

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»



Сборник докладов

Часть 3

**Инновации и энергосбережение при обслуживании зданий
и инженерных энергосистем**

Белгород

30-31 октября 2024 г.

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48
М 43

**XVI Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»
[Электронный ресурс]:**
Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2024. – Ч. 3. – 70 с.

ISBN 978-5-361-01390-6

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XVI Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство». Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48

ISBN 978-5-361-01390-6

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2024

Alilu Sani Maman Kabiru

*Scientific supervisor: Kosareva-Vodolka O.V., candidate of technical sciences,
associate professor,*

National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia.

SOLAR THERMAL SYSTEM MODELING FOR DOMESTIC HOT WATER SYSTEM PRODUCTION IN RESIDENTIAL BUILDING

For a long time, studies related to the efficient production of domestic hot water in buildings based on solar thermal energy have been neglected. In recent years, the installations of these types of systems have increased very rapidly [1]. The objective of this work is to present a domestic hot water system production modeling based on solar energy in an individual residence in Niamey / Niger using the TSol software

Today solar energy plays an important role in sustainable development such as the reduction of greenhouse gases [2] [3]. However, there are two forms of solar energy: photovoltaic solar energy which transforms sunlight into electricity using the photovoltaic effect and solar thermal energy which directly transforms solar radiation into heat [4]. Therefore, solar thermal energy is used in various applications such as sanitary domestic hot water production in hospitals, hotels, individual houses, pool heating and electricity production. Compared to the production of electricity from photovoltaic energy, the design of a solar thermal system for heating sanitary water is very difficult and expensive and therefore very little literature on the studies of this field is carried out [5] [6]. In domestic hot water production, there are two types of production: instantaneous production without storage and production with storage. Instantaneous production consists of directly producing domestic hot water without storage at the time of use. This method concerns installations whose dimensioning is a function of the flow rate which depends on the size of the buildings and the type of equipment used and requires a high power. When it comes to the production of domestic hot water with storage, the installations are equipped with a tank that stores the hot water even after use; its restitution is automatic. In these types of installations, the devices are dimensioned according to the type of buildings, sanitary equipment and the number of users but require a lower power compared to production with storage [7] [8]. In this work, a modulation and simulation of a solar thermal system for domestic hot water production with electrical resistance is studied.

In the aims to get a good system efficiency of solar thermal water heating system installations, the different elements are taking in consideration [8]:

- housing size and dimension
- housing orientation
- roof angle Ω in degrees with $\Omega \in [15 \ 45]$
- user's number in the house
- location climatic data
- temperature of heated water
- user's needs for hot water quantity

With the TSol software, the design of an individual domestic hot water (DHW) system production is carried out. To do this, a family of 10 people living in Niamey / Niger is taken as an example and figure1 shows the selected location by using databases meteornorm 8.1. Considering tank storage is 700 liters and hot water temperature desired is 45 degrees Celsius. For this example, 4 evacuated tube collectors are chosen with an installation coverage rate of 80%.

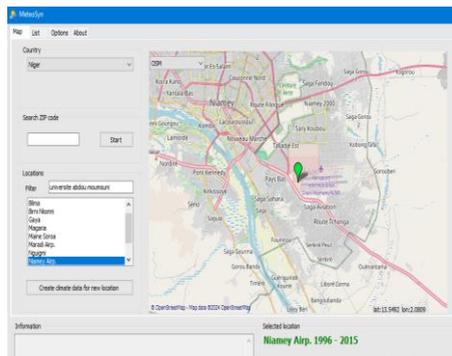


Fig. 1 – Selected location using databases meteornorm 8.1

The results obtained after simulation are presented in diagrams form as shows figure2 and curves as shows figure3.

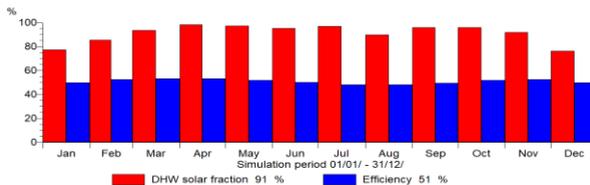


Fig. 2 – DHW solar fraction and System efficiency

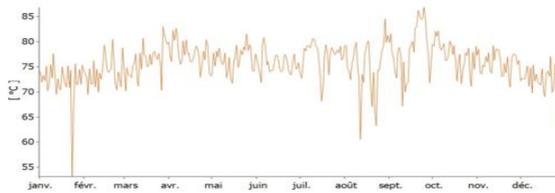


Fig.3 – Daily maximum collector temperature

The results obtained from the simulation show that only 3 solar collectors of this type were proposed by the software with a coverage rate of the installation of 91% while for the 4 solar collectors proposed during the design of the system, the coverage rate of the installation is 80%. This difference between the theoretical values for the modeling and the values obtained after simulation is due to the optimization of the tilt angle of the solar collectors. The analysis of Figure2 also shows that the system efficiency is 51%, and this efficiency is almost constant throughout the year. Average DHW solar fraction of the system is 91% and it depends of month for example its maximum value is observed during April, May, July, September and October while the minimum value is observed during January and December. The solar fraction can be defined as the energy supplied by the solar collectors relative to the total energy demand [9]. The solar fraction variation is due to the variation of sunshine during the year. The analysis of Figure 3 shows that daily maximum collector temperature can reach 85 degrees Celsius between September and October while during February, it drops to 50 degrees Celsius.

In this article, the study presents a detailed design of domestic hot water (DHW) system production in Niamey/Niger. However, with an average solar potential (5 KWh/m²/day), the exploitation of this solar potential in the country for domestic hot water production can play a crucial role in reducing electricity cost in hospitals and residential building. This study also shows the performance of TSol software and it can be used in academic and professionals' fields to carry out research in the field of production, distribution and circulation systems for domestic hot water.

REFERENCES

1. Xingxing Zhang. Review of R&D progress and practical application of the solar photovoltaic thermal (PV/T) technologies/ Zhang, X., Zhao, X., Smith, S., Xu, J., & Yu, X //Renewable and Sustainable Energy Reviews-2012-Vol16, Issue1, pp.599-617.

2. Pomianowski, M. Z, Sustainable and energy-efficient domestic hot water systems/ Pomianowski, M. Z, Johra, H., Marszal-Pomianowska, A., & Zhang, C// Renewable and Sustainable Energy Reviews-2020-Vol128
3. Elnour, M. Performance and energy optimization of building automation and management systems: Towards smart sustainable carbon-neutral sports facilities/ Elnour, M, Fadli, F., Himeur, Y., Petri, I., Rezgui, Y., Meskin, N., & Ahmad, A. M.//Renewable and Sustainable Energy Reviews-2022-Vol.162.
4. Gooding, J. Solar City Indicator: A methodology to predict city level PV installed capacity by combining physical capacity and socio-economic factors./ Gooding, J, Edwards, H., Giesekam, J., & Crook, R//Solar Energy-2013-Vol.95-pp325-335.
5. Baddou, Y. Solar thermal systems for domestic water heating applications in residential buildings/ Baddou, Y// Efficiency and economic viability analysis of monitored plants.
6. Evarts, J.C. Domestic hot water consumption estimates for solar thermal system sizing/ Evarts, J.C., & Swan, L.G// Energy and Buildings-2013-Vol58-pp58–65.
7. O’Hegarty. A simplified procedure for sizing solar thermal systems; Based on national assessment methods in the UK and Ireland/ O’Hegarty, R., Kinnane, O., & McCormack, S// Energy Procedia-2014-Vol62,pp 647–655.
8. Yettou, F. Optimisation d’un système solaire de production d’eau chaude./ Yettou, F, Malek, A., Haddadi, M., & Gama, A// Journal of Renewable Energies-2023.
9. Emeara, M. S. Hybrid Renewable Energy System for a Sustainable House-Power-Supply/ Emeara, M. S, AbdelGawad, A.F., & Ahmed, E.H//Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences-2021-pp91-107.

УДК 628.8.02

Амерханов Д.А.

Научный руководитель: Мостовенко Л.В., канд. техн. наук, доц.

