

9. Каргиев В. М. Новейшие технологии солнечных элементов и модулей / В. М. Каргиев // Ваш Солнечный Дом. – Режим доступа: <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/modern-solar-cells.htm> (дата обращения: 19.05.2022 г.), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
10. Сетевые инверторы // ООО «СВАРОГ». – Режим доступа: <https://sv-synergy.ru/magazin/product/setevoj-solnechnyj-invertor-sofar-80000tl> (дата обращения: 20.05.2022 г.), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
11. ПСЧ-4ТМ.05М // indClimat.ru. – Режим доступа: <https://indclimat.ru/psch-4tm-05m-yarmarka/> (дата обращения: 22.05.2022 г.), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
12. Photovoltaic geographical information system. – Режим доступа: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ (дата обращения: 22.05.2022 г.), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
13. О внесении изменений в Федеральный Закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации : федеральный закон № 471-ФЗ от 27.12.2019. – Принят Государственной Думой 11.12.2019 г. ; одобрен Советом Федерации 23.12.2019 г. // КонсультантПлюс. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341801/, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
14. Время восхода и захода солнца в Астрахани // Астрахань. – Режим доступа: <https://voshod-solnca.ru/sun> (дата обращения: 30.05.2022 г.), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
15. Zaynutdinov R. A. Performance Evaluation of On-Grid Solar Power Stations in a Office Building in the Climatic Conditions of Astrakhan Region / R. A. Zaynutdinov, L. Kh. Zaynutdinova, V. G. Ilichev // Proceedings ICOECS 2019 : International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems, Ufa, October 22–25 2019. – Ufa : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – Pp. 535–538.

© Л. Х. Зайнутдинова, Р. А. Зайнутдинов, С. А. Лиманский, Д. Г. Полонский

Ссылка для цитирования:

Зайнутдинова Л. Х., Зайнутдинов Р. А., Лиманский С. А., Полонский Д. Г. Повышение энергоэффективности эксплуатируемых административно-торговых зданий путем использования сетевых солнечных электростанций // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. № 2 (44). С. 11–18.

УДК 624.042.8

DOI 10.52684/2312-3702-2023-44-2-18-24

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА: ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ В ТОРГОВОМ РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ

К. О. Чичиров, И. Н. Гарькин, Д. П. Боровков, В. А. Леонтьев

Чичиров Константин Олегович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза, Российская Федерация; e-mail: olegovich.79@mail.ru;

Гарькин Игорь Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях», Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет); e-mail: igor_garkin@mail.ru;

Боровков Дмитрий Павлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве», Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация; e-mail: frigate@yandex.ru;

Леонтьев Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза, Российская Федерация; e-mail: olegovich.79@mail.ru

В статье приведено описание проблемы снижения эффективности работы вентиляционных систем крупных торгово-развлекательных комплексов, наблюдаемое при продолжительной эксплуатации, а также определение технического состояния этих систем и фактических параметров воздухообмена, теплового режима обслуживаемых ими помещений. На реальном примере рассматривается проведение технической экспертизы для исследования работы системы вентиляции торгово-развлекательного центра. В ходе анализа выявлено, что вопреки проектной документации в здании наблюдается отрицательный воздушный баланс. Выявлены причины несоответствия фактической производительности вентиляционных установок их проектным характеристикам. Даны рекомендации по приведению работы установок в штатный режим, а воздушного баланса здания к проектным значениям.

Ключевые слова: надежность работы вентиляционных систем, техническая экспертиза, вентиляция, воздушный баланс, эксплуатация, калориферы, фильтры.

TECHNICAL EXPERTISE:
STUDY OF VENTILATION SYSTEMS IN A SHOPPING ENTERTAINMENT CENTER

K. O. Chichirov, I. N. Garkin, D. P. Borovkov, V. A. Leontev

Chichirov Konstantin Olegovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russian Federation; e-mail: olegovich.79@mail.ru;

Garkin Igor Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Protection in Emergencies, Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University); e-mail: igor_garkin@mail.ru;

Borovkov Dmitriy Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety in Construction and Municipal Economy, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation; e-mail: borovkovav@rambler.ru;

Leontev Viktor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russian Federation; e-mail: olegovich.79@mail.ru

The article describes the problem of reducing the efficiency of the ventilation systems of large shopping and entertainment complexes, observed during long-term operation, as well as determining their real technical condition and the actual parameters of air exchange and thermal conditions of the premises they serve. On a real example, it is considered the conduct of technical expertise to study the operation of the ventilation system of the trades of a shopping and entertainment center. In the course of the research, it was revealed that, contrary to the project documentation, in fact, there is a negative air balance in the building. The reasons for the discrepancy between the actual performance of ventilation units and their design characteristics are identified. Recommendations are given on bringing the operation of the installations to the normal mode, and the air balance of the building to the design values.

