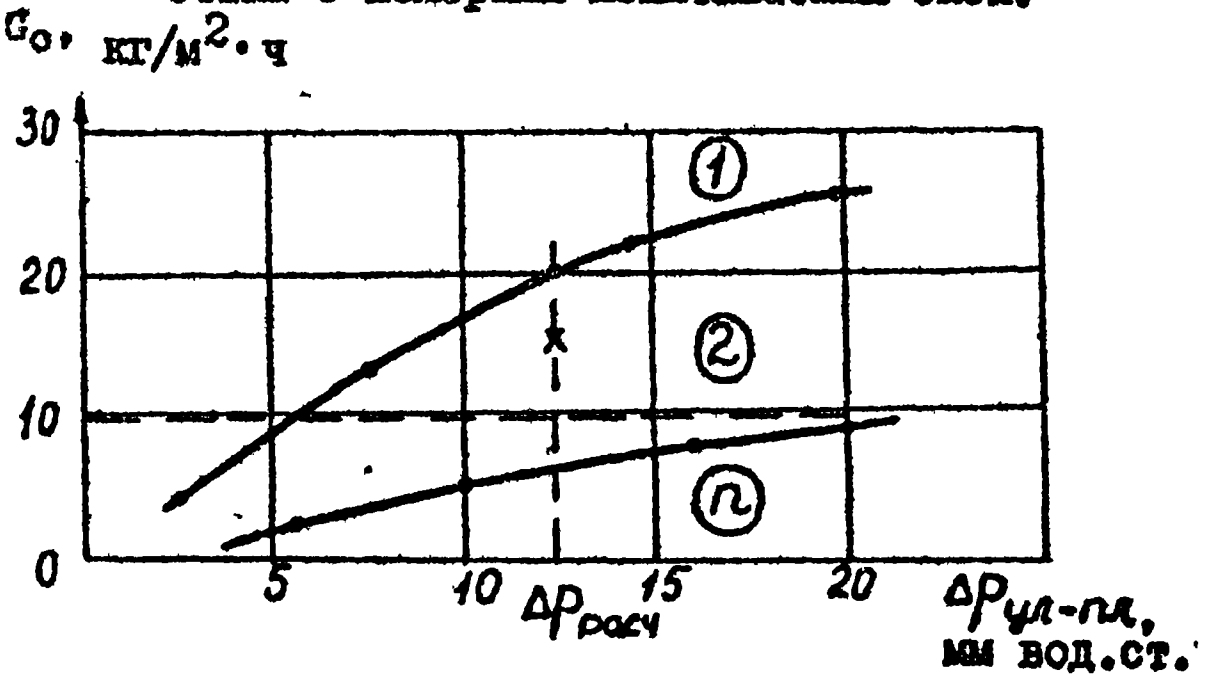


Рис. I3. Графическое представление результатов испытаний

Приложение 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ВХОДНЫХ ДВЕРЕЙ В КВАРТИРЫ НА ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ

Адрес _____

Серия дома _____ Этажность _____

$\Delta p_{расч}$ = 0,03Н _____ $F_{дв}$ = _____ $м^2$

Характеристика уплотнения _____

Дата _____

№ двери	№ режима	№ квартиры / этаж	$\Delta p_{кв-пл.}$, мм вод.ст.	$t_{фильтр.}$, °С	v, м/с	G, $кг/м^2ч$	Примечания
I	I						
	2						
	n						
2	I						
	2						
	n						
n	I						
	2						
	n						