Нижевартовский государственный университет,

г. Нижевартовск, Россия

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ДОСТИЖЕНИЯ КОМФОРТНОГО МИКРОКЛИМАТА АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗИМЫ ГОРОДА НИЖНЕВАРТОВСКА

Достижение комфортного микроклимата административных помещений – важная часть проектирования и обслуживания здания,

микроклимат влияет на продуктивность рабочей среды, а в условиях зимы города Нижневартовска – это особенно важно. Факторами, влияющими на микроклимат, являются температура на улице, влажность, скорость ветра, время суток. Для достижения комфортных условий в помещениях используют различные температурные нагрузки, например система отопления, вентиляция, кондиционирование. Важно следить за работоспособностью этих систем поддержания микроклимата, ведь условия зимы суровы, это можно увидеть на рис.1



Рис. 1 – График температуры зимы 2021 (г. Нижневартовск)

Понимая данный фактор, можем сделать вывод, что основной упор делается на отопление помещений, но не стоит забывать про влажность, которая тоже учитывается в микроклимате помещения. При «перетопе» помещений получаем сухой воздух, что влияет на на тяжесть респираторного процесса человека. Для этого предусмотрена вентиляция помещений, рассмотрим такую систему в приложении «Ц.кондиц.» (Рис.2), которая позволяет работать с системой вентиляции и кондиционирования.

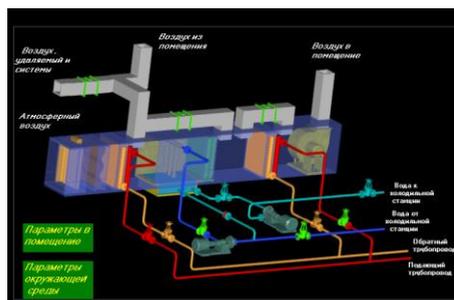


Рис.2 – Приложение «Ц.кондиц.»

На рис. 2 рассмотрим систему с двумя калориферами, оросительной камерой, включающую дополнительные рециркуляционные системы помещения. Каждый из этих приборов выполняет свою роль, калорифер нагревает воздух (адиабатный нагрев, чистый нагрев), оросительная камера увлажняет воздух (изоэнтальпийное увлажнение), рециркуляционная система позволяет экономить ресурс электроэнергии, затраченный на увеличение мощности калорифера. Рециркуляция использует часть воздуха из помещения, выступающего в качестве нагревающего агента для первичного наружного воздуха. Всё это оборудование из системы настраивается, что позволяет достичь комфортного микроклимата.

На рис.3 приведена i-d диаграмма с параметрами окружающей среды 0°C и 75% относительной влажности, и конечной температуры помещения 22°C и 42% относительной влажности, что согласно ГОСТ 30494-96 является допустимыми показаниями.

По причине низкой температуры окружающей среды идут достаточно большие тепловые затраты на калориферы так как воздух нужно нагреть. В следствие высокой мощности калорифера воздух становится менее влажным, тут в работу вступает оросительная камера, которая увлажняет воздух посредством работы водяных форсунок. Для уменьшения затрат в данной вентиляционной системе присутствует двухходовая рециркуляция. Воздух, прошедший через помещение, попадает обратно в систему, где происходит смешивание 6-2 (Рис. 3) и благодаря этому смешиванию происходит экономия ресурсов, можно уменьшить нагрузку на калориферы и оросительную камеру.



Рис. 3 – i-d диаграмма вентиляции с двумя рециркуляционными ходами

В результате проделанной работы системы вентиляции получаем благоприятные условия в административном помещении, что положительно скажется на работоспособности и общем состоянии здоровья человека.

Данный вариант достижения комфортного микроклимата в административных помещениях в условиях зимы в городе Нижневартовске является эффективным и благодаря двух ходовой рециркуляции экономичным вариантом для помещений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жерлыкина, М.Н., Яременко, С.А. Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений [Текст] / М. Н. Жерлыкина, С. А. Яременко — 2. — Воронеж: учебное издание , 2013 — 160 с.

2. Алексей Гавришев, Влажность воздуха и характеристики Ханты-Мансийский авт. окр. Нижневартовск / Алексей Гавришев [Электронный ресурс] // climate-energy : [сайт]. — URL: <https://climate-energy.ru> (дата обращения: 16.10.2024).

3. ГОСТ 30946-96, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях : внесен Госстроем России : введен впервые : дата введения 1999-03-01 / разработан Государственным проектно-конструкторским научноисследовательским институтом СантехНИИпроект.

УДК 621.643

Гайдаш Д.С.

*Научный руководитель: Елистратова Ю.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОФИЛИРОВАНИЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ

Энергосбережение и устойчивое развитие инженерных систем являются основными мерами по сокращению потребления энергии в сфере ЖКХ [1-3]. Соединительные детали трубопроводов, играют одну из основных ролей для работоспособности в инженерных системах. Важно отметить, что гидравлическое сопротивление, создаваемое этими элементами напрямую влияет на общие потери давления в системах и, соответственно, на потребление энергии насосами.

Для корректного управления этими процессами представляет интерес моделирование геометрических параметров соединительных деталей и как следствие изучение процессов в них, особенно в моментах слияния и разделения потоков.

Опираясь на зарубежные источники [4,5], просматривается актуальность тематики исследования профилирования соединительных деталей трубопроводов не только в системах вентиляции, кондиционирования, но и трубопроводных системах, таких как: водоснабжение, канализация, системы отопления [6,7]. Практическое применение полученных результатов широко используется на различных этапах, а именно: проектирование, эксплуатация, а также производство фасонных элементов.

Ключевую роль в решении данной проблемы играют новые технологии, такие как 3D-моделирование, точечное проектирование и проведение опытов по снижению КМС в соединительных деталях [4,5].

Так же стоит отметить усовершенствование соединительных деталей, изготовление нестандартных образцов, для решения данной проблемы. На примере рассмотрим образцы на рис. 1, рис.2:

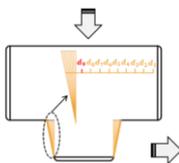


Рис. 1. – Тройник с уменьшением сопротивления на ответвлении.

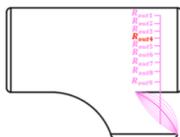


Рис. 2. – Тройник с округленным косым ответвлением.

На рис. 1, представлен экземпляр, в зависимости от изменения диаметра применяются дефлекторы разного типа, которые снижают потери энергии, за счет чего КМС остаются прежним.

На рис. 2, пример нестандартного решения, за счет которого так же в зависимости от диаметра разработчикам удалось добиться снижения КМС. Но данное решение не практично при проектировании систем отопления из-за конструктивных решений.

Эффективность, энергосбережения, оптимизация при проектировании, требует более детально погрузиться в вопрос о снижении КМС.

Проектирование инженерных систем в уникальных зданиях на данный момент набирает обороты. Но проектировщик сталкивается с проблемами расположения трубопроводов и расчетов. Пример тому, здания с нестандартными несущими стенами, и перегородками, где требуется прокладывать трубопровод системы отопления с большим количеством соединительных деталей. В одно месте тройник будет близко расположен к отводу, в другом же месте расстояние между фитингами будет достаточно большое, КМС в данных места меняется, и снизить его достаточно трудно.

Поэтому стоит уделять внимание, ни только оптимизации проектирования инженерных систем, но и профилированию соединительных деталей, где наглядно видно, как усовершенствовать тот или иной элемент.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кручинин, К.А. Энергосбережение и повышение энергоэффективности зданий за счет инженерных систем ХВС, ГВС и отопления / К. А. Кручинин [Текст] // Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции. — Курск: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений, 2021. — С. 118-120.

2. Якубсон, В.М. Энергоэффективность инженерных сетей зданий [Текст] / В. М. Якубсон // Инженерной-строительный журнал. — 2013. — № 3 (38). — С. 5.

3. Тарасенко, Ю.А. Энергосбережение в инженерных системах через автоматизацию [Текст] / Ю.А. Тарасенко // Мониторинг. Наука и безопасность. — 2011. — № 2. — С. 74-77.

4. Ran Gaoa, Hengchun Zhanga A novel low-resistance duct tee emulating a river course / Ran Gaoa, Hengchun Zhanga [Электронный ресурс] // www.elsevier.com: [сайт]. — URL: <https://www.sciencedirect.com> (дата обращения: 24.10.2024).

5. Yifei Yin, Angui Li Analysis and optimization of energy loss reduction in a modified tee with deflectors via energy dissipation and vortex strength / Yifei Yin, Angui Li [Электронный ресурс] // www.elsevier.com: [сайт]. — URL: <https://www.sciencedirect.com>

6. Логачев, К.И. Моделирование отрывного воздушного потока при входе в квадратный отсос сообщение 1. Методы исследования / К.