Keywords: *technical expertise, ventilation, air balance, operation, heaters, filters.*

Эффективная работа систем обеспечения микроклимата помещений значительно улучшает качество внутреннего воздуха, создает комфортные условия для нахождения людей и способствует улучшению их самочувствия [1, 2]. Организация стабильного воздухообмена и его поддержание в течение всего жизненного цикла здания является одной из важнейших задач проектирования систем вентиляции (СВ) [3, 4]. Правильно спроектированные и смонтированные СВ являются необходимым, но, к сожалению, не достаточным условием успешного решения поставленной задачи. На параметры микроклимата большое влияние оказывает текущее техническое состояние вентиляционных систем. Таким образом, изучение причин ухудшения работы систем общеобменной вентиляции, его влияния на микроклиматические параметры помещений торгово-развлекательного комплекса (ТРК), а также разработка рекомендаций по поддержанию исправного технического состояния систем подтверждают актуальность обозначенной в настоящей работе проблемы.

В качестве цели при проведении анализа выделено выявление причин отклонения фактических параметров, характеризующих работу вентиляционных систем от их проектных значений, а также поиск решений, направленных на приведение параметров воздухо- и теплообмена помещений ТРК к требуемым значениям. В качестве объекта исследования выбраны приточные, вытяжные и приточно-вытяжные вентиляционные системы с механическим и естественным побуждением, обеспечивающие воздухообмен и

тепловлажностный режим. Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- изучить фактические аэродинамические характеристики вентиляционных систем и сравнить полученные данные с проектными;
- установить влияние обнаруженных расхождений и отклонений от проектного режима на состояние микроклимата обслуживаемых помещений;
- выявить причины снижения эффективности работы вентиляционных систем на примере обследуемого ТРК;
- разработать рекомендации по повышению эксплуатационной надежности обследованных систем вентиляции.

Как правило, на стадии проектирования СВ используются верные и грамотные технические решения, однако в ходе эксплуатации здания зачастую наблюдаются процессы, приводящие к отклонению параметров от проектных значений. В настоящей статье рассматриваются основные причины, вызывающие нарушение проектного воздухообмена в зданиях ТРК, на примере действующего многофункционального торгово-развлекательного двухэтажного комплекса, площадью 58172,75 м², введенного в эксплуатацию в 2012 году.

На первом этапе обследования был проведен опрос персонала и посетителей ТРК, в ходе которого установлено, что температура внутреннего воздуха в помещениях первого этажа, расположенных близко ко входам в здание, в зимний период некомфортна и значительно ниже проектных значений. Кроме того, запахи и влага из

санузла распространяются в соседние помещения. Все это позволяет сделать вывод о нарушении предусмотренного в проекте баланса между количеством приточного и удаляемого воздуха.

С целью выявления причин нарушения воздухообмена были проведены инструментальные исследования фактических расходов воздуха в приточных и вытяжных системах комплекса. Измерения проводились согласно требованиям стандартных методик в соответствии с ГОСТ 12.3.018-79 ССБТ. «Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний». Для каждой вентиляционной установки проводили от 10 до 25 измерений скорости воздуха [5, 6]. Фото проводимых измерений представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Фото проводимых измерений

Расход воздуха в вентиляционных установках определяли по формуле [4, 5]:

$$L = F \cdot v \cdot 3600, \quad (1)$$

где F – площадь сечения воздуховода, м²; v – средняя скорость воздуха в воздуховоде, м/с.

Для приточно-вытяжных установок определяли величину ΔB , характеризующую разницу между расходами воздуха приточной и вытяж-

ной части вентиляционных установок, по формуле [4, 5]:

$$\Delta B = \frac{L_n - L_e}{L_e} \cdot 100, \quad (2)$$

где L_n – расход приточного воздуха, м³/ч; L_e – расход удаляемого воздуха, м³/ч.