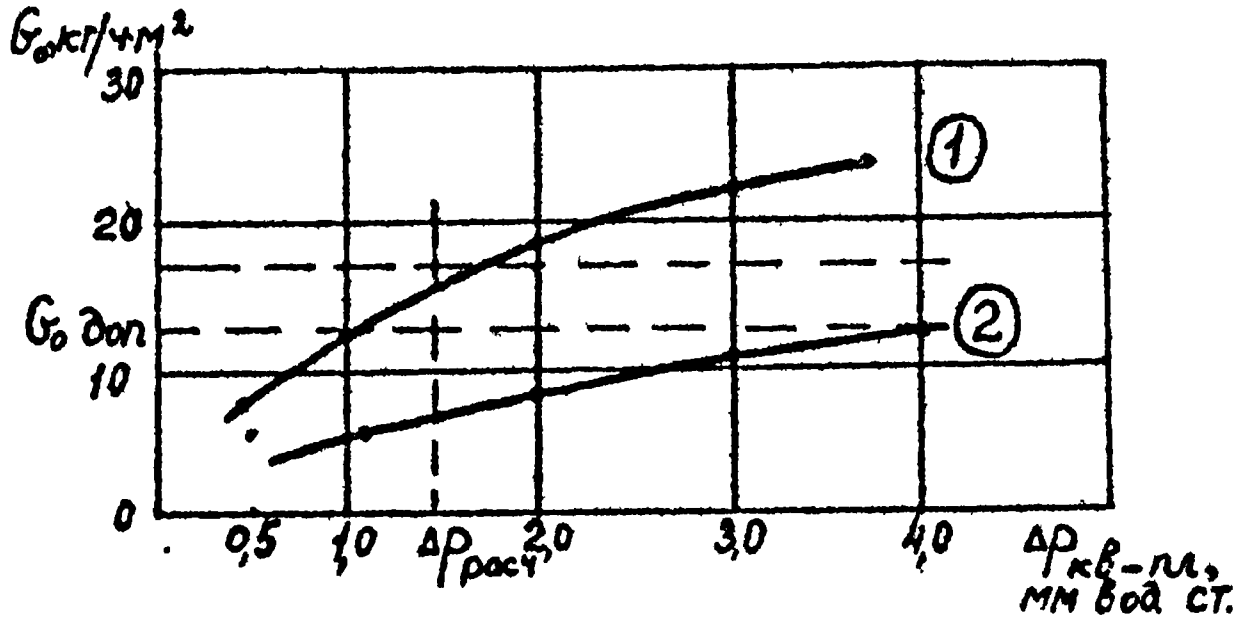


Рис. I4. Графическое представление результатов испытаний

Приложение 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОЙ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ВНУТРЕННИХ ОГРАЖДЕНИЙ КВАРТИР

Адрес _____

Серия дома _____ Этажность _____

Дата _____

Показатели	Единица измерения	№ испытаний по порядку			
		I	2	...	n
№ квартиры этаж	-				
Характеристика квартиры	-				
Нормируемый воздухообмен $G_н$	кг/ч				
$\Delta p^{нач}_{ул-кв}$	мм вод. ст.				
$\Delta p^{вент.}_{ул-кв}$	мм вод. ст.				
$\Delta p^{нач}_{ул-кв} - \Delta p^{вент}_{ул-кв}$	мм вод. ст.				
v в мерительном участке установки	м/с				
t на выходе из вентилятора в помещение	^oC				
G количество подаваемого вентилятором воздуха в квартиру	кг/ч				