И. Логачев, Е.Н. Попов, Т.А. Козлов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2023. – № 6(774). – С. 39-53. – DOI 10.32683/0536-1052-2023- 774-6-39-53.

7. Аверкова, О.А. Моделирование отрывного течения на входе в квадратный всасывающий канал / О.А. Аверкова, И.Н. Логачев, К.И. Логачев и др. // Изв. ВУЗов. Строительство. – 2013. – № 6. – С. 97–104

УДК 697.9

*Засыпкина А.М., Питинова Д.С., Комов Д.Д.
Научный руководитель: Суслов Д.Ю., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ ОТРАВЛЕНИЯ УГАРНЫМ ГАЗОМ ПРИ РАБОТЕ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

Работа посвящена обзору и анализу несчастных случаев отравления угарным газом при использовании газового оборудования.

Угарный газ (СО) представляет высокотоксичный, бесцветный газ, лишенный запаха, который незначительно легче воздуха. Токсичность, прежде всего, обусловлена клеточной гипоксией, вызываемой снижением доставки кислорода. Окись углерода обратимо связывает гемоглобин, что приводит к развитию относительной анемии. Образующийся при этом монооксид углерода, вследствие ядовитости, вызывает физиологические расстройства и даже смерть. Отсюда, одно из его названий – «угарный газ» [1].

В представленной работе [2] выявлено, что в последнее время наблюдается рост числа аварий при эксплуатации газового оборудования в жилых домах и предприятиях. Основными причинами подобных аварий являются изношенность газового оборудования и нарушение порядка технического обслуживания и ремонта внутридомового и внутрипроизводственного газового оборудования. Отсюда можно выявить несколько основных проблем. В статье [3], установлено, что отравления угарным газом обусловлены неполным сгоранием топлива в неисправном газовом оборудовании, отсутствием нормативной тяги и малыми размерами помещения. Для повышения надежности эксплуатации газового оборудования с заменной на новое возрастают требования к его обслуживанию. В большинстве случаев из-за некорректной работы газового оборудования, коррозионного повреждения или несвоевременного обслуживания возникают утечки угарного газа, приводящие к летальному исходу.

В работе [4] были изучены виды несчастных случаев в жилом помещении, при утечке угарного газа, произошедшей в результате неправильной эксплуатации газового оборудования в жилом помещении. В перечень газового и вентиляционного оборудования квартиры входило: индивидуальные приборы учета, система контроля, газовая плита, газовая колонка, газовый водонагреватель, приточно-вытяжная вентиляция. Объектом исследования стала скорость воздуха в живом сечении вентиляционного канала при снятом гофрированном трубопроводе с закрытым окном на кухне, которая составила до 0,43 м/с, а при открытом окне на кухне скорость воздуха составило до 3,13 м/с, что говорит о неработоспособности газовых приборов и недостаточном количестве воздуха в квартире. С включением газового водонагревателя и одновременным использованием кухонной вытяжки на минимальной мощности пламя водонагревателя погасло, что привело к работе датчика тяги водонагревателя. Расчетный воздухообмен квартиры составляет 125 м³/ч. Нормальный расход кухонной вытяжки составляет 850 м³/ч, что во много раз превышает расчетный воздухообмен. Из-за малого количества свежего воздуха при закрытом кухонном окне, кухонная вытяжка с большой вероятностью может «опрокинуть» дымоход и засосать продукты сгорания из него, так же, как и свежий воздух. Эта ситуация привела к росту концентрации угарного газа, что в свою очередь привело к несчастному случаю.

Анализируя данный случай, можно сказать, что угарный газ не образовался бы, ни при каких вариантах включенных механических систем вентиляции и в том случае, если бы окно форточки на кухне было открыто. Следовательно, из этой ситуации можно сделать вывод, что для безопасного использования газового оборудования необходимо выполнять требования правил пользования газом [5].

В рассматриваемой статье [5] указано, что несчастный случай на производстве и причины, по которой возникла аварийная ситуация. Аварийная неполадка произошла из-за нарушения правил эксплуатации и не выполнения требований норм работниками предприятия при наладке газового оборудования. Групповой несчастный случай произошел в результате отравления продуктами неполного сгорания газа. На начало проекта все оборудование было в исправном состоянии, что означало полноценную работу всех процессов. Основные причины произошедшего – эксплуатация опасного производственного объекта с нарушением правил безопасности в газовом хозяйстве, а также ряд организационно-технических отклонений от проекта, а именно: изменен проект в части замены дымососов на котлах; не внесены

изменения в электросхемы; шесть дефлекторов на крыше котельной загерметизированы полиэтиленовой пленкой; система блокировки дымососа-вентилятора находилась в отключенном положении и т.д.

Анализируя данную ситуацию, можно отметить наличие халатного отношения сотрудников к газовому оборудованию и невнимательное отношение руководителей организации за своим персоналом. Для улучшения состояния технической безопасности и противоаварийной устойчивости нужно осуществлять тщательную подготовку газового оборудования к его эксплуатации и проводить качественный набор кадров организацией для опасных производственных объектов.

В связи с массовой газификацией, осуществляемой в России, количество несчастных случаев, возникающих в результате эксплуатации газового оборудования, значительно увеличилось. Использование газового оборудования при неправильных условиях может образоваться риск для человеческой жизни. Во время сжигания газового топлива продуктами неполного сгорания газа формируются угарный газ, метан, тяжелые углеводороды. Из указанных работ [6, 7] было выявлено, что в последние годы регулярно происходят взрывы бытового газа, связанные с эксплуатацией внутридомового и внутрипроизводственного газового оборудования, особенно в осенне-зимний период, что указывает на то, что проблемы технического состояния и обслуживания газового оборудования имеют системный характер. Статистика пожаров и взрывов, связанных с использованием природного газа, показывает, что больший риск аварий по сравнению с газораспределительными сетями, объектами энергетики, промышленности и транспорта имеется при использовании внутридомового газового оборудования. Для обеспечения безопасности и эффективности работы газового оборудования и вентиляционных каналов, рекомендуется не реже одного раза в год проводить их диагностику в соответствии с установленным графиком.

Таким образом, можно сделать вывод о том, проблема отравления угарным газом возникает, преимущественно, из-за отсутствия своевременного обслуживания и проверки газового оборудования, а также невыполнений требований правил пользования газа потребителями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курсов С.В. Монооксид углерода: физиологическое значение и токсикология / С.В. Курсов // Медицина неотложных состояний. – 2015. – №. 6 (69). – С. 9-16.

2. Кузнецов С.Н. Внутридомовое газовое оборудование / С.Н. Кузнецов, Г.А. Кузнецова // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2020. – №. 4. – С. 39-43.
3. Масляков В.В. Осведомленность населения об организации безопасности при утечке угарного газа / В.В. Масляков, М.А. Полиданов, У.М. Коймурзаева, П.А. Стасюк // Миссия конфессий. – 2024. – Т. 13. – №. 74. – С. 73-79.
4. Нагорная С.Д. Газовое оборудование в быту – риск отравления угарным газом / С.Д. Нагорная, Е. Н. Попов, Д.Ю. Суслов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2024. №5. С. 46–54. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-9-5-46-54.
5. Правила пользования газом в части обеспечения безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования при предоставлении коммунальной услуги по газоснабжению. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 14 мая 2013 г. N410.
6. Сорокин А.А. Аварийность и травматизм на объектах газового надзора в 2002 г / А.А. Сорокин // Безопасность труда в промышленности. – 2003. – №. 3. – С. 16-17.
7. Залесский К.В. Анализ причин отравления граждан продуктами сгорания при использовании газа в быту / К. В. Залесский, А. К. Матазов // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности. – 2023. – С. 49-51.
8. Индиаминов С.И. Эпидемиологические аспекты и современный взгляд на ситуацию по отравлению угарным газом / С.И. Индиаминов, А.А. Ким // Судебная медицина. – 2020. – Т. 6. – №. 4. – С. 4-9.

УДК:69.07; 69.059.25; 69.059.7

Калинин И.В.

