



Лаборатория высокоточного
строительного тепловидения
«ТехКонтроль»

2015 г.



ООО «ТехКонтроль» - Лаборатория высокоточного строительного тепловидения. Сайт: www.tv-laboratory.ru

Телефоны: 8-800-450-11-62, 8-499-390-82-06, 8-473-229-27-37 E-mail: 88004501162@mail.ru

Отчет испытания ограждающих конструкций частного дома на воздухопроницаемость при разности давлений 50 Па по ГОСТ 31167-2009.

(Европейский стандарт инспектирования строительства EN 13829:2000).
Blower door test «пассивный дом».

Исполнитель: ООО «ТехКонтроль». Специалист второго уровня квалификации Ростехнадзора РФ по тепловому и контролю воздухопроницаемости по ГОСТ 31167-2009. [Redacted]



Оглавление

Введение

- 1. Объект обследования.**
- 2. Время и условия обследования.**
- 3. Аппаратура и оборудование.**
- 4. Методика испытаний.**
- 5. Сертификаты специалистов и поверок.**
- 6. Протокол измерения воздухопроницаемости ограждающих конструкций.**
- 7. Заключение.**

Введение

Показатель воздухопроницаемость ограждающих конструкций является одним из наиболее существенных критериев оценки качества ограждающих конструкций. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций зданий и сооружений оказывает значительное влияние на стоимость эксплуатации объекта, на состояние комфортного микроклимата помещений объекта.

Строительные нормы и правила СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» нормируют показатели воздухопроницаемости ограждающих конструкций в зависимости от типа здания, организации системы вентиляции, а также устанавливают требования по контролю кратности воздухообмена при приёмке зданий в эксплуатацию.

Объём и порядок проведения натурных испытаний кратности воздухообмена помещений регламентируют ГОСТ 31167-2009 «Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций». Помещением для испытания может быть эксплуатируемый или полностью подготовленный к сдаче в эксплуатацию индивидуальный дом или другое небольшое (объёмом не более 500 м³) здание, квартира, помещение или группа помещений в здании любого назначения, которые имеют в процессе испытания температуру внутреннего воздуха более 10 °С. Помещение для испытания должно иметь проём (дверной или оконный), в который может быть установлена испытательная аппаратура. В многоэтажном здании следует испытывать не менее трёх помещений, в том числе одну угловую на первом или последнем этаже. При несоответствии показателей нормам требуется принимать меры по снижению воздухопроницаемости ограждающих конструкций по всему зданию.

1. Объект обследования

Объектом тестирования на воздухопроницаемость ограждающих конструкций являлся дом по адресу:





2. Время и условия обследования:

Испытания ограждающих конструкций на воздухопроницаемость проводились 26 января 2015 г. при следующих климатических условиях:

- температура внутреннего воздуха в среднем по помещениям: $+20^{\circ}\text{C}$;
- температура наружного воздуха: -4°C ;
- атмосферное давление: 741 мм.рт.ст.;
- ветер: 1 м/с.

3. Аппаратура и оборудование:

Для выполнения работ было использовано следующее оборудование:

- испытательный стенд Retrorec Blower Door model 1000.

диапазон рабочих температур 0 ... 55°C

поток вентилятора при 50Pa 9514м³/ч

Диапазон измерения давления дифференциальным манометром DM-2

-1150Pa...+1150Pa

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений

$\pm(0.15+1\%)$

- термо-гигро-анемометр testo 410-2;

диапазон измерения температуры воздуха $-10...+50^{\circ}\text{C}$

диапазон измерения скорости воздушного потока 0...+20м/с

погрешность измерения температуры $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