Для приточных установок определяли величину ΔL , характеризующую разницу между проектными и фактическими расходами воздуха в вентиляционных установках, по формуле [4, 5]:

$$\Delta L = \frac{L_{\text{факт}} - L_{\text{пр}}}{L_{\text{пр}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $L_{\text{факт}}$ – фактический расход воздуха, м³/ч; $L_{\text{пр}}$ – проектный расход воздуха, м³/ч.

Для обеспечения нормативного воздухообмена в различных помещениях здания рассматриваемого ТРК проектом предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением. Всего, согласно проекту, воздухообмен в здании ТРК обеспечивают:

- приточно-вытяжные вентиляционные установки в количестве 35 шт., обслуживающие СВ ПВ1-ПВ32;
- приточные вентиляционные установки в количестве 16 шт., обслуживающие СВ П1-П16;
- вытяжные вентиляционные установки в количестве 60 шт., обслуживающие СВ В1-В60;
- системы естественной вытяжной вентиляции ВЕ1-ВЕ9.

В таблице 1 сведены проектные и фактические данные по расходам для всех приточно-вытяжных вентиляционных установок.

Таблица 1

Расходы воздуха для приточно-вытяжных установок

СВ	Проектный		$\Delta B_{\text{пр}}, \%$	Фактический		$\Delta B_{\text{факт}}, \%$
	$L_n, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L_e, \text{ м}^3/\text{ч}$		$L_n, \text{ м}^3/\text{ч}$	$L_e, \text{ м}^3/\text{ч}$	
ПВ1	5840	5265	11	5994	5346	12
ПВ2	13800	12425	11	8618	3226	167
ПВ3	30380	26980	13	26245	29035	-10
ПВ4	14070	12575	12	5482	2794	96
ПВ5	12210	10455	17	10052	13127	-23
ПВ6	9270	8310	12	4996	2065	142
ПВ7	5810	4000	45	3017	3788	-20
ПВ7*	5810	4000	45	3894	4283	-9
ПВ8	12690	11440	11	11346	10596	7
ПВ9	8155	7005	16	0	6303	-100
ПВ9*	8155	7005	16	1661	6088	-73
ПВ10	7420	6745	10	0	5157	-100
ПВ11	9180	8330	10	3763	4266	-12
ПВ12	3920	3920	0	1826	3125	-42
ПВ13	5560	4020	38	4631	4591	1
ПВ14	4160	2620	59	3893	2880	35
ПВ14*	1400	1400	0	1149	1302	-12
ПВ15	5680	5965	-5	5265	5009	5
ПВ15*	5680	5965	-5	2276	4901	-54
ПВ16	3050	2745	11	3548	3824	-7
ПВ17	3050	2745	11	3391	4074	-17
ПВ18	3050	2745	11	3018	4072	-26
ПВ19	2800	2520	11	2840	3705	-23
ПВ20	2800	2520	11	745	2905	-74
ПВ21	2800	2520	11	2657	1786	49
ПВ22	3965	3570	11	4199	3982	5
ПВ23	3050	2745	11	3458	4235	-18
ПВ24	12510	11045	13	0	9420	-100
ПВ25	8400	5040	67	6871	6090	13

Продолжение таблицы 1

СВ	Проектный		$\Delta B_{пр}, \%$	Фактический		$\Delta B_{факт}, \%$
	$L_{п}, м^3/ч$	$L_{в}, м^3/ч$		$L_{п}, м^3/ч$	$L_{в}, м^3/ч$	
ПВ26	21595	19440	11	10591	0	-
ПВ27	21595	19440	11	18572	10581	76
ПВ28	14800	14800	0	7592	14417	-47
ПВ30	8400	5040	67	891	4791	-81
ПВ31	4690	3090	52	4174	3176	31
ПВ32	5370	4860	10	0	4902	-100
Сумма	291115	253290	15	176656	199843	-12

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, у большинства приточно-вытяжных систем расход приточного воздуха на 10–20 % превышает, чем у вытяжных. У систем ПВ7, ПВ7*, ПВ13, ПВ14, ПВ25, ПВ30 и ПВ31 проектный расход приточного воздуха значительно выше удаляемого и варьируется в пределах 38–67 %; у систем СВ ПВ15, ПВ15* – меньше на 5 %. У ПВ12 и ПВ14* проектные расходы приточного и удаляемого воздуха равны. Проектный суммарный расход приточного воздуха больше суммарного расхода удаляемого воздуха на 15 % [6, 7].