*Научный руководитель: Косухин М.М., канд. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ЧАСТЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ЖИЛОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С самого первого дня (начала) эксплуатации начинаются процессы постепенного снижения параметров функционального качества строительных объектов жилого назначения. Потеря функционального каче-

ства выражается в частичной или полной утрате эксплуатируемым объектом способности к обеспечению первоначально установленных (проектных) условий процессов жизнедеятельности [1]. Восстановление частично или полностью утраченного функционального качества жилых образований различного масштаба и/или технического состояния (физического износа) является достаточно распространенной задачей в рамках ремонтно-строительной деятельности [2].

В настоящее время данная задача особенно актуальна в силу недостаточного государственного финансирования возведения жилых домов нового строительства и наличия значительного количества эксплуатируемых объектов жилого фонда, расположенных в различных природно-климатических, инженерно-геологических и градостроительных условиях.

В процессе разработки и практической реализации необходимых мероприятий, направленных на повышение или восстановление первоначальных показателей функционального качества, проектируемые решения могут потребовать:

- модификации конструктивной схемы строительного объекта;
- изменения параметров объемно-планировочной композиции;
- проведения перепланировки, которая приведёт к количественному и качественному составу площадей помещений;
- трансформации состава и назначения отдельных конструктивных элементов или частей жилого образования;
- модификации (демонтажа) инженерных систем и/или элементов технологического оборудования.

На рис. 1 и 2 представлены исходное состояние и результаты проведения комплекса мероприятий, реализованных с целью радикального изменения (повышения) функционального качества строительного объекта жилого назначения, характеризующегося значительным физическим и моральным износом [3].



Рис. 1 – Первоначальное состояние эксплуатируемого объекта жилого назначения.



Рис. 2. – Первоначальное состояние эксплуатируемого объекта жилого назначения.

Повышение показателей функционального качества жилого образования достигнуто вследствие комплексного применения перечисленных выше мероприятий.

К основным технологическим особенностям производства строительных (ремонтно-строительных) работ, направленных на восстановление или повышение показателей функционального качества объекта жилого назначения (реконструкции, реновации) можно отнести следующие аспекты:

- технология отдельных ремонтно-строительных работ (процесов) должна быть поставлена в соответствие наиболее современному и эффективному способу (из числа доступных) ремонтно-строительного производства, который обеспечивает установленные показатели качества жилого объекта;

- технология ремонтно-строительного производства должна обеспечивать выполнение условий прочности, устойчивости, геометрической неизменяемости, энергоэффективности отдельных конструктивных элементов и конструктивной системы в целом, комфорта и безопасности внутреннего жилого пространства;

- выделение ведущего ремонтно-строительного процесса (простого или комплексного), под которым подразумевается наиболее сложный технологически, ответственный, продолжительный или ресурсоёмкий вид мероприятия в структуре ремонтно-строительного производства. Ведущий ремонтно-строительный процесс предусматривается для восстановления наиболее важных показателей функционального качества жилого образования;

- производство ведущего ремонтно-строительного процесса предусматривается в условиях полной технологической привязки к особенностям производства смежных или вспомогательных (по отношению к ведущему) ремонтно-строительных работ;

– производство ведущего и вспомогательных ремонтно-строительных процессов сопровождается необходимыми средствами автоматизации и механизации ремонтно-строительного производства, комплектами технологических средств, инструментов и инвентарем. Уровень механизации ремонтно-строительных процессов определяется принятыми конструктивно-технологическими решениями, особенностями (стеснённой) строительной площадки и предусматривает применение рациональных видов (по назначению и производительности) средств;

– технология ремонтно-строительного производства должна обеспечивать минимизацию или полное отсутствие рисков негативных воздействий на строительный персонал, местное население, искусственную и естественную окружающую среду;

– технология ремонтно-строительного производства должна быть ориентирована на применение наиболее эффективных видов материальных, человеческих и информационных ресурсов.

Выбор технологии с учетом приведенных выше аспектов и определяет уровень качества ремонтно-строительного производства (реконструкции, реновации).

Работы по восстановлению качества жилого образования, как правило, производятся в крайне стеснённых условиях сложившейся застройки городской среды, что предопределяет особую технологию и организацию их выполнения, использование специальной оснастки, механизмов, инструмента, приспособлений [4].

На рис. 3 приведен пример разработки организационно-технологических решений по повышению качества жилого образования, расположенного в историческом районе города Санкт-Петербург [5].



Рис. 3 – Пример организационно-технологических решений по восстановлению функционального качества строительного объекта, расположенного в условиях плотной застройки городской среды.

В зависимости от используемых строительных конструкций (показателей сборности, степени заводской готовности), материалов и полуфабрикатов в технологических (ремонтно-строительных) процессах протекают физические, физико-химические, гидромеханические, механические и другие процессы, которые определяют условия и составляют технологические режимы ремонтно-строительного производства.

Особенности расположения строительного объекта в составе городской среды, условия обеспечения жилой функции (эксплуатации) без перерыва на производство ремонтно-строительных работ оказали прямое влияние на последовательность реконструкции.

Технологическая последовательность выполнения мероприятий по восстановлению (повышению) качества жилого образования осуществляется по двум, взаимодополняющим направлениям: восстановление показателей утраченного технического состояния (физического износа) конструктивных элементов и восстановление (формирование) художественно-эстетических показателей состояния (морального износа) внутреннего пространства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девликамова, А.С. Система повышения качества жилой среды / А.С. Девликамова, С.В. Минеев // Молодой ученый. - 2018. - № 18 (204). - С. 61 - 65.
2. Тарасов, Е.Б. Физический и моральный износ здания / Е.Б. Тарасов // Проспект Свободный - 2023: Материалы XIX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск, 24-29 апреля 2023 года. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2023. - С. 2505-2508.
3. Stefan Forster Architekten. Regeneration East. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sfa.de> (дата обращения: 14.10.2024).
4. Чащина, Т.В. Организационно-технологические принципы реконструкции зданий и сооружений в условиях городской застройки / Т.В. Чащина // Дни студенческой науки: Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры, Москва, 04-07 марта 2019 года. - Москва: МГСУ, 2019. - С. 1264-1266.
5. Отчет инженерно-технический, по результатам инженерно-технического обследования строительных конструкций здания, расположенного по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Куйбышева, д. 24 литера Б. Договор №20.006-ОБС. - Санкт-Петербург: ОАО «Евродом». 2020. - 291 с.

УДК 697.934

Капитанов Д.А.

*Научный руководитель: Мостовенко Л.В., канд. техн. наук, доц.
Нижевартовский государственный университет
г. Нижневартовск, Россия*

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОСУШЕНИЯ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМФОРТНОГО МИКРОКЛИМАТА

В данной статье проводится анализ различных вариантов осушения воздуха в помещениях производственного назначения с целью создания комфортного микроклимата, где рассматриваются конденсационный и адсорбционный методы осушения воздуха. Основная цель статьи заключается в выборе наиболее подходящего осушителя воздуха с учетом специфики производственного помещения и требования к микроклимату, что является ключевым для здоровья и комфорта сотрудников. В статье предлагаются советы и решения для достижения эффективного осушения воздуха, что позволит специалистам использовать изложенные рекомендации для создания комфортного микроклимата в производственных помещениях. Также, приводится пример осушения воздуха, в ходе которого происходит получение оптимального уровня влажности в производственных помещениях.

Осушение воздуха является важным аспектом обеспечения оптимальных условий работы оборудования в производственных помещениях. Высокая влажность воздуха может привести к коррозии оборудования, образованию плесени, ухудшению качества продукции, к накоплению вредных паров, газов и микроорганизмов, что негативно сказывается на здоровье работников и качестве производственного процесса. Поэтому выбор правильной технологии осушения воздуха играет решающую роль в обеспечении комфортных условий и эффективной работы производственного оборудования.

Анализ условий воздуха

Уровень увлажненности воздуха определяется различными концентрациями водяных паров, которые входят в его состав. Показатели относительной влажности зависят от соотношения максимальной и абсолютной влажности в процентах. Для мониторинга этого параметра используют устройства для измерения влажности, известные как гигрометры, которые могут быть стационарными или портативными. Для комфортной работы в помещениях считается

наилучшим, когда относительная влажность находится в диапазоне от 40 до 60 %. Так, СанПиН 2.2.4.548-96 нормировал разные значения оптимальной и допустимой температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для рабочих мест производственного назначения [5].

