

УДК 697.922

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Т.И. Королёва, С.И. Пивоварова, В.А. Могиленко

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,

г. Новополоцк, Республика Беларусь

e-mail : t.i.koroleva@psu.by, s.i.pivovarova@psu.by, 20tv.mogilenko.v@pdu.by

По результатам технических и экономических расчетов сделан вывод о наиболее энергоэффективном и экономически выгодном варианте компоновки систем вентиляции с учетом требований, предъявляемых к микроклимату помещений жилых зданий.

Ключевые слова: инновация, ресурсо-энергосбережение, жилое здание, микроклимат, квартира, система вентиляции, утилизация теплоты, теплоутилизатор, приточно-вытяжной клапан, приточно-вытяжная установка, экономическое сравнение.

INNOVATIVE SOLUTIONS IN VENTILATION SYSTEMS OF RESIDENTIAL BUILDINGS FOR THE PURPOSE OF ENERGY CONSERVATION

T. Koroleva, S. Pivovarova, V. Mogilenko

Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk, Novopolotsk, Republic of Belarus

e-mail : t.i.koroleva@psu.by, s.i.pivovarova@psu.by, 20tv.mogilenko.v@pdu.by

Based on the results of technical and economic calculations, a conclusion was made about the most energy-efficient and cost-effective variant of the layout of ventilation systems, taking into account the requirements for the microclimate of residential buildings.

Keywords: innovation, resource and energy saving, residential building, microclimate, apartment, ventilation system, heat recovery, heat exchanger, supply and exhaust valve, supply and exhaust system, economic comparison.

Введение. Системы естественной вытяжной вентиляции в настоящее время применяются в многоэтажных зданиях квартирного типа, которые имеют недостатки в связи с требованиями к повышению комфортности жилья [1, 2], а также, учитывая поставленные задачи по энергосбережению в жилом секторе Республики Беларусь [3]. В связи с этим, поставлена задача инновационными методами, с использованием энергоэффективных ресурсосберегающих технических решений, устранить выявленные недостатки при проектировании систем вытяжной вентиляции в многоэтажных зданиях квартирного типа, в связи с тем, что существующие системы естественной вентиляции жилых зданий являются крайне не энергоэффективными, так как неиспользуемый удаляемый воздух из помещений жилых квартир выбрасывает в атмосферу всю тепловую энергию удаляемого воздуха.

Естественная вентиляция имеет определенные недостатки при установке в жилых зданиях массовой застройки. В последние годы, в связи с повышением герметичности зданий, увеличением содержания в них синтетических отделочных материалов, ужесточением требований к качеству внутреннего микроклимата, системы естественной вентиляции не выполняют свою функцию обеспечения нормативного воздухообмена.

В течение последних лет постоянно изучается вопрос по определению целесообразности и необходимости использования механической вентиляции в многоэтажных жилых и общественных зданиях взамен систем естественной вентиляции.

К недостаткам естественной вентиляции следует так же отнести то, что она плохо согласуется с современными требованиями энергосбережения. При установке терморегуляторов на отопительных приборах появляется возможность экономии теплоты в системе отопления, так как на нагревание вентиляционного воздуха в помещении расходуется от 30 до 75% установленной тепловой мощности системы отопления. Можно сделать энергосбережение в зданиях более эффективным, если системы вентиляции организовать работать с переменным расходом воздуха. Выполнить такое регулирование для систем естественной вентиляции в жилых зданиях, без применения автоматизированных систем управления и привлечения дополнительного финансирования на их закупку, видится невозможным.

С помощью систем механической вентиляции можно экономить за счет нагрева приточного воздуха вытяжным воздухом в теплоутилизаторах различных конструкций, а для этого нужно проектировать механической и вытяжную и приточную вентиляцию [4].

Основная часть. Энергоэффективные инновационные приточно-вытяжные системы вентиляции помещений жилых зданий. Рассмотрены два варианта компоновки и размещения оборудования с инновационными энергоэффективными решениями для систем приточной и вытяжной вентиляции. Вариант № 1 включает систему приточно-вытяжной вентиляции П1В1 с использованием центральной приточно-вытяжной установки с теплоутилизатором [4]. Установка П1В1 обслуживает одну трёхкомнатную квартиру в жилом здании, план которой представлен на рисунке 1, а схема системы П1В1 представлена на рисунке 2.