Данные практических исследований (табл. 1), свидетельствуют о том, что фактические расходы воздуха существенно отличаются от проектных. В качестве основных причин снижения величины проектных расходов следует отметить высокую степень загрязнения приточных фильтров, а также поверхностей теплообменных аппаратов и узлов обвязки воздухонагревателей. Следует отметить, что снижение расходов воздуха вследствие загрязнения внутренних поверхностей вентиляционных сетей характерно для большинства приточно-вытяжных систем.

Существенный вклад в снижение расходов вентиляционного воздуха вносят также неправильно настроенные противопожарные клапаны,

безпричинно закрытые дроссельные заслонки, а также не соответствующее аэродинамическим параметрам систем частотное регулирование оборотов электродвигателей вентиляторов [8, 9].

Помимо снижения расходов воздуха в ряде вентиляционных систем, напротив, наблюдается превышение проектных значений. Причиной данного явления является некорректная работа секций рециркуляции вентиляционных установок. Такая ситуация отмечается в системах приточной вентиляции ПВ 16-20, 22, 23, 25.

Кроме того, в ходе обследования установлено, что у установок систем ПВ9, ПВ10, ПВ24, ПВ32 не работают приточные части вентиляционных установок или закрыты противопожарные клапаны магистральных направлений веток систем вентиляции, а в системе ПВ 26 не работает вытяжная часть вентиляционной установки.

Вышеперечисленные факты и наблюдения дают исчерпывающие объяснения причин 12%-го превышения фактического расхода вытяжного воздуха над фактическим расходом приточного в обследованных приточно-вытяжных системах [10].

В таблице 2 сведены проектные и фактические данные по расходам для всех приточных вентиляционных систем.

Таблица 2

Расходы воздуха для приточных установок

Система вентиляции	$L_{пр}, м^3/ч$	$L_{факт}, м^3/ч$	$\Delta L, \%$	Система вентиляции	$L_{пр}, м^3/ч$	$L_{факт}, м^3/ч$	$\Delta L, \%$
П1	6340	4392	-31	П10	5375	1179	-78
П2	1440	864	-40	П11	4905	1296	-74
П3	14290	2218	-84	П12	8895	10291	16
П4	9240	6303	-32	П13	7185	5312	-26
П5	1070	311	-71	П14	1080	614	-43
П6	710	150	-79	П15	5590	4439	-21
П7	5385	5200	-3	П16	11680	11571	-1
П8	7400	5768	-22	П17	-	2115	-
П9	360	304	-15	Сумма	90945	62326	-31

Во время анализа данных, представленных в таблице 2, установлено, что у большинства приточных систем (за исключением П12 и П17) наблюдается снижение фактического расхода воздуха по сравнению с проектным. При этом фактическая производительность систем П3, П5, П6, П10, П11 ниже проектной более чем на 50 %. У системы П12 превышение фактического расхода воздуха над проектным связано с заменой рабочего колеса на более производительное, а

системы П17 не было в проекте. Фактический суммарный расход воздуха меньше суммарного проектного расхода на 31 %.

В таблице 3 сведены проектные и фактические данные по расходам для всех вытяжных вентиляционных установок. В таблице не учтены вытяжные установки В1, В9, В26, В28, В35, В36, В37, В38, В40, расположенные в пристройках ТРК и поэтому не влияющие на воздушный баланс в здании.

Таблица 3

Расходы воздуха для вытяжных установок

СВ	L _{пр} , м ³ /ч	L _{факт} , м ³ /ч	СВ	L _{пр} , м ³ /ч	L _{факт} , м ³ /ч	СВ	L _{пр} , м ³ /ч	L _{факт} , м ³ /ч	СВ	L _{пр} , м ³ /ч	L _{факт} , м ³ /ч
B2*	7200	6952	B18	1360	1388	B39	1190	685	B55	1980	2010
B3	7200	7286	B19	1320	1315	B41	50	58	B56	4250	4293
B4	2040	2177	B20	500	494	B42	360	359	B57	1575	0
B5	1020	999	B21	945	938	B43	2080	2534	B58	160	0
B6	1040	1078	B22	10180	9862	B44	800	790	B59	620	0
B7	5300	5389	B23	1180	1198	B45	1990	1994	B60	7000	1443
B8	2510	2396	B24	1500	1176	B46	0	145	B61	-	2553
B10	50	53	B25	700	696	B47	310	326	B62	-	5471
B11	100	108	B27	1500	1496	B48	0	376	B63	-	174
B12	330	352	B29	9910	11380	B49	495	445	B64	-	2964
B13	200	197	B30	30	1063	B50	3800	3962	B65	-	2427
B14	310	316	B31	250	845	B51	2050	2171	B66	-	2131
B15	1650	1397	B32	13000	4098	B52	2400	2843	Сумма	107885	107258
B16	1900	2719	B33	260	231	B53	1490	1507			
B17	1670	1285	B34	100	100	B54	3660	3565			