Таблица 1. – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [5]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	Iia (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	Iib (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iia (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	Iib (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Типы технологий осушения воздуха

Избыток влаговыделений в помещении, как в прочем и избыточная влажность в ограждающих конструкциях являются причиной последующих разрушения и повреждения зданий. Дополнительное наличие влаги в стенах ведет к ускоренному промерзанию конструкции дома. Следствием является растрескивание бетона, инфильтрация через кирпичную кладку. Это все – причины выхода домов из эксплуатации [3].

Наличие влаговыделений в помещении не всегда является критическим, однако нарушает уровень комфортного микроклимата. Подобное встречается при хранении влажных изделий и различных материалов. Каждый материал достигает состояния равновесия с окружающей средой. Наиболее часто колебания уровня влажности выступают как главный или единственный фактор, способствующий нестабильности свойств [4].

Существует несколько основных способов осушения воздуха, каждый из которых имеет свои особенности и области применения: **конденсационные осушители, адсорбционные осушители.**

Конденсационные осушители. Принцип их работы основан на конденсации влаги из воздуха путём его охлаждения, где, в замкнутой системе осушителя циркулирует экологически безопасный газ — хладагент, который, в результате сжатия компрессором, нагревается и переходит в газообразное состояние. Горячий хладагент под высоким давлением поступает в блок конденсатора, где газ охлаждается, затем снижается его давление, вследствие чего он еще сильнее охлаждается и в жидком состоянии поступает в испаритель. Влажный воздух на уровне испарителя снижает свою температуру до точки росы. Это является причиной конденсации (выпадения) влаги, далее эта влага аккумулируется в приемной емкости для конденсата. Таким образом происходит само осушение. После этого, осушенный и охлажденный воздух проходит конденсаторный блок, где он подогревается и выбрасывается наружу. Как результат, на выходе из осушителя имеем осушенный нагретый воздух [1].

Адсорбционные осушители. К одним из наиболее популярных в использовании способов относят адсорбционные осушители воздуха. В них рабочими веществами являются адсорбенты, способные поглощать влагу из воздуха. Часто дополнительно в адсорбционных машинах использует регенеративные барабаны для создания периодического охлаждающего процесса. Они обычно изготавливаются из алюминия, поверхность которых покрыта адсорбируемым веществом. Влажный воздух проходит через такой теплообменник, оставляя в нем излишки водяного пара, которые адсорбируются. В результате воздух покидает осушитель уже сухим [2]. Ротор приводится в действие за счет электродвигателя. Стоит отметить, что влажный воздух подается только на половину поверхности барабанного ротора – один из сегментов барабана (по второму теплоносителю) в этом процессе не участвует. Вся связано как раз с периодичностью цикла установки. Именно в этом сегменте происходит процесс отбора из адсорбирующего материала излишков влаги для восстановления его работоспособности.

Пример виртуального осушения воздуха. При использовании приложения “Ц.кондиц.” (рис.1), будет произведено осушение воздуха для создания оптимального микроклимата в помещении без рециркуляций, где за исходные данные приняты: температура наружного воздуха 22 °С, относительная влажность воздуха 75%; конечные данные: температура воздуха в помещении 22 °С, относительная влажность воздуха в помещении 40%.

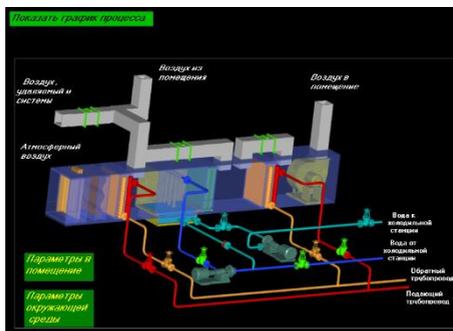


Рис.1 – Приложение “Ц.кондиц.”

Основные процессы, используемые в данной работе изображены на рис.2:

- **Адиабатный процесс в калорифере:** воздух проходит через калорифер, в котором повышается температура, понижается относительная влажность и его влагосодержание.
- **Адиабатный процесс в оросительной камере:** воздух проходит через оросительную камеру, где происходит его снижение температуры, повышение относительной влажности и влагосодержания.
- **Нагрев воздуха:** процесс осуществляется в поверхностном воздухоподогревателе, при этом характеристики воздуха: температура увеличивается, относительная влажность воздуха уменьшается; влагосодержание – const.
- **Нагрев воздуха через второй калорифер:** производится повышение температуры воздуха, при поступлении температуры подающей воды, проходящей через калорифер, равной 37,2 °С.

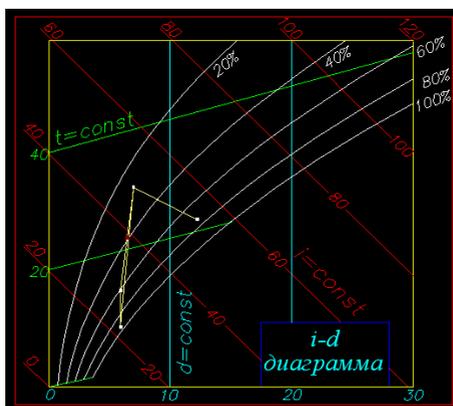


Рис.2. I-D диаграмма влажного воздуха в программе «Ц.кондиц»

В заключение стоит отметить, что эффективность каждого способа осушения воздуха зависит от конкретных эксплуатационных условий. Поэтому выбор системы осушки должен основываться на таких параметрах, таких как расход воздуха, стоимость тепла и электроэнергии. Примером для конденсационного метода может служить помещение с бассейном, так как там нужно поддерживать влажность воздуха в значении 50% и выше при комнатных температурах, а в адсорбционном методе, для поддержания нужного уровня влажности в неотапливаемых, холодильных и морозильных помещениях; создания пересушенного воздуха, для хранения и производства различных продуктов и медикаментов. Тем самым, тема осушения воздуха является актуальной и требует дальнейшего внимания и изучения, что станет основой для разработки более современных и энергоэффективных систем осушения воздуха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щедрина Г.Г. Абсорбционная осушка воздуха. Модели и технические решения: монография / Г.Г. Щедрина // Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2016. – с.
2. Улитин, М.В. Поверхностные явления. Адсорбция: учебное пособие / М.В. Улитин, Д.В. Филиппов, А.А. Федоров. — Иваново: ИГХТУ, 2014. — 206 с.
3. Парамонов, А.М. Системы воздухообеспечения предприятий: учебное пособие / А.М. Парамонов, А.П. Стариков. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 160 с.

4. ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны".

5. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04.95-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование".

УДК 697.3

Коверина В.Ю., Юрьева С.С.

*Научный руководитель: Крюков И.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ

Система теплоснабжения в России является крупнейшей в мире. Это вызвано как большой территорией страны, так и суровыми климатическими условиями.

Особое место среди технологического оборудования тепловых систем занимают теплообменные аппараты. Это устройства, предназначенные для передачи теплоты от одной рабочей среды к другой. При этом процессы могут происходить как без изменения агрегатного состояния сред, так и с их изменением. Теплообменники влияют на общую эффективность и размер системы. Для достижения оптимального соотношения между размером и эффективностью системы необходимо, чтобы конструкция теплообменного аппарата обеспечивала баланс между его эффективностью и перепадом давления. На классификацию теплообменников влияет множество факторов, в том числе процесс теплообмена, компактность поверхности, схема потока, масса жидкостей, механизмы теплообмена, назначение и конструкция.

Учитывая широкий диапазон применения и важность выполняемых функций, теплообменные аппараты должны соответствовать следующим основным параметрам:

- обеспечивать передачу нужного количества теплоты с получением требуемых конечных температур теплоносителей;
- при заданном уровне гидравлических сопротивлений иметь необходимую пропускную способность для каждой из рабочих сред;
- быть надёжным в эксплуатации и иметь конструкцию, позволяющую осматривать поверхность теплообмена для возможного ремонта и чистки[2].

В РФ применяются как пластинчатые, так и кожухотрубные теплообменники. Пластинчатые теплообменники состоят из ряда

пластин, расположенных в виде стопки. В пластинах есть каналы, по которым протекают жидкости. Пластины обычно используются гофрированные, чтобы увеличить площадь теплообмена. Использование этих теплообменников сопровождается высокими экономическими затратами на химическую водоподготовку, а также сложностью в эксплуатации и ремонте оборудования.