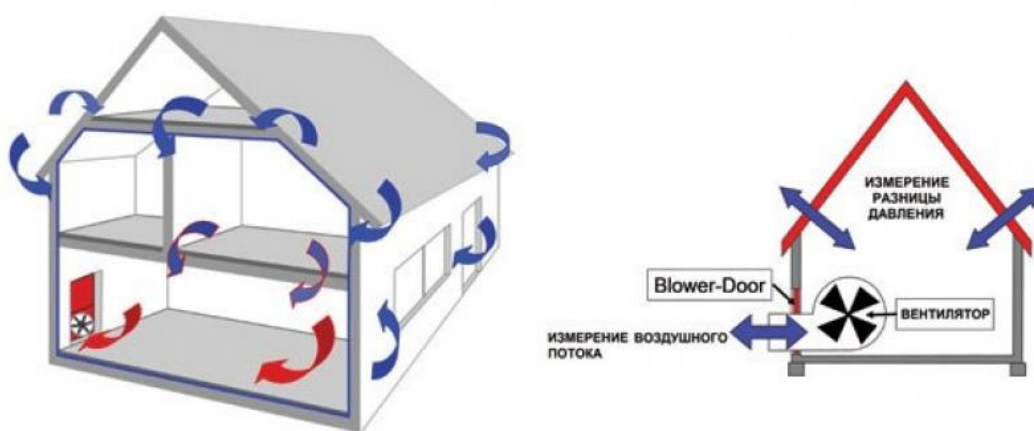
погрешность измерения скорости воздуха $\pm(0.03\text{м/с}+5\%)$

- цифровой фотоаппарат SONY;

4. Краткая методика испытаний:

Порядок проведения теста на воздухопроницаемость регламентируется ГОСТ 31167-2009 «Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций».

Технология такого обследования основана на принудительном понижении или повышении давления внутри здания, относительно наружной атмосферы. Blower Door - Аэродверь, измеряет количество воздуха, проходящего через ограждающую конструкцию при создании перепада давления между окружающей средой и помещением. Перепад давления индуцирует поток воздуха через все щели ограждения помещения. В результате значительно усиливаются потоки воздуха, проникающие через скрытые дефекты здания. Величина воздушного потока, необходимого для удержания заданного перепада давления, соответствует количеству воздуха, проходящего через ограждающие конструкции обследуемого помещения. Используемый дифференциальный манометр измеряет разницу давлений и позволяет оценить воздухопроницаемость (герметичность) помещения. Полученные результаты обрабатываются при помощи профессионального программного обеспечения FanTestic Integrity.



Структурная схема



5. Указания комплектации и поверке оборудования:

Средства измерений используемые при проведении обследования зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений и имеют свидетельство о Государственной поверке и сертификаты калибровки.



Общество с ограниченной ответственностью «ИНЭКС СЕРТ». Аттестат аккредитации RA.RU.312302

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ 7321

Дд

Средство измерений: Манометр дифференциальный DM-2, Рег. № 2123883
наименование, тип, модификация, регистрационный номер в информационном фонде по обеспечению единства измерений, утверждению типа

заводской (серийный) номер 209804

в составе -

номер знака предыдущей поверки -

поверено в полном объеме

наименование единиц величин, диапазонов измерений, на которых поверено средство измерений

в соответствии с Приложением А «Методика поверки» руководства по эксплуатации 1700255916.001 РЭ

наименование или обозначение документа, на основании которого выполнена поверка

с применением эталонов: Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИВ-350-А0,

регистрационный номер и (или) наименование, тип,

№ 2123883

заводской номер, разряд, класс или погрешность эталонов, применяемых при поверке

при следующих значениях влияющих факторов: Температура воздуха 20,2°C

перечень влияющих факторов,

Относительная влажность воздуха 50%, атмосферное давление 100,8 кПа

нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов первичной (первичная поверка) поверки

ненужное зачеркнуть

пригодным к применению.

Знак поверки:



Главный метролог

подпись

Поверитель

подпись

Дата поверки

06.09.2019 г.

Сертификат калибровки установки.