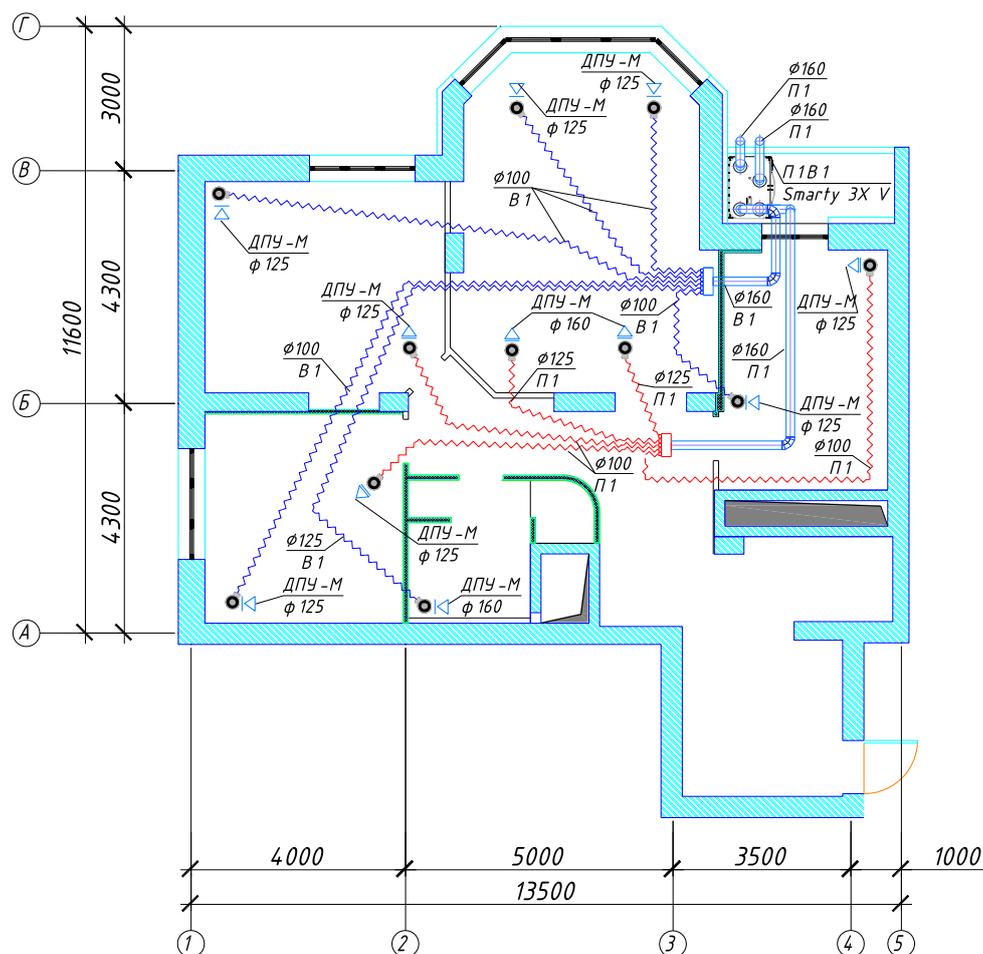


Рисунок 1. – План трёхкомнатной квартиры в жилом здании с компоновкой вентиляционного оборудования по схеме приточно-вытяжной вентиляции по Варианту № 1 с теплоутилизатором в приточно-вытяжной системе П1В1

Приточно-вытяжная система П1В1 располагается на балконе (или в лоджии) квартиры, можно в другом специальном помещении. Забор воздуха осуществляется снаружи здания через воздухопровод, выведенный вдоль стены на высоте выше двух метров от уровня земли. На балконе установлена приточно-вытяжная камера с утилизацией теплоты вытяжного воздуха. Воздуховоды расположены под подшивным потолком и подают воздух в помещения квартиры через диффузоры ДПУ. Для системы вентиляции применены воздухопроводы из нержавеющей стали AISI 430 и гибкие неизолированные воздухопроводы на проволочном каркасе из металлизированной полиэфирной пленки (45 мк) «Полимент Н».