Кожухотрубные теплообменники более просты и надежны в эксплуатации и ремонте. Они состоят из цилиндрической оболочки с пучком трубок внутри. Одна жидкость проходит через трубки, а другая вокруг. Однако для них характерен сравнительно невысокий коэффициент теплоотдачи, который описывает интенсивность теплообмена между поверхностью и окружающей средой[1].

В настоящее время повышению данного коэффициента в теплообменниках уделяется очень большое внимание со стороны разработчиков теплообменного оборудования.

Достаточно большое количество известных конструкций теплообменников обладают такими существенными недостатком как сравнительно низкая эффективность теплообмена между высокотемпературной и низкотемпературной средами[4].

В данной работе рассматривается кожухотрубный теплообменный аппарат со спиральным змеевиком (рис.1).

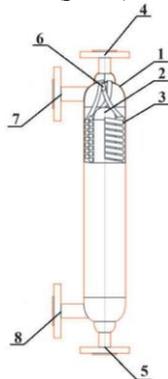


Рис.1 – Кожухотрубный теплообменный аппарат со змеевиком: 1- цилиндрический кожух; 2- вытеснитель; 3- змеевик; 4,5- патрубки подвода теплоносителя греющего контура; 6 – каналы; 7,8 – патрубки подвода теплоносителя нагреваемого контура

Различие с классическим кожухотрубным теплообменником заключается в том, что пучок труб заменен на гибкие скрученные спиралью трубки. По змеевику проходит горячий теплоноситель, а трубки омывает нагреваемый теплоноситель. Пространство, в котором

расположен змеевик, представляет собой полый цилиндр, в центре которого расположен, как выяснилось цилиндрический полый вытеснитель. Вытеснитель имеет отверстия в нижней и верхней части, через которые также проходит нагреваемый теплоноситель. Таким образом, образуются две зоны: внутренняя – полость вытеснителя и внешняя – между стенками теплообменного аппарата и вытеснителя, где расположен змеевик, который имеет гофрированную поверхность, что дает ему возможность скручиваться в спираль, а также увеличивать коэффициент теплоотдачи за счет турбулизации потока.

Из-за того, что корпус теплообменника не имеет тепловой изоляции, часть тепла теряется в окружающее пространство. Потерями тепла в окружающую среду пренебрегают, и расход тепла учитывается по греющему контуру.

Производители оборудования не особо делятся методиками расчета и подбора, поэтому определить какими параметрами теплообменный аппарат обладает невозможно. Собственно, это и пытаются выяснить, чтобы определить как при определенных расходах и температуре будут меняться параметры на выходе из теплообменника.

Исследование проводилось в специализированной лаборатории по изучению гидродинамических и теплообменных процессов на экспериментальной установке (рис.2).



Рис.2 Фото экспериментальной установки

Экспериментальная установка состоит из следующих основных элементов: исследуемого теплообменного аппарата 2, электрического нагревателя 1, подающего насоса 3, тепловычислителя 4, отопительного прибора 5, расширительного бака 6, магнитных расходомеров 7, датчиков температуры 8. Кроме этого, экспериментальная установка

включает в себя пластиковые трубопроводы, гибкие металлические подводки, запорно-регулирующую арматуру, манометры [3].

В ходе проведения исследования измерялись температуры на входе и выходе в греющем и нагреваемом контуре, и массовый расход воды в нагреваемом контуре. Далее производился расчет количества тепла, температурного напора и коэффициента теплопередачи. Полученные результаты, такие как конструктивные особенности, позволили определить, как конструктивные особенности теплообменного аппарата влияют на процесс передачи тепла. На основании полученных данных можно сделать вывод о способах повышения его эффективности.

В дальнейшем показателем эффективности работы станет повышение работоспособности теплообменника на данный режим при сохранении существующих размеров. Так же для разработки уже современного отечественного теплообменного аппарата целесообразно использовать эффект турбулизации нагреваемого теплоносителя. Это позволит интенсифицировать процесс передачи тепла от греющего контура теплоносителя к нагреваемому у пристеночных слоёв впусков теплоносителя внутри контуров, избегая повышения местных гидравлических сопротивлений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермолаева В.А., Выбор теплообменного аппарата для повышения коэффициента теплопередачи // Московский экономический журнал. - 2022. -№10. – с. 383-391.

2. Иванов А.Н., Белоусов В.Н., Смородин С.Н. Теплообменное оборудование промпредприятий: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2016. - 184 с.

3. Куцев Л.А., Уваров В.А., Крюков И.В., Брежнев Д.А. Экспериментальное исследование теплотехнических параметров кожухотрубного теплообменного аппарата со спиральным змеевиком // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2023. - №11. – с. 54-63.

4. Хван В.С., Пиронко С.А. Теплообменник // Строительство и техногенная безопасность. - 2016. - №5. –с. 89-92.

*Комов Д.Д., Питинова Д.С., Засыпкина А.М.
Научный руководитель: Суслов Д.Ю., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОБЗОР ПРИТОЧНЫХ КЛАПАНОВ ПО ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ

В статье исследуются работы по теме использования приточных клапанов вентиляции в жилых зданиях.

В настоящее время повсеместно используются оконные блоки из ПВХ. Эксплуатация этих конструкций существенно повышает теплозащитные и шумоизоляционные свойства, но значительно ухудшает микроклимат, а также и без того незначительный воздухообмен в помещении [1]. В следствии малого притока свежего воздуха в помещении образуется избыток углекислого газа. Длительное нахождение человека в таких помещениях может привести к обморочному состоянию. Но гораздо опаснее скопление угарного газа (СО). Избыток СО обусловлен недостатком кислорода в процессе работы газовых приборов. Попадая в организм угарный газ вступает во взаимосвязь с гемоглобином и блокирует транспортировку кислорода в ткани. При легкой стадии отравления человек испытывает головные боли и сухой кашель. В случае тяжелого отравления наступает кома, паралич или смерть. По статистике, в России отравление газом занимает второе место в структуре причин смертности от острых отравлений химической этиологии. За 6 месяцев 2023 года зарегистрировано 19 случаев отравлений, 6 из которых (31,6 %) закончились смертью пострадавших [2].

На данный момент основным конструктивным решением, которое способно решить проблему циркуляции воздуха, являются приточные устройства естественной вентиляции. Выделяют три типа приточных устройств: клапан избыточного давления; приточный оконный клапан; стеновое приточное устройство.

Клапан избыточного давления представляет собой отверстие в ограждающей конструкции, с помощью которого осуществляется приток свежего воздуха. Исследование в работе [3] выявило, что приточный клапан работоспособен и обеспечивает нормативный воздухообмен лишь четыре месяца в году, а именно с ноября по февраль, это относится к преимуществу этого типа, к недостаткам же относится отверстие, которое служит источником промерзания стены. Помимо этого, приточный клапан эффективен при расположении выше

второго этажа, поэтому установка в зданиях ниже третьего этажа будет нецелесообразна, так как клапан не будет обеспечивать нормативный воздухообмен. Принцип работы клапана избыточного давления основан на инфильтрации. Инфильтрация – это приток свежего воздуха через неплотности в строительных конструкциях. Зимой уличный воздух имеет более низкую температуру и устремляется в помещение. Приток воздуха в помещение усиливает тягу в вытяжных каналах и отработанный воздух удаляется.

Оконный приточный клапан является наиболее распространенным решением для вентиляции воздуха в многоквартирных домах. Все приточные клапаны этого типа монтируются в уже поставленные окна, непосредственно в оконную раму. Устройство клапана направляет холодный воздух вверх, где тот перемешивается с теплым, благодаря этому температура в помещении претерпевает незначительные изменения [4]. Среди преимуществ оконного клапана выделяют защиту от сквозняков, первичную фильтрацию, а также эффективность проветривания. Работает оконный клапан по такому же принципу, что и клапан избыточного давления.

Стеновой приточный клапан – альтернативная замена оконного клапана при отсутствии возможности монтажа в профиль окна. Стеновые клапаны монтируются в наружные стены и имеют множество модификаций, таких как вентиляторы, нагреватели воздуха, датчики влажности и т. п. В основном стеновые клапаны состоят из трех основных компонентов: воздуховода, наружной вентиляционной решетки и внутреннего корпуса [5]. Преимущество стенового клапана заключается в обеспечении нормативного воздухообмена, значительной фильтрации, а также способностью автоматической регулировки воздуха. Стеновой приточный клапан принудительного типа работает за счет установленного вентилятора, который нагнетает наружный воздух. Несколько режимов работы вентиляторов позволяют регулировать объем приточного воздуха.