System Calibration Verification Report

Calibrated System Equipment

Blower Door Fan:
 Fan Shell Serial Number **1FN002097**
 Fantop Serial Number **1FT005058**
 Fan Model **1000**
 Manufacturer **Retrotec**
 Calibration Date **2014-06-03**

Pressure Gauge:

Serial Number **209804**
 Gauge Type **DM2**
 Manufacturer **Retrotec**
 Calibration Date **2014-06-03**

Calibration Facility

Company **Retrotec, Inc.**
 Address **1060 E Pole Rd**
 Location **Everson, WA USA**
 Phone **(360) 738-9835**
 Technician **QA Tester**

Flow calibration verification data

The accuracy of this system was checked against an orifice plate mounted in a chamber which was verified with fans calibrated to ASTM E-1258. Pressure gauges were checked against one of two NIST traceable Furness 550 pressure calibrators: 0704353, 0907002

	Number of samples	Range Ring / Plate	Chamber pressure PrA (Pa)	Fan pressure PrB (Pa)	Fan speed (%)	Leakage area (in ²)	System flow (CFM)
Total Leakage Test	114	A	-49.7	60.6	33	329.9	2163
Background Leakage Test	114	L1	-50.0	100.5	22	1.7	11

Measured Orifice Flow (CFM) 2152
 Actual Orifice Flow (CFM) 2142
 Error 0.5%

Measured flow calculation (using flow equations)

System flow = $[60.6 - (-49.7 * -0.075)]^{0.503} * [264.9959 + 60.6 * 0] = 2163$ CFM
 System flow = $[100.5 - (-50.0 * 0.1)]^{0.4925} * [1.1614 + 100.5 * 0] = 11$ CFM

System flow equations

Depressurization with operator indoors (air flow away from operator):

$$\text{System flow (cfm)} = (\text{PrB} - \text{PrA} * \text{K1})^{\text{N}} * (\text{K} + \text{PrB} * \text{K3})$$

Pressurization with operator indoors (air flow towards the operator):

$$\text{System flow (cfm)} = [(\text{PrB} - \text{PrA}) - \text{PrA} * \text{K1}]^{\text{N}} * [\text{K} + (\text{PrB} - \text{PrA}) * \text{K3}]$$

Range Ring / Plate	System flow equation constants					Min Fan Pressure* (Pa)
	N	K	K1	K2*	K3	
Open	0.5214	519.6	-0.070	0.8	-0.1150	8.6
A	0.5030	265.0	-0.075	1.0	0.0000	12
B	0.5000	174.9	0.000	0.3	0.0000	10
C8	0.5000	78.50	-0.020	0.5	0.0160	10
C6	0.5050	61.30	0.054	0.5	0.0040	10
C4	0.5140	39.30	0.080	0.5	0.0005	10
C2	0.5500	20.00	0.139	0.5	-0.0027	10
C1	0.5410	11.92	0.122	0.4	0.0000	10
L4	0.4800	4.099	0.003	1.0	0.0004	10
L2	0.5020	2.068	0.000	0.5	0.0001	10
L1	0.4925	1.161	0.100	0.5	0.0001	10

* Fan Pressure "PrB" must be greater than "Min Fan Pressure" and greater than (PrA*K2)

Door fan systems should be checked for calibration every 5 years

Calibration for the Door Fan should be checked before: **2019-06-03**

The flow accuracy requirements of the following Standards are:

ATTMA: TS1	EN13829	ISO 9972	ASTM E779	CGSB	EN15004	ISO14520	Title 24
7%	7%	7%	5%	5%	5%	5%	5%

Конфигурация диапазонов

Система Retrotec Blower Door измеряет воздушный поток в очень широком диапазоне. Открытый диапазон потока (Open Flow Range) даёт наибольший поток, но при уменьшении скорости вентилятора давление на вентиляторе падает настолько, что не может быть точно измеренным. Кольца диапазонов и заглушки могут быть установлены для ограничения открытия вентилятора, увеличения скорости вентилятора для достижения требуемого потока и увеличения давления вентилятора.

- Используйте конфигурации Диапазонов Потока как показано ниже для оптимизации чтений давления вентилятора.
- Если вы не можете достичь требуемого давления в здании, используйте более открытый диапазон.
 - Если Ваш манометр показывает "TOO LOW", измените диапазон на более ограниченный.