В каждом помещении квартиры расчетный воздухообмен определен исходя из нормативных требований Приложения Г [3], данные расчета:

1) жилая комната (три спальни; гостиная): приток - по расчету для компенсации удаляемого воздуха $L_{\text{п}}, \text{ м}^3/\text{ч}$; вытяжка $L_{\text{в}}, \text{ м}^3/\text{ч}$, из расчёта $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади пола помещения; расход воздуха через решётку жалюзийную $L, \text{ м}^3/\text{ч}$, для притока равен $60 \text{ м}^3/\text{ч}$, для вытяжки $60 \text{ м}^3/\text{ч}$;

2) кухня (столовая - кухня): приток - по расчету для приточно-вытяжной механической вентиляции (по балансу с помещением № 103) $L_{\text{п}}, \text{ м}^3/\text{ч}$; вытяжка $L_{\text{в}}, \text{ м}^3/\text{ч}$, из расчёта $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади пола помещения с добавлением расхода не менее $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ для электроплиты (для газовой четырёхконфорочной плиты вытяжка равна $90 \text{ м}^3/\text{ч}$); расход воздуха через решётку жалюзийную $L, \text{ м}^3/\text{ч}$, для притока равен $234 \text{ м}^3/\text{ч}$, для вытяжки равен $144 \text{ м}^3/\text{ч}$;

3) совмещённый санитарный узел (установлено санитарно-техническое оборудование: ванна, унитаз, умывальник, сушильный шкаф, отопительный прибор – гладкотрубный полотенцесушитель): притока нет; вытяжка $L_{\text{в}}, \text{ м}^3/\text{ч}$; из расчёта суммы $50 \text{ м}^3/\text{ч}$ на унитаз и ванну, с добавлением расхода $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ на сушильный шкаф; расход воздуха через вытяжную решётку жалюзийную $L, \text{ м}^3/\text{ч}$, для вытяжки $L_{\text{в}} = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$; для притока $L_{\text{п}} = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$;

4) суммарный воздухообмен квартиры для приточно-вытяжной системы вентиляции П1В1 равен: $L_{\text{п}} = 414 \text{ м}^3/\text{ч}$, для вытяжки $L_{\text{в}} = 414 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Приточно-вытяжную камеру выбираем по суммарному расходу воздуха на приток $L = 414,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ согласно расчётов по требованиям ТНПА [3]. В нашем случае установлен вентиляционный агрегат с рекуперацией теплоты Smarty 3X V [4]. Производительностью $500 \text{ м}^3/\text{ч}$. Габаритные размеры Smarty 3X V – $599 \times 538 \times 900 \text{ мм}$, диаметр подключения $\varnothing 160$. Масса 39 кг . Приточно-вытяжная установка Smarty 3X V оснащена приточным и вытяжным ЕС вентиляторами ZIENL-ABEGG, и фильтрами класса очистки F7 на приточном и вытяжном воздухопроводах, и противоточным пластинчатым теплообменником. В установке на приточном воздуховоде установлен электрический воздухонагреватель, который обеспечивает требуемые параметры микроклимата в помещениях квартиры.

Использованные в установке П1В1 противоточные пластинчатые теплообменники сертифицированы Eurovent Certita Certification и производятся ведущими европейскими производителями. КПД утилизации теплоты для противоточных теплообменников составляют до 94%, на основе расчетов сделанных в соответствии со стандартом EC 1253/20141.

В работе предложен Вариант № 2 энергоэффективных систем приточной и вытяжной вентиляции, в котором применены стеновые приточно-вытяжные клапаны, которые устроены по определённой схеме, описание которых приведено в специальной литературе [5,6]. Клапан приточно-вытяжной стеновой фирмы «Эко-Свежесть» может работать в двух вариантах компоновки оборудования: с вентилятором, как механическая система вентиляции; без вентилятора, как система естественной вентиляции.