Из представленных данных следует, что большинство вентиляционных установок работают с расходами, близкими к проектным значениям. Выявлены следующие отклонения при работе вентиляционных установок:

- B16 – превышение фактического расхода воздуха над проектным на 43 % из-за замены вентилятора на более производительный;
- B30 – снижение фактического расхода воздуха по сравнению с проектным на 70,5 % вследствие замены вентилятора на менее производительный;
- B31 – превышение фактического расхода воздуха над проектным на 23,8 % из-за замены вентилятора на более производительный;
- B32 – снижение фактического расхода воздуха по сравнению с проектным на 68,5 % из-за значительного увеличения аэродинамического сопротивления сети ввиду изменения трассировки воздуховодов;
- B39 – снижение фактического расхода воздуха по сравнению с проектным на 42 % по причине значительного увеличения аэродинамического сопротивления сети вследствие изменения трассировки воздуховодов;
- B57, B58, B59 – вентиляционные установки не используются после реконструкции.

Оценить соответствие работы вентиляционных установок B46, B48 проекту не представляется возможным, так как значения проектных расходов воздуха для данных установок отсутствуют в проекте. В ходе обследования здания также выявлено наличие в зоне фудкорта дополнительных шести вентиляционных систем B61–B66, общая производительность данных систем составила 15720 м³/ч. Установлено, что суммарный фактический и проектный расход воздуха практически совпадают (разница менее 1 %).

Общая величина положительного баланса воздуха по всем приточно-вытяжным установкам составляет 39770 м³/ч, количество проектного приточного воздуха – 100115 м³/ч,

количество проектного удаляемого воздуха вытяжными системами предусматривается в объеме 129010 м³/ч. В целом в здании предусмотрен положительный воздушный баланс, количество подаваемого воздуха превышает количество удаляемого на 10875 м³/ч.

По результатам проведенных замеров установлено, что текущий (фактический) баланс по всем приточно-вытяжным установкам отрицательный и составляет –23187 м³/ч. Количество воздуха, подаваемого приточными установками, – 62377 м³/ч (в том числе непредусмотренной проектом системы П17 – 2115 м³/ч), а также удаляемого вытяжными установками – 107258 м³/ч (в том числе непредусмотренными проектом системами B61–B66 – 15720 м³/ч). Таким образом, фактически в здании наблюдается отрицательный воздушный баланс, количество подаваемого воздуха меньше удаляемого на 68117 м³/ч.

Еще одним, общим явлением для большинства обследованных систем можно назвать величины расходов воздуха, значительно отличающиеся от расчетных, полученных исходя из аэродинамических характеристик как отдельных участков, так и систем целиком. Практические же замеры показывают превышение величин разностей потерь давлений над расчетными, полученными исходя из величин протекающих расходов воздуха. Таким образом, установлено повышение величин удельного аэродинамического сопротивления, которое на отдельных участках достигает величин, на 10–20 % превышающих табличные значения для стандартных воздуховодов [11].

Вероятной причиной данных отклонений является суммация воздействия коррозии внутренних поверхностей воздуховодов, неучтенных электростатических сил и пылеоседания, приводящего к повышению шероховатости, а в ряде случаев даже к наблюдаемому снижению сечений. Подобные эффекты, наблюдаемые в системах аспирации [12–14], в настоящий момент не до конца изучены.

Полученные данные свидетельствуют о наличии проблемы засорения воздухопроводов систем общеобменной вентиляции крупных зданий ТРК. Для решения такой задачи возможно применение ряда методов, опробованных на аспирационных системах [15–17], однако их адаптация к системам гражданской общеобменной вентиляции требует более детального изучения.