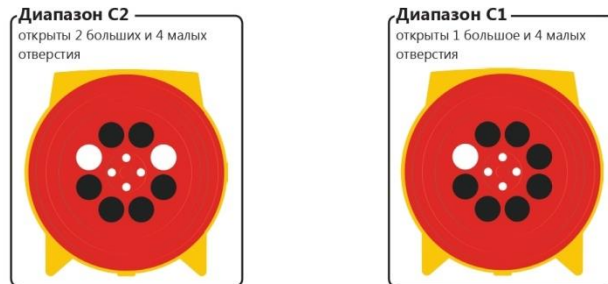
Диапазоны большого потока для больших и негерметичных зданий

Вентиляторы Retrotec моделей 1000, 2000 и 3000 имеют три возможных диапазона для больших потоков:



Диапазоны средних потоков для средне герметичных зданий и конструкций

Установлена магнитная пластинка С8 поверх колец А и В.



Малопоточные диапазоны для очень герметичных конструкций

Малопоточные диапазоны всегда имеют установленные кольца А и В, а также пластину С8 с закрытыми всеми 8 отверстиями. По причине редкого использования для закрытия малых отверстий рекомендуется использовать клейкую ленту.



Модель вентилятора	Напряжение	Hz	Максимальный поток на 50Pa при конфигурации Диапазона												
			L1	L2	L4	C1	C2	C3	C4	C6	C8	B	A	Open	Units
US1000, 2350*	120	60	20	40	70	270	450	600	800	1200	1600	2900	3700	5600	CFM
3300SR*	120/240	60/50	25	45	80	305	520	730	975	1500	2100	4000	5300	8300	CFM
EU1000	240	50	25	48	85	374	612	815	1053	1682	2209	4077	6116	8665	m ³ /hr
Вентиляторы серии 2350 используется в системах Retrotec моделей Q46 и Q56.															
Вентиляторы серии 3300SR используется в системах Retrotec моделей Q4E, Q5E и QMG.															
			Минимальный поток на 50 Pa при конфигурации Диапазона												
Все системы			5	10	27	50	98	145	188	294	402	677	1966	3682	CFM

Квалификационные удостоверения специалиста.

Система неразрушающего контроля Единой системы оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве

№ ОАП - 0056

НОАП ООО «ЭКСПЕРТ НК»

Свидетельство об аккредитации № ОАП-0056 от 31.03.2017 г.
 Срок действия до 31.03.2022 г.

КВАЛИФИКАЦИОННОЕ УДОСТОВЕРЕНИЕ
 № 0056-1077

Фамилия: [Redacted]
 Имя: [Redacted]
 Отчество: [Redacted]
 Год рождения: [Redacted]


 М.П. экспертнк


 Подпись руководителя Независимого органа


 366994 Подпись владельца

КВАЛИФИКАЦИОННОЕ УДОСТОВЕРЕНИЕ № 0056-1077

Уровень квалификации, метод (вид) контроля, наименование (индекс) объектов контроля в соответствии с Правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля.

Настоящее удостоверение действительно только при наличии удостоверения о проверке знаний правил безопасности.

Вид контроля	ТК		МК		ПВК		УК	
	мес	год	мес	год	мес	год	мес	год
1								
Оборудование								
2	08	20						
Оборудование	продлен							
3								
Оборудование								


 М.П.

127410, РФ, г. Москва, Алтуфьевское ш., 41А
 тел. +7 [Redacted]


 Подпись руководителя Независимого органа

УДОСТОВЕРЕНИЕ № 0056-1077

Выдано: [Redacted]
 Должность: [Redacted]
 Место работы: [Redacted]
 в том, что он(а) прошел(а) проверку знаний.

(1) РД 22-01-97, СП 70.13330.2012 (СНиП 3.03.01-87), СП 43.13330.2012 (СНиП 2.09.03-85), ГОСТ 23118-2012, СП 79.13330.2012 (СНиП 3.06.07-86), СП 35.13330.2011 (СНиП 2.05.03-84), СП 46.13330.2012 (СНиП 3.06.04-91), СТО-ГК «Трансстрой»-012-2007, СТО-ГК «Трансстрой»-005-2007, «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ, СП 16.13330.2017 (СНиП II-23-81), СП 63.13330.2018 (СНиП 53-01-2004), СП 27.13330.2017 (СНиП 2.05.04-84), СП 15.13330.2012 (СНиП II-22-81)

в комиссии: **НОАП ООО «ЭКСПЕРТ НК»**
 допущен в качестве: **специалиста** II уровня
 по: **ТК** п.п. II
 Основания: протокол № **26-21** от **27.08.2021 г.**
 Председатель аттестационной комиссии: М.П. [Redacted]


 М.П.