Система вентиляции с использованием приточно-вытяжного стенового клапана создает здоровый микроклимат, доставляя в помещение очищенный, насыщенный кислородом и отрицательно заряженными ионами воздух. Через стеновой клапан система вентиляции очищает воздух, поступающий в помещение, от запахов, пыли, бактерий и выхлопных газов автомобилей. Устройство стенового клапана имеет встроенный гидростат, который контролирует влажность в помещении, что ограничивает процесс увлажнения и предотвращает образование плесени и грибка. Выделяемые при работе устройства отрицательно заряженные ионы действуют, как антисептики, подавляя рост болезнетворных микроорганизмов - вирусов и бактерий, предохраняя, таким образом, от инфекций и острых респираторных заболеваний. Известно, что ионизированный воздух увеличивает работоспособность, устраняет усталость, оказывает положительное влияние на самочувствие, помогает восстановлению после длительных и тяжелых заболеваний и оказывает благотворное действие при бронхиальной астме, заболеваниях дыхательных путей, мигрени, неврозах и заболеваниях сердечно-сосудистой системы.

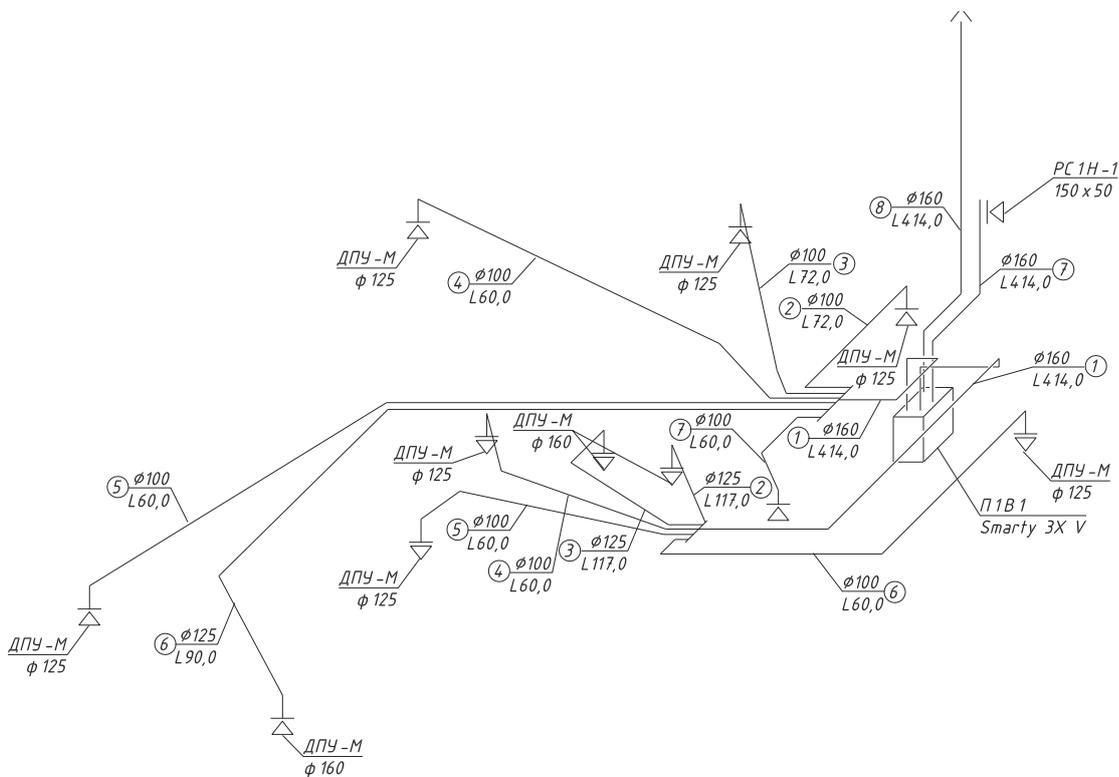


Рисунок 2. – Схема приточно-вытяжной системы вентиляции П1В1 для Варианта № 1

Клапан приточно-вытяжной стеновой фирмы «Эко-Свежесть» [5] имеет следующие характеристики:

- удаляет отработанный воздух из помещения и заменяет его свежим наружным воздухом;
- контролирует превышение допустимого уровня оксида углерода;
- очищает поступающий воздух от пыли, вредных примесей, бактерий и неприятных запахов в специальных фильтрах (фильтр с активированным углем или фильтр тонкой очистки);
- контролирует и регулирует уровень влажности в помещении, предотвращает образование плесени и грибка;
- за счет использования теплоутилизатора снижает потери теплоты зимой с удаляемым воздухом и экономит энергопотребление охладительных приборов летом;
- с помощью встроенного ионизатора насыщает воздух отрицательно заряженными ионами.