Нарушение проектных характеристик воздухообмена приводит к ряду нежелательных последствий. Очевидным следствием смещения баланса в сторону вытяжного воздуха, наблюдаемого вследствие снижения расходов приточных систем, является уменьшение температуры воздуха. С учетом того, что тепловой режим рассматриваемого здания ТРК (как и большинства зданий аналогичного назначения) в основном поддерживается за счет воздушного отопления, недостаток приточного воздуха в холодный период года отрицательно сказывается на его тепловом балансе. Особенно, как упоминалось выше, падает температура в пристенных помещениях первого уровня.

Другим отрицательным следствием снижения количества приточного воздуха является нарушение общей схемы воздухообмена, принятой на стадии проектирования здания. Недостающее количество приточного воздуха поступает в вентилируемый объем через различные неплотности либо проемы ограждающих конструкций, проходя по непредусмотренным направлениям. При этом в помещение попадает неочищенный наружный воздух, частично засоряемый пылевыми частицами, подхватываемыми воздушным потоком при прохождении через различные щели и обтекании загрязненных поверхностей. Кроме того, вред наносит и перераспределение воздушных потоков, предназначенных для их уноса. Так, при выделении мест арендаторам эксплуатирующая организация учитывает количество и состав вредных веществ, выделяемых при их работе, и размещает их в соответствии со схемой воздухообмена. Особенно актуальным данное районирование является при определении площадей для пунктов общественного питания и приготовления пищи. Наблюдаемое превышение влажности воздуха и наличие посторонних запахов в отдельных местах первого уровня ТРК обусловлены именно описанным выше спонтанным отклонением от проектной схемы воздухообмена.

Таким образом, в целях восстановления комфортных условий необходимо привести вентиляционные системы здания к проектным параметрам. Для этого рекомендуется выполнить следующие действия:

- чистку (замену) воздушных фильтров в приточных установках и частях приточно-вытяжных установок;
- пуско-наладочные работы вентиляционных установок на максимальные проектные расходы воздуха;
- чистку поверхности теплообменника в приточных установках и частях приточно-вытяжных установок;
- повторные работы по определению воздушного баланса здания.

Следует также отметить, что в случае возвращения вентиляционных систем к проектным параметрам существенный дисбаланс приточного и вытяжного воздуха сохранится вследствие просчетов, допущенных на этапе проектирования. Таким образом, для обеспечения требуемых параметров микроклимата в рассмотренном здании необходимо внедрение дополнительной приточной системы вентиляции.

На основании вышеизложенного, применительно к обследованному зданию можно сделать следующие основные выводы.

Эффективная работа систем общеобменной вентиляции является необходимым условием обеспечения комфортной среды торгово-развлекательных комплексов.

Для изучения состояния и режима работы вентиляционных систем современных ТРК проведены натурные измерения на действующем комплексе, расположенном в г. Пензе.

В ходе обследования установлено, что качество воздушной среды и тепловлажностный режим помещения в холодный период года не соответствуют условиям комфортности.

Основной причиной выявленной проблемы является снижение производительности систем приточной вентиляции (включая воздушное отопление).

Снижение производительности вентиляционных систем в основном обусловлено пылевым загрязнением внутренних поверхностей вентиляционных сетей и теплообменного оборудования, а также неправильной регулировкой, настройкой противопожарных клапанов и дроссельных регуляторов.

Отклонение параметров вентиляционных систем от проектных значений приводит к нарушению баланса приточного и вытяжного воздуха, которое является причиной изменения заложенной в проекте здания схемы воздухообмена.

В итоге изменение проектной схемы воздухообмена – основной фактор нарушения температурного режима здания и накопления вредных веществ в воздушной среде его внутренних помещений.

Список литературы

1. Третьяк Л. П. Особенности системы управления профессиональными рисками / Л. П. Третьяк, А. М. Руденко // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – № 1 (27). – С. 105–109.