6. Протокол измерения воздухопроницаемости ограждающих конструкций.



Расположение помещения на плане.



Фото установки оборудования.

Данные по помещению

Адрес здания:

Заказчик:

1 м²

Имя оператора:

стично защищённое от

Имя компании: ООО «Техконтроль»

ветра здание

Точность измерений: 3 %

Данные по тесту

Модель вентилятора: Retrotec 1000	Серийный номер вентилятора: 1FN002097	Модель манометра: DM-2	Серийный номер манометра: 209804
---	---	--------------------------------------	--

Направление теста: Понижение давления

Дата: **2015-01-26** Время проведения теста: с **13:22** до **13:35**

Условия окружающей среды:

Атмосферное давление: **101,3** кПа; метод измерения: **Стандартная температура и давление.**

Сила ветра: **1: Тихий**

Температура воздуха:

В начале теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **-4,0 С**.

В конце теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **-4,0 С**.

Данные теста:

10 измерений базового давления было сделано, по **10** секунд каждое.

10 измерений тестового давления было сделано, по **20** секунд каждое.

Базовое давление вначале [Па]	1,00	1,44	2,31	2,50	0,96	1,07	0,75	0,41	0,47	0,74		
Созданное тестовое давление [Па]	-13,1	-21,9	-26,5	-31,6	-35,5	-40,9	-44,5	-50,7	-54,4	-60,3		
Базовое давление в конце [Па]	[Redacted]											
Давление на вентиляторе [Па]												
Диапазон потока												
Общий поток, V _t [м ³ /ч]												
Скорректированный поток, V _{env} [м ³ /ч]												
Ошибка [%]	-3,4 %	2,7 %	2,1 %	-0,9 %	0,9 %	0,9 %	1,8 %	1,0 %	-2,0 %	-2,9 %		

Усреднённое базовое давление:

в начале теста [Па] ΔP_{01} **1,17**, $\Delta P_{01-0,00}$, ΔP_{01+} **1,17**

в конце теста [Па] ΔP_{01} **0,93**, $\Delta P_{01-0,00}$, ΔP_{01+} **0,93**

График созданного тестового давления

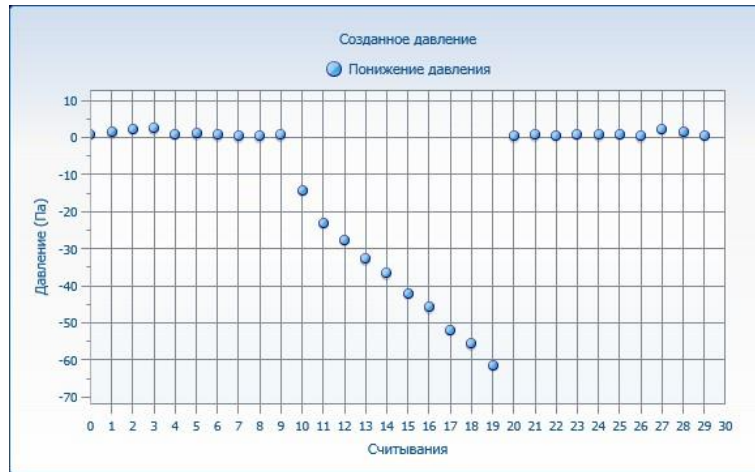
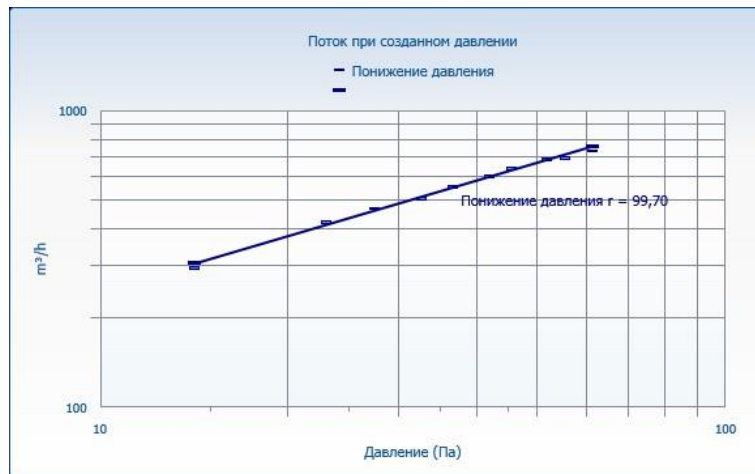