В комплектацию приточно-вытяжного стенового клапана [5] включены следующие элементы:

1. Внешняя защитная решетка - предохраняет систему от влаги, даже в сильный дождь.
2. Телескопический воздуховод - позволяет регулировать длину аппарата в соответствии с толщиной стены.
3. Всасывающий вентилятор - двухскоростной, позволяющий регулировать расход воздуха от 45 м³/ч в ночном, бесшумном режиме работы, до 70 м³/ч в дневном режиме.
4. Фильтр (с активированным углем) - гарантирует приток свежего воздуха даже в сильно загрязненных городских и промышленных районах и очищает воздух от запахов, пыли, бактерий, сажи, выхлопных газов от автомобилей и тому подобных загрязнений; фильтр тонкой очистки – используется в сильно загрязненных регионах.
5. Рекуператор (теплообменник - теплоутилизатор) – позволяет обеспечить нагрев приточного воздуха за счет теплоты вытяжного воздуха, способствует значительному снижению температурных потерь при вентиляции помещений.
6. Ионизатор - насыщает воздух отрицательными ионами, уничтожает болезнетворные микроорганизмы.
7. Вентилятор - двухскоростной, позволяющий регулировать расход воздуха от 45 м³/ч в ночном режиме и бесшумном режиме работы, и соответственно до 70 м³/ч в дневном режиме.
8. Декоративная решетка - может быть окрашена в разные цвета.
9. Датчик влажности - включает вентиляторы, когда влажность превысит 75%.
10. Датчик оксида углерода (CO) – включает приточный вентилятор в режиме Air Flow ≥ 70 м³/ч, когда уровень CO выше допустимого (применяется только для модификации «Komfort»).

Приточно-вытяжные стеновые клапаны подобраны на расчётный расход воздуха в помещениях квартиры.

Управление стеновым клапаном осуществляется посредством пульта дистанционного управления ПДУ.

В данной работе используются приточно-вытяжные клапаны «Эко-Свежесть» в помещениях квартиры, а размеры клапанов, которые запроектированы и установлены определены по каталогу предприятия «Mmotors» [5]. Для ванной комнаты подобран осевой вентилятор «Вентс» периодического действия с автоматическим регулированием для эффективного удаления воздуха. План квартиры по Варианту № 2, где применены приточно-вытяжные стеновые клапаны с осевыми вентиляторами, смотри на рисунке 3.

В работе выполнен расчёт экономической эффективности от использования предложенных двух вариантов поквартирных систем вентиляции. Важным критерием, которым руководствуются при проектировании систем вентиляции являются минимальные капитальные и эксплуатационные затраты на системы вентиляции.

Основным параметром при технико-экономическом сравнении вариантов и выборе наиболее оптимального варианта проектирования системы вентиляции является значение минимальных приведенных затрат, таким образом, вариант с наименьшими приведенными затратами является экономически целесообразным.

Технико-экономическое сравнение произведено для двух вариантов систем вентиляции трехкомнатной квартиры многоэтажного жилого дома:

Вариант № 1: система вентиляции с центральной приточно-вытяжной установкой П1В1, воздуховодами и потолочными диффузорами.

Вариант № 2: система вентиляции с установкой стеновых приточно-вытяжных клапанов и бытового вентилятора в ванной.

Годовые эксплуатационные расходы систем вентиляции отличаются затратами на электроэнергию. Капиталовложения на устройство рассматриваемых систем складываются из следующих составляющих: стоимость оборудования для устройства систем вентиляции, стоимость транспортировки на строительную площадку, стоимость монтажных и регулировочных работ. Расчет произведен в ценах января 2022 года. Затраты на оборудование для установки центральной приточно-вытяжной системы вентиляции (Вариант № 1) составляют 4476,5 рублей. Затраты на оборудование для установки стеновых приточно-вытяжных клапанов и осевого вентилятора (Вариант № 2) составляют 3561,4 рублей.