2. Есмагамбетов Т. У. Модель бизнес-процессов экстренного реагирования при пожарах в зданиях жилого сектора / Т. У. Есмагамбетов, Е. В. Костина, В. В. Самсонов, О. М. Шиккульская // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – № 1 (27). – С. 97–105.
3. Леонтьев В. А. Совершенствование балансового метода расчета потребленной тепловой энергии / В. А. Леонтьев // Региональная архитектура и строительство. – 2022. – № 3 (52). – С. 166–170. – DOI 10.54734/20722958_2022_3_166.
4. Саденко Д. С. Основы научно-технического сопровождения объектов капитального строительства / Д. С. Саденко, И. Н. Гарькин, М. В. Арискин // Региональная архитектура и строительство. – 2022. – № 2 (51). – С. 89–95.
5. Шейн А. И. Опыт обследования зданий и сооружений / А. И. Шейн, С. В. Бакушев, В. В. Зернов, М. Б. Зайцев // Моделирование и механика конструкций. – 2017. – № 5. – С. 16.
6. Гарькин И. Н. Деформативно-прочностные свойства монолитных железобетонных перекрытий / И. Н. Гарькин, Д. С. Саденко // Региональная архитектура и строительство. – 2020. – № 1 (42). – С. 126–129.
7. Баканова С. В. Тепловлажностный и воздушный балансы в животноводческих помещениях / С. В. Баканова, В. Е. Белов // Региональная архитектура и строительство. – 2022. – № 1 (50). – С. 116–119. – DOI 10.54734/20722958_2022_1_116.
8. Кузин Н.Я., Багдоев С.Г. Оценка внешних факторов на несущую способность конструкций гражданских зданий // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 2. – С. 79–82.
9. Гарькин И. Н. Подкрановые конструкции на предприятиях Пензенской области: состояние, перспективы / И. Н. Гарькин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2017. – № 3 (21). – С. 20–24.
10. Евсина Е. М. Математическое моделирование оценки и выбора технического решения в системах очистки воздуха / Е. М. Евсина, Т. В. Хоменко, Н. В. Золотарева // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – № 4 (30). – С. 135–140.
11. Боровков Д. П. Аэродинамический расчет систем аспирации при организации закрутки потока в воздуховодах / Д. П. Боровков, К. О. Чичиров // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 3. – С. 145–148.
12. Желтобрюхов В. Ф. Анализ причин забивания систем аспирации строительной отрасли / В. Ф. Желтобрюхов, Д. П. Боровков // Проблемы охраны производственной и окружающей среды: материалы научно-технической конференции, Волгоград, 24–27 декабря 2001 г. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2001. – С. 179–180.
13. Боровков Д. П. Системы аспирации с закруткой потока в воздуховодах / Д. П. Боровков, К. О. Чичиров // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 1. – С. 115–121.
14. Азаров В. Н. О транспортировании пылевых частиц закрученными потоками в воздуховодах систем аспирации и обеспыливающей вентиляции / В. Н. Азаров, Д. П. Боровков, С. В. Филиппова // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 3–1 (42). – С. 113–119.
15. Азаров В. Н. Об использовании закрутки потока в аспирационных системах на предприятиях строительной индустрии / В. Н. Азаров, Д. П. Боровков // Вестник центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2012. – № 16. – С. 12–17.
16. Патент на полезную модель № 33755 Российская Федерация, МПК В65G 53/04 (2000.01). Устройство для очистки воздуховодов от пыли: № 2003116726/20: заявл. 05.06.2003: опубл. 10.11.2003 / В. Н. Азаров, Д. П. Боровков, В. Н. Мартъянов, Д. В. Азаров. – 5 с.
17. Патент на полезную модель № 35325 Российская Федерация, МПК В08В 17/06 (2006.01). Устройство для очистки воздуховодов систем аспирации, находящихся под избыточным давлением: № 2003116725/20: заявл. 05.06.2003: опубл. 10.01.2004 / В. Н. Азаров, В. Ф. Желтобрюхов, Д. П. Боровков. – 2 с.

© К. О. Чичиров, И. Н. Гарькин, Д. П. Боровков, В. А. Леонтьев

Ссылка для цитирования:

Чичиров К. О., Гарькин И. Н., Боровков Д. П., Леонтьев В. А. Техническая экспертиза: исследование систем вентиляции в торговом развлекательном центре // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. № 2 (44). С. 18–24.

УДК 628.3.034.2.001.7:664
DOI 10.52684/2312-3702-2023-44-2-24-29

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В. Н. Саинова, Е. В. Андреева, Д. Лассана

Саинова Виктория Николаевна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и инженерной экологии», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: sainovav@yandex.ru;

Андреева Елена Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и инженерной экологии», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: elpetrovicheva1970@gmail.com;

Диоп Лассана, аспирант, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: lassanakarif@gmail.com