График отношения созданного тестового давления к потоку



Результаты. Направление теста: Понижение давления

	результаты			результаты	95% confidence	Uncertainty
Корреляция, r [%]	99,70	95% confidence limits		Поток при 50 Па, V ₅₀ [м³/ч]	664,82	+/-2,1%
Intercept, C _{env} [м³/ч.Па ⁿ]	59,443	51,60	68,48	Кратность обмена 50 Па, n ₅₀ [/ч]		+/-3,7%
Intercept, C _L [м³/ч.Па ⁿ]	59,213	51,40	68,21	Воздухопроницаемость при 50 Па, q ₅₀ [м³/ч.м²]	1	+/-3,7%
Slope, n	0,61819	0,57896	0,65742	Определённая утечка при 50 Па, W ₅₀ [м³/ч.м²]		+/-3,7%

Направление теста: Повышение давления

Дата: **2015-01-26** Время проведения теста: с **13:42** до **13:55**

Условия окружающей среды:

Атмосферное давление: **101,3** кПа, метод измерения: **Стандартная температура и давление.**

Сила ветра: **1: Тихий**

Температура воздуха:

В начале теста: внутри помещения: **22,0 С** снаружи **-4,0 С.**

В конце теста: внутри помещения: **22,0 С** снаружи **-4,0 С.**

Данные теста:

10 измерений базового давления было сделано, по **10** секунд каждое.

10 измерений тестового давления было сделано, по **20** секунд каждое.

Базовое давление в начале [Па]	1,15	2,16	1,48	1,32	1,51	1,84	2,32	3,31	2,46	2,61		
Созданное тестовое давление [Па]	15,0	19,0	26,6	32,0	34,7	40,9	44,3	51,6	55,2	58,3		
Базовое давление в конце [Па]	[Redacted Data]											
Давление на вентиляторе, [Па]												
Диапазон потока												
Общий поток, V_r [м ³ /ч]												
Скорректированный поток, V_{env} [м ³ /ч]												
Ошибка [%]	- 11,7 %	13,4 %	2,4 %	0,4 %	4,4 %	- 4,1 %	1,1 %	- 0,4 %	- 2,6 %	- 1,1 %		

Усреднённое базовое давление:

в начале теста [Па] ΔP_{01} **2,01**, ΔP_{01-} 0,00, ΔP_{01+} **2,01**

в конце теста [Па] ΔP_{01} **1,77**, ΔP_{01-} **0,00**, ΔP_{01+} **1,77**

График созданного тестового давления

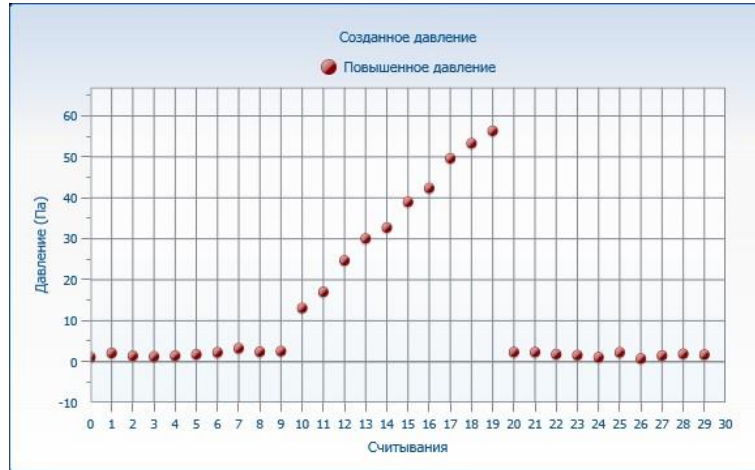
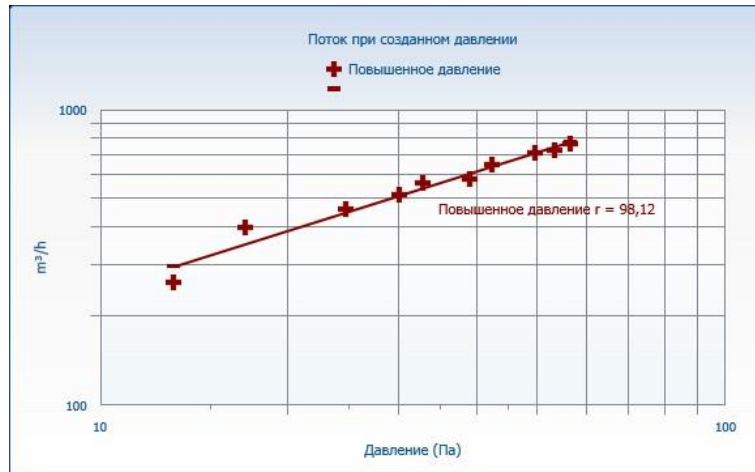


График отношения созданного тестового давления к потоку

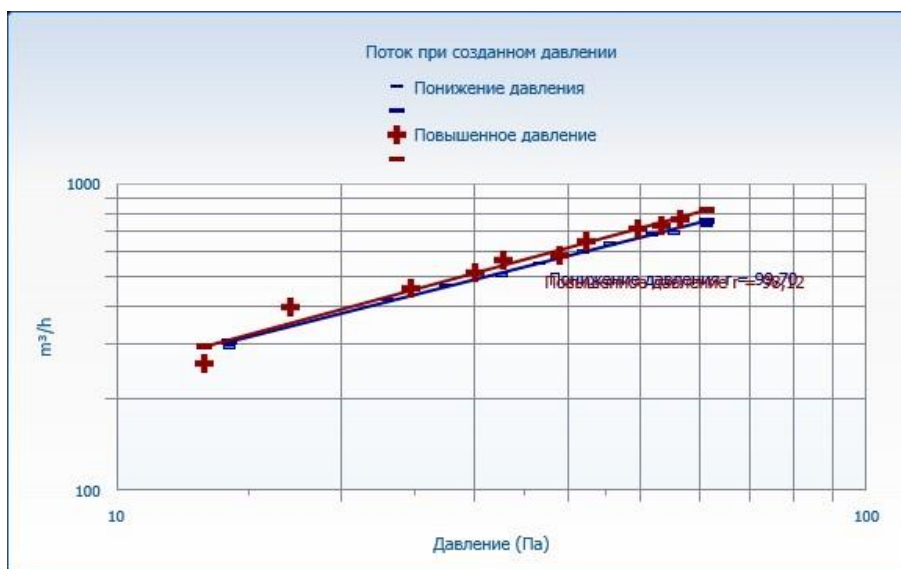
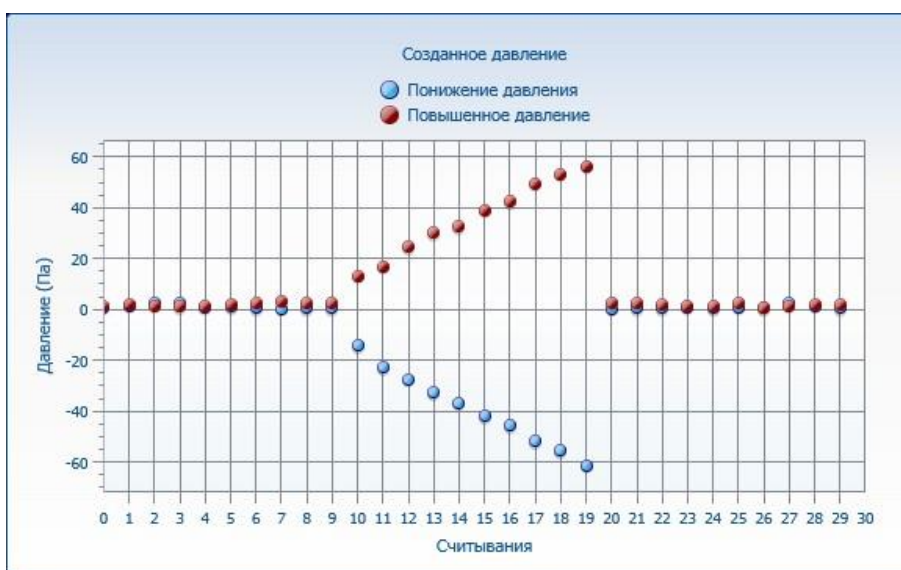