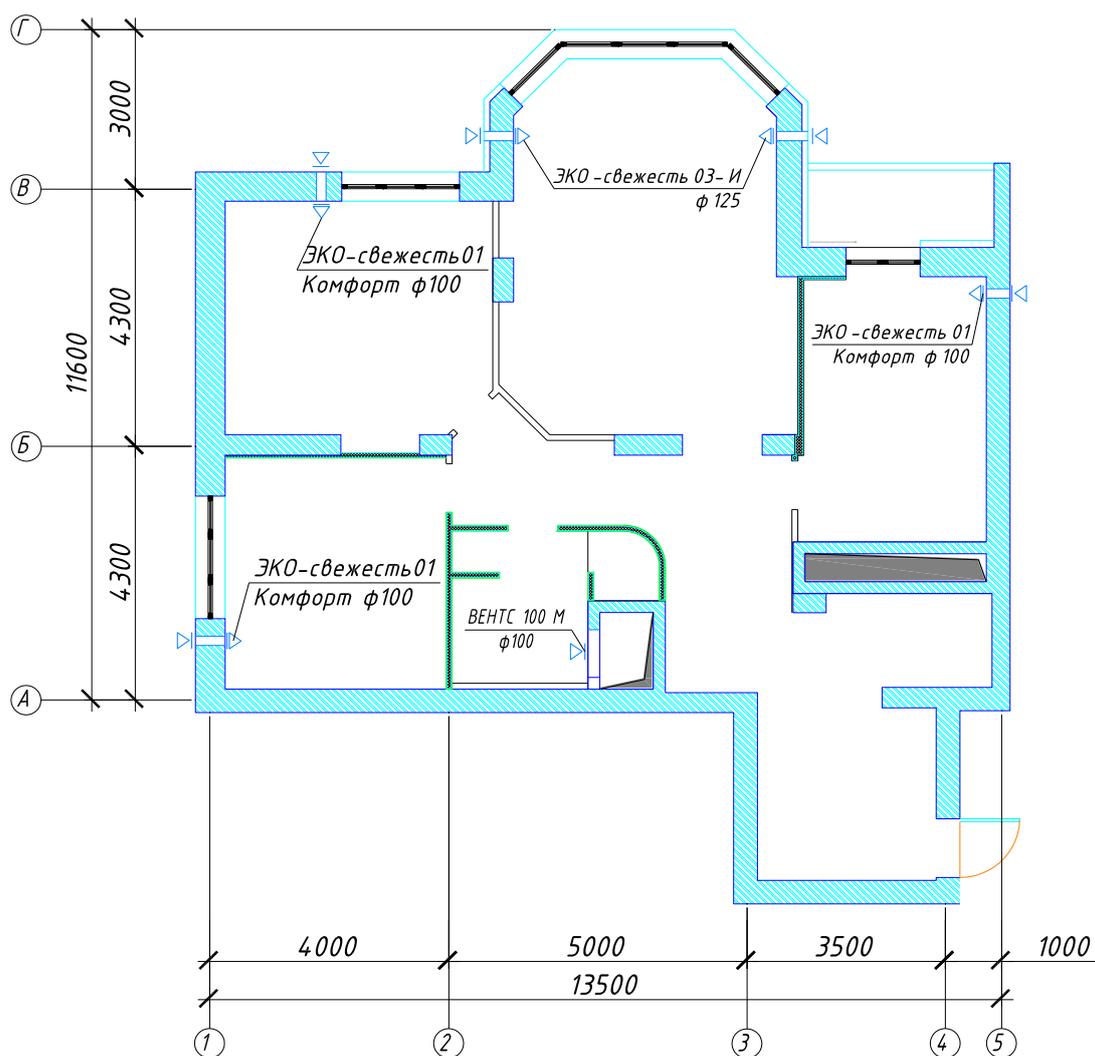


Рисунок 3. – Размещение вентиляционного оборудования по Варианту № 2 на плане жилой трёхкомнатной квартиры

Таким образом, затраты на устройство системы приточно-вытяжной вентиляции с установкой стеновых приточно-вытяжных клапанов и бытового вентилятора в ванной на 915,1 руб меньше по сравнению с Вариантом № 1, где установлена центральная приточно-вытяжная установка П1В1 и система воздуховодов с диффузорами.