Исходя из вышеописанного материала, можно сделать вывод о том, что выбор приточного устройства зависит от этажности, расположения, конструктивных особенностей здания и климата местности. Так, например, использование клапана избыточного давления нецелесообразно при теплом климате и малой этажности здания. Установка приточного оконного клапана в здании разложенного в городской среде существенно повысит уровень шума в помещении. В теплом климате он также будет работать менее эффективно. Стеновое приточное устройство имеет перспективы на эффективную работу в условиях теплого климата за счет наличия вентиляторов и возможности

обеспечения шумоизоляции с минимизацией теплопотерь с существенным недостатком, а именно высокой стоимости. В конечном счете выбор приточных устройств зависит от совокупности исходных данных и поставленной цели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алькина А.Д. Характеристики приточных клапанов / А.Д. Алькина // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 92-9. – С. 16-20. – DOI 10.18411/trnio-12-2022-407. – EDN AWTDDWW.

2. Нагорная С.Д. Газовое оборудование в быту – риск отравления угарным газом / Нагорная С.Д., Попов Е.Н., Суслов Д.Ю. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2024. №5. С. 46–54. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-9-5-46-54

3. Ярков И.Д. Анализ видов систем вентиляции / И.Д. Ярков, Д.Г. Титков // Дневник науки. – 2018. – № 9(21). – С. 10. – EDN YASOCD.

4. Сабиров И.Д. Использование приточных клапанов / И.Д. Сабиров // Концепция развития и эффективного использования научного потенциала общества: Сборник статей Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Калуга, 19 мая 2020 года. Том Часть 1. – Калуга: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2020. – С. 78-81. – EDN FNRMZR.

5. Летушко В.Н. Естественная вентиляция помещений приточными воздушными клапанами / В.Н. Летушко, М.И. Низовцев, А.Н. Стерлягов // Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий: Сборник докладов III Всероссийской научной конференции с международным участием, Новосибирск, 21–23 марта 2017 года. – Новосибирск: Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, 2017. – С. 129-136. – EDN ZPIOB.

Крикунова К.О., Паньков С.Е.

*Научный руководитель: Елистратова Ю.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ В ЖИЛЫХ ДОМАХ

Обеспечение комфортного и безопасного микроклимата в лечебно-профилактических учреждениях является одной из ключевых задач современного проектирования [6]. Особую сложность представляет размещение медицинских организаций в многоэтажных жилых зданиях, что требует комплексного подхода к проектированию систем вентиляции и кондиционирования.

В первую очередь необходимо учитывать нормативные требования, предъявляемые к лечебно-профилактическим учреждениям, расположенным в многоквартирных домах. Стоит отметить, что не все виды медицинских организаций разрешены законодательством к размещению в жилых зданиях. Согласно [1] не допускается размещение организаций, оказывающих медицинскую помощь по профилям «Инфекционные болезни», «Фтизиатрия» и «Наркология», так же не допускается размещение микробиологических лабораторий, а отделение магнитно-резонансной томографии нельзя располагать в помещениях, смежных с жилыми (квартирами).

Проектирование систем вентиляции в лечебных учреждениях должно учитывать необходимость обеспечения как естественного, так и механического воздухообмена. Естественная вентиляция, хотя и проста в реализации, зачастую недостаточна для поддержания необходимого уровня качества воздуха. Поэтому механические системы, например такие как приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла, становятся необходимыми.

Самым важным моментом при проектировании является то, что система вентиляции производственных помещений лечебно-профилактических организаций, размещенных в жилых зданиях, должна быть отдельной от вентиляции жилого дома. Это необходимо для предотвращения распространения патогенных микроорганизмов в жилые помещения. В некоторых случаях, допускается присоединение приточно-вытяжной вентиляции общественных помещений, не

имеющих вредных выбросов, например холла или приемной, к общей вытяжной системе жилого здания.

При разработке систем микроклимата необходимо учитывать внешние климатические факторы, такие как температура, влажность и уровень загрязнения воздуха. Важно проводить детальные исследования микрорайона, в котором расположено здание, для выявления потенциальных источников загрязнения и формирования правильной стратегии фильтрации приточного воздуха. Согласно [2] и [3], необходимо обеспечить высокий уровень очистки, используя фильтры класса F7 и выше, для предотвращения попадания загрязненного воздуха. Особенно это важно в помещениях с повышенными требованиями, например процедурные кабинеты и палаты.

Необходимо обращать внимание и на фильтрацию удаляемого воздуха, так как именно она играет ключевую роль в обеспечении безопасности не только пациентов и медицинского персонала, но и жильцов дома, в котором располагается организация. Стоит рассмотреть не только применение фильтров очистки, но и фильтров для удаления запахов.

Еще одним важным аспектом является то, что близость к жилым помещениям создает дополнительные требования к уровню шума. Соблюдение санитарных норм может представлять значительную проблему в связи с несколькими факторами одновременно:

- Медицинское оборудование, применяемое для лечения и диагностики, может быть шумным;
- Для обеспечения необходимого воздухообмена могут потребоваться мощные установки;
- Разговоры и действия сотрудников и пациентов создают шум, важно обратить внимание на интенсивность посещения помещений;
- Архитектурные особенности планировки и недостаточная шумоизоляция способны привести к повышению уровня шума.

Системы вентиляции и кондиционирования должны быть спроектированы с учетом минимизации уровня шума. Использование звукоизолирующих материалов и правильное расположение оборудования позволяют снизить акустическое воздействие на пациентов, персонал и жильцов дома.

Количество пациентов и персонала в помещениях определяет нагрузочные режимы эксплуатации систем. Пиковые нагрузки приходятся на определенное время, например утренние и вечерние часы приемов, и зависят от специфики учреждения. В это время потребность в вентиляции и кондиционировании значительно возрастает, что

требует от систем быстрой адаптации для поддержания комфортных условий микроклимата. Когда пиковые нагрузки падают, например ночью, системы могут работать в более экономичном режиме, что позволяет оптимизировать энергозатраты и снизить уровень шума.

Одной из самых острых и трудно решаемых задач при проектировании систем вентиляции и кондиционирования лечебно-профилактических учреждений, располагающихся в жилых домах, является ограничение возможности размещения оборудования из-за недостаточного количества пространства. Так же могут ограничивать существующие инженерные системы и коммуникации. Необходимо тщательное и комплексное планирование пространства.

Проектирование систем обеспечения микроклимата в лечебно-профилактических учреждениях, расположенных в многоквартирных жилых зданиях, требует комплексного подхода и учета множества факторов. Необходимо также проводить регулярные мониторинги состояния микроклимата, чтобы оперативно реагировать на изменения и обеспечивать комфортные условия для пациентов и персонала и безопасные условия для проживающих жилого дома.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление от 24 декабря 2020 года N 44 Об утверждении санитарных правил СП 2.1.3678-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг" [Электронный ресурс]— URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения: 22.10.2024).

2. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 10 июня 2010 г. № 64 "Об утверждении СанПиН 2.1.2.2645-10" [Электронный ресурс] — URL: <https://www.garant.ru> (дата обращения: 22.10.2024).

3. ГОСТ Р 59972-2021 Системы вентиляции и кондиционирования воздуха общественных зданий. Технические требования [Электронный ресурс] — URL: <https://www.abok.ru> (дата обращения: 22.10.2024).

4. Разъяснения о возможности использования помещений для осуществления медицинской деятельности в жилых зданиях [Электронный ресурс] — URL: <https://77.rospotrebnadzor.ru> (дата обращения: 24.10.2024).

5. Особенности размещения медицинских организаций в жилых зданиях [Электронный ресурс] — URL: <https://www.cge58.ru> (дата обращения: 24.10.2024).

6. Ильина Т.Н. Математическое моделирование распределения вентиляционных воздушных потоков в больничной палате // Т.Н. Ильина, А.Ю. Феоктистов, И.В. Дивиченко, В.И. Дивиченко / Вестник Белгородского Государственного Технологического Университета им. В.Г. Шухова, 2008, №2. с. 31-34.