Результаты. Направление теста: Повышенное давление

результаты				результат	95% confidence	Uncertainty				
Корреляция, r [%]	98,12	95% confidence limits		Поток воздуха при 50 Па, V ₅₀ [м³/ч]	[м³/ч]	+/-6,7%				
Intercept, C _{env} [м³/ч.Па ⁿ]	53,465	36,79	77,71			Кратность обмена при 50 Па, n ₅₀ [/ч]	[ч]	+/-7,4%		
Intercept, C _L [м³/ч.Па ⁿ]	53,343	36,70	77,53					Воздухопроницаемость при 50 Па, q ₅₀ [м³/ч.м²]	[м³/ч.м²]	+/-7,4%
Slope, n	0,66347	0,55709	0,76985							Определённая утечка при 50 Па, W ₅₀ [м³/ч.м²]

Данные комбинированного теста

	Результаты	95% интервал доверительности	Неопределенность
Поток при 50 Па, V_{50} [м ³ /ч]	[Redacted Data]		+/-4,4%
Кратность обмена при 50 Па, n_{50} [/ч]			+/-5,5%
Воздухопроницаемость при 50 Па, q_{50} [м ³ /ч.м ²]			+/-5,5%
Определённая утечка при 50 Па, w_{50} [м ³ /ч.м ²]			+/-5,5%





7. Заключение.

Выводы о соответствии нормативным требованиям.

Применение устройства Blower Door RETROTEC 1000, для создания перепада давления в здании, позволило провести обследование в соответствии со стандартом ГОСТ 31167-2009 «Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях», и получить значения кратности обмена воздуха в час для каждого из испытываемых помещений.

Полученное среднее значение потока, при давлении внутри здания в 50 Па $V(50) = 1380$ м³/ч, позволяет определить кратность обмена воздуха, **$n_{50} = 3,46$ ч-1**, при объеме отапливаемых помещений $V = 399$ м³.

Согласно ГОСТ 31167-2009, приложение Д классификация воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта по кратности воздухообмена при разности давлений 50Па приведена в таблице:

Кратность воздухообмена при $p = 50$ Па (n_{50} , ч-1)	Наименование класса
$n_{50} < 1$	Очень низкая
$1 \leq n_{50} < 2$	Низкая
$2 \leq n_{50} < 4$	Нормальная
$4 \leq n_{50} < 6$	Умеренная
$6 \leq n_{50} < 10$	Высокая
$10 \leq n_{50}$	Очень высокая

Итоговое среднее значение кратности воздухообмена обследованных помещений здания при разности давлений 50 Па:

$n_{50} = 3,46$ ч-1

Согласно ГОСТ 31167-2009 таблица Д.1 – Классы воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта, зданию установлен класс воздухопроницаемости ограждающих конструкций «Нормальная». Здание удовлетворяет требованиям СП 50.13330.2012 (СНиП 23-02-2003 п. 8.7.)

Утверждаю.

Директор ООО «ТехКонтроль»