Проведены расчеты стоимости применяемого оборудования для Варианта № 1 и Варианта № 2, которые учтены в капиталовложениях и эксплуатационных затратах.

Из технических и экономических расчетов следует, что эксплуатационные затраты на работу систем вентиляции на 76,8 руб/год меньше у механической системы приточно-

вытяжной вентиляции выполненной по Варианту № 2, которая состоит из приточно-вытяжных клапанов «ЭКО СВЕЖЕСТЬ» и осевого вентилятора.

Заключение. По результатам выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Предложены две схемы энергосберегающих инновационных механических систем вентиляции с минимальным энергопотреблением для жилых зданий, которые устраняют существующие недостатки систем естественной вытяжной вентиляции в многоэтажных и одноэтажных зданиях квартирного типа, что является актуальной задачей в современном строительстве и проектировании инженерных систем [1].

2. Предложены два варианта компоновки энергоэффективного оборудования при проектировании поквартирных систем вытяжной и приточной вентиляции жилых зданий с обеспечением утилизации теплоты удаляемого загрязненного воздуха из помещений квартиры.

3. Для обеспечения комфортного микроклимата в помещениях [3] многоэтажных и индивидуальных жилых домов, также рекомендуем использовать предложенные два варианта механических приточно-вытяжных систем вентиляции.

4. Используя результаты выполненных технических и экономических расчетов, сделан вывод, что наиболее энергоэффективным и экономически выгодным является вариант № 2 компоновки систем отопления и вентиляции предложенный в данной работе, с учетом требований предъявляемых к микроклимату помещений [2; 3].

5. Предлагаемая в варианте № 1 компоновка системы вентиляции с центральной приточно-вытяжной установкой П1В1 имеет преимущество в том, что организует более равномерный воздухообмен в каждом помещении квартиры, что создаёт высокий допустимый уровень комфорта. При этом напомним, что предложенная система вентиляции с приточно-вытяжной установкой П1В1 будет иметь и большие капиталовложения и эксплуатационные расходы по сравнению с применением варианта № 2, где установлены приточно-вытяжные стеновые клапаны «Эко-Свежесть». Также отметим, что система вентиляции с центральной приточно-вытяжной установкой П1В1 имеет ещё один недостаток, который связан с необходимостью занимать пространство в квартире для монтажа и эксплуатации самой установки П1В1.

Результаты проведенных исследований могут быть полезными для студентов при изучении специальных дисциплин, для специалистов, осуществляющих проектирование систем вентиляции жилых зданий различной этажности, а также для индивидуального жилищного строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа "Энергосбережение" на 2021 – 2025 годы. Постановление СМ РБ от 24.02.2021 г. № 103 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь).
2. СН 4.02.03-2019. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Взамен СНБ 4.02.01-03: введен впервые 16.12.2019. – Минск: Мин-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2020. – 68 с.
3. СН 3.02.01-2019. Жилые здания. Взамен ТКП 45-3.02-324-2018 (33020): введ. 16.12.2019. – Минск: Мин-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2020. – 21 с.
4. Каталог оборудования «SALDA» вентиляционных агрегатов с рекуперацией теплоты Smarty. [Электронный ресурс]. – 2018. – Ресурс доступа : <http://www.salda.by/description/smarty-x-description.pdf>.
5. Каталог приточно-вытяжных установок MMotors JSC с рекуперацией тепла «Эко-Свежесть». [Электронный ресурс]. – 2018. – Ресурс доступа : <https://www.vent-style.ru/goods/ekosvezhest-01-standart>.
6. Яншина, Э. Р. Пути повышения энергоэффективности систем вентиляции / Э. Р. Яншина, А. А. Брацук, Л. А. Иванова // Молодой ученый. - 2016. - № 10 (114). - С. 333-337.