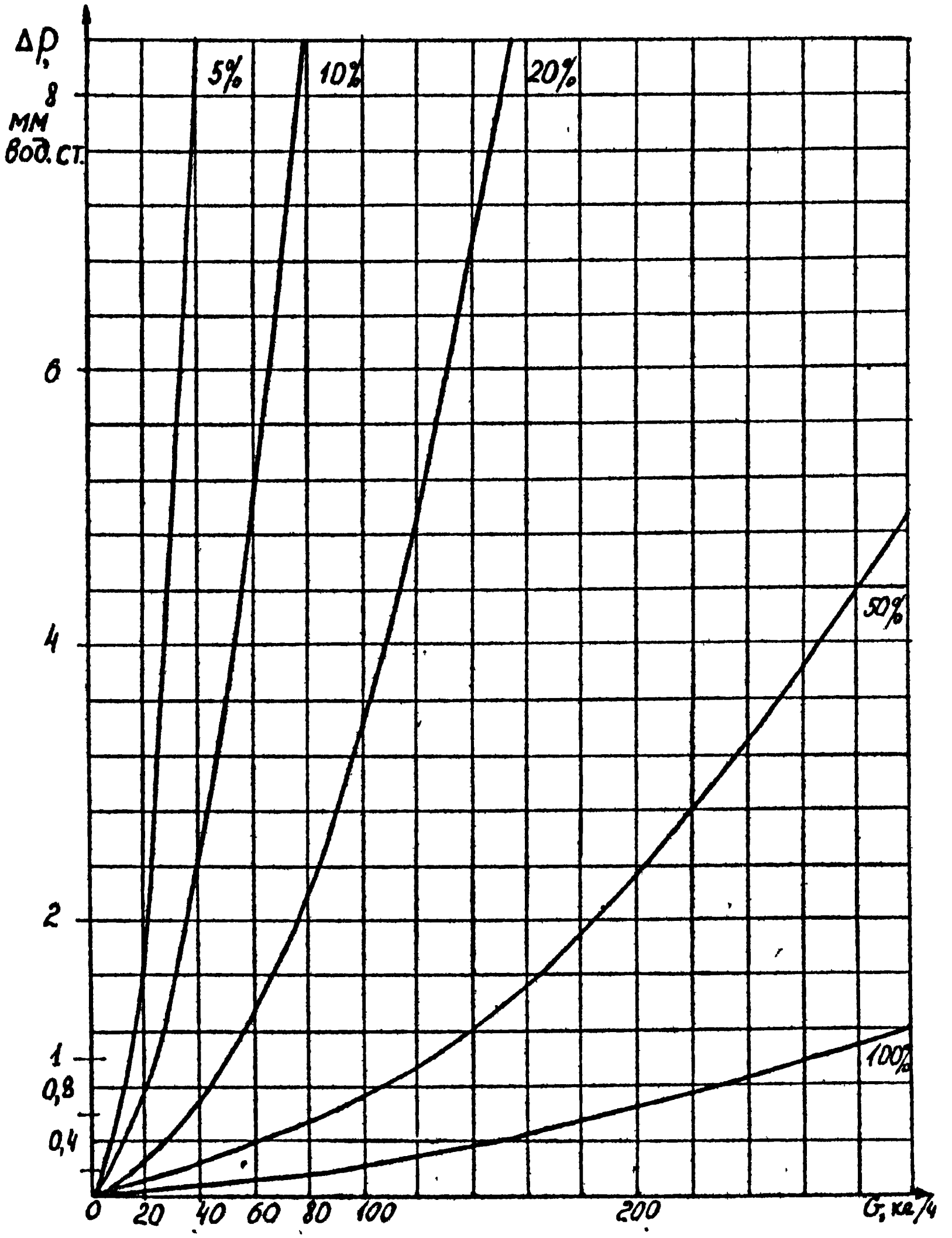


Рис. I5. График для оценки суммарной воздухопроницаемости внутренних ограждений квартир

Приложение 5

ОЦЕНКА РАВНОМЕРНОСТИ УДАЛЕНИЯ ВОЗДУХА ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ ПО ВЕРТИКАЛИ ЗДАНИЯ

Адрес _____

Серия дома _____ Этажность _____

Дата _____ Наружные погодные условия _____

Показатели			Единица измерения	№ вертикали			
				I	2	...	n
Нормируемое количество удаляемого воздуха $G_н$			кг/ч				
Замеры по вентиляционным решеткам	I	$F_{отв}$	$м^2$				
		v	м/с				
		t	°C				
		G	кг/ч				
	2	$F_{отв}$	$м^2$				
		v	м/с				
		t	°C				
		G	кг/ч				
	n	$F_{отв}$	$м^2$				
		v	м/с				
		t	°C				
		G	кг/ч				
$\Sigma G_{выт.реш}$			кг/ч				
M							
$G_{маг}$			кг/ч				
$G_{огол} - \Sigma G_{выт.реш}$			кг/ч				

Примечание. К результатам замеров прикладывается план типового этажа с номерами вертикалей вентканалов и схема вентиляции.

Приложение 6

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ КАНАЛОВ И ИХ УЧАСТКОВ

Адрес_____

Серия дома_____ Этажность_____

Дата_____

		Показатели	Единица измерения	№ вертикали			
				I	2	...	n
Этаж	I	$G_{выт.реш}$	кг/ч				
		$\Delta p_{огол-пом}$	мм вод.ст.				
		Высота от середины окна помещения до устья шахты H	м				
		$\frac{\Delta p}{H}$	$\frac{\text{мм вод.ст.}}{\text{м}}$				
	2	$G_{выт.реш}$	кг/ч				
		$\Delta p_{огол-пом}$	мм вод.ст.				
		H	м				
		$\frac{\Delta p}{H}$	$\frac{\text{мм вод.ст.}}{\text{м}}$				
	n	$G_{выт.реш}$	кг/ч				
		$\Delta p_{огол-пом}$	мм вод.ст.				
		H	м				
		$\frac{\Delta p}{H}$	$\frac{\text{мм вод.ст.}}{\text{м}}$				
$t_{в.расч.}$			^{o}C				
$G_{н}$			кг/ч				
$\frac{S_{расч}}{H} = \frac{(t_{45} - t_{в})}{G_{н}^{2}}$							

Примечания: I. $t_{в.расч}$, $G_{н}$, и $S_{расч.}/H$ необходимы для построения эталонной кривой $\frac{\Delta p}{H} = f(G)$.

2. К результатам прилагаются план типового этажа с номерами вертикалей и схема вентиляции.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Введение 3
I. Общие положения 5
2. Оценка воздухопроницаемости окон 7
3. Определение воздухопроницаемости внутренних ограждений квартир I2
4. Оценка эффективности естественной вытяжной вентиляции... I9
5. Приборы и оборудование. Методика замеров 26
Приложения
I. Методический подход к оценке воздухообмена жилых домов 34
2. Результаты испытаний окон на воздухопроницаемость ... 39
3. Результаты испытаний входных дверей в квартиры на воздухопроницаемость 40
4. Результаты определения суммарной воздухопроницаемости внутренних ограждений квартир 4I
5. Оценка равномерности удаления воздуха вытяжной вентиляцией по вертикали здания 43
6. Результаты определения фактической характеристики сопротивления вентиляционных каналов и их участков. . 44

Составители

Александр Захарович Ивянский
Ирина Борисовна Павлинова
Юрий Абрамович Гершензон
Галина Владимировна Радцен
Маргарита Евгеньевна Эйзерман

Методика
натурных испытаний воздухообмена жилых домов

Редактор Шарова С.Н.

Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт инженерного оборудования

Москва, II7279, Профсоюзная ул., 93,а

Оцифровано
Peoples_commissar
(Peoples_commissar@tut.by)

Л- 100280 Подписано в печать 31.07.81.

Формат 60x90 1/16 3 печ.л. 2,4 уч.-изд.л.

Заказ №107. Цена 40 коп. Тираж 350 экз.

Ротапринт ЦНИИЭП инженерного оборудования