УДК 697.317.2

Новиков К.И.

*Научный руководитель: Ильина Т.Н., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ: ЭФФЕКТИВНОЕ И ЭКОЛОГИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ

В мире, где энергия становится все более ценным ресурсом, а изменение климата является неотложной проблемой, поиск экологически чистых и эффективных решений становится первостепенной задачей. Тепловые насосы – это технология, которая может стать ключевым элементом в переходе к устойчивой энергетике.

Эти устройства, работающие на принципе теплового цикла, извлекают тепло из окружающей среды – воздуха, земли или воды – и переносят его в помещение для обогрева или охлаждения. По сравнению с традиционными системами отопления и охлаждения, тепловые насосы значительно более энергоэффективны, потребляя в 35 раз меньше энергии для получения того же количества тепла.

«Тепловой насос – это установка для переноса теплоты от более холодного теплоносителя к более горячему за счет подвода внешней энергии или затраты работы. Тепловые насосы используются для выработки теплоты в системах централизованного и индивидуального отопления и горячего водоснабжения. Они более экономичны и безопасны, чем котлы на газовом или твердом топливе и поэтому являются хорошей альтернативой для систем индивидуального теплоснабжения многоквартирных жилых домов и коттеджей» [1].

Тепловые насосы извлекают тепловую энергию из окружающей среды и переносят ее в помещение. Принцип работы полностью схож с обычным бытовым холодильником.

Тепловой насос работает на принципе закрытого охлаждающего контура. Тепло на одной стороне забирается а на другой отдается. Холодильник отбирает тепло внутри и отдает его с помощью конденсатора на своей задней внешней стороне. Желаемый эффект в данном случае — снижение температуры внутри холодильника. Незначительный обогрев помещения, в котором находится оборудование — неизбежное следствие. Тепловой насос вместо продуктов, которые находятся в холодильнике, охлаждает наружный воздух, землю или подземную воду. Тепло, отобранное таким способом, передается в отопительную систему. Желаемый эффект в этом случае — повышение температуры.

Практически получается так, что материю (землю, воздух или воду) мы охлаждаем на несколько градусов —отбираем тепло, а эту энергию используем для подогрева иной материи (вода в бассейне, ГВС, вода для отопления) на несколько градусов °С. Например, охлаждаем землю на отапливаемой площади возле дома с 10 °С на 5 °С, а тепловой насос обеспечивает подогрев отопительной воды с 40 °С на 45 °С. Солнце, совместно с энергией, аккумулированной в земле вблизи участка обеспечит восполнение энергии, отобранной из земли в короткие сроки.

Процесс извлечения и преобразования тепловой энергии включает следующие этапы:

1. Испарение: Хладагент в жидком состоянии поглощает тепло из источника(воздуха, воды или земли) и переходит в газообразное состояние.
2. Сжатие: Газообразный хладагент сжимается компрессором, в результате чего повышается его температура и давление.
3. Конденсация: Горячий газ проходит через конденсатор, где отдает тепло в систему отопления, конденсируясь обратно в жидкость.
4. Дросселирование: Охлажденный хладагент снова поступает в испаритель, и цикл повторяется.

Основные типы тепловых насосов: Воздушные тепловые насосы (ВТП)

Тепловой насос «воздух-воздух» — один из наиболее эффективных и надежных видов альтернативного отопления жилых и коммерческих помещений. Представляет собой усовершенствованную инверторную сплит-систему, забирает тепло прямо из воздуха и передает его в помещение.

Преимущества:

- простота установки
- меньшие затраты на обслуживание

Недостатки:

-эффективность уменьшается при низких температурах (ниже -5 С)

Геотермальный (земляной) тепловой насос-это низкие эксплуатационные затраты, отменные показатели безопасности и надежности выводят данный тип устройств в лидеры продаж на европейских рынках. Установка агрегата позволяет полностью отказаться от использования газовых и электрических котлов и обеспечить, не только обогрев помещений, но и бесперебойную подачу горячей воды. При современных ценах на газ и электроэнергию, экономичные теплонасосы типа «грунт-вода» являются выгодной инвестицией в будущее. Используют тепло, накопленное в земле.

Основное влияние на процесс теплопередачи тепла оказывают влажность грунта, наличие пустот и пор, теплопроводность грунтов, а так же материал зондов. Эти факторы необходимо предварительно исследовать для каждого случая применения теплонасосной системы [1].

Преимущества:

-высокая эффективность

-стабильная температура грунта (постоянство температуры)

Недостатки:

-высокая стоимость установки из-за необходимости бурения

Водяной (акватермальный) тепловой насос – это устройство, которое использует тепловую энергию из водоемов (реки, озера, подземные воды) для отопления и горячего водоснабжения или охлаждения помещений. Этот вид тепловых насосов является одним из самых эффективных, особенно в условиях, где доступны стабильные источники воды.

Вода в водоемах является оптимальным источником тепловой энергии, так как обеспечивает максимальный теплообмен между системами теплового насоса [2].

Преимущества:

-Стабильный источник тепла: температура подземных вод и водоемов остается относительно постоянной, что делает систему менее зависимой от внешних климатических условий.

-Экологичность: использование возобновляемого источника энергии способствует снижению выбросов CO₂ и уменьшению углеродного следа.

-Многофункциональность: водяные тепловые насосы могут использоваться как для отопления, так и для охлаждения помещений, а также для подогрева воды.

Недостатки:

-Зависимость от наличия водного источника: следует учитывать наличие подходящего водоема или источника подземных вод. Пространственные и экологические ограничения могут ограничивать установку.

-Начальные затраты: установка может потребовать значительных первоначальных инвестиций, особенно в случаях с глубинными скважинами или специальными сооружениями.

-Сложности в установке и обслуживании: Необходима профессиональная установка и регулярное техническое обслуживание, чтобы гарантировать эффективность и долговечность.

-Необходимость соблюдения водных норм: Нужно учитывать местные экологические и водные нормы, что может усложнять процесс получения разрешений.

Тепловые насосы (ТН) активно применяются во множестве сфер благодаря своей эффективности, экологичности и универсальности. Их использование охватывает как жилые, так и коммерческие и промышленные объекты. Рассмотрим более подробно основные области применения тепловых насосов.

В жилищном строительстве тепловые насосы могут обеспечивать как отопление, так и охлаждение в жилых домах. Их энергия для работы извлекается из наружного воздуха, воды или земли. Они являются экономически эффективной альтернативой традиционным системам отопления, особенно в регионах с мягким климатом.

Тепловые насосы также могут использоваться для подогрева воды, обеспечивая эффективное и стабильное горячее водоснабжение без необходимости использования энергии из ископаемых источников. В коммерческих зданиях тепловые насосы обеспечивают комфортные условия работы как в холодное, так и в теплое время года. Теплонаносные установки многофункциональны. Они могут не только обогревать дом, но и создавать в нем приятную прохладную атмосферу в летний зной, а также выделять отдельный контур, подогревая воду для бытовых нужд [3].

В магазинах и торговых центрах ТН обеспечивают поддержание необходимого микроклимата для хранения товаров, особенно скоропортящихся, таких как продукты питания и косметика.

Во многих отраслях тепловые насосы могут использоваться для обогрева или охлаждения производственных помещений. Это особенно актуально для процессов, требующих поддержания определенной температуры, например в текстильной, пищевой и фармацевтической промышленности.

В крупных промышленных объектов тепловые насосы могут служить источником кондиционирования воздуха, поддерживая комфортные условия для работников.

Тепловые насосы могут взаимодействовать с системами солнечных панелей, создавая эффективную интегрированную систему отопления и охлаждения.

Современные технологии управления позволяют интегрировать тепловые насосы в системы «умного» дома, что повышает их эффективность и позволяет оптимизировать потребление энергии в зависимости от потребностей жильцов.

Тепловые насосы имеют широкий спектр применения и оказываются эффективными в самых разных условиях. Их способность использовать возобновляемые источники энергии делает их важным элементом устойчивого развития и борьбы с изменением климата. С учетом постоянного развития технологий, предполагается, что использование тепловых насосов будет продолжать расти в различных секторах экономики, приносить выгоду как в экономическом, так и в экологическом аспектах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубаев, П.А. Тепловые насосы: учеб. пособие / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 143 с.
2. Ильина, Т.Н., Мухамедов, Р.Ю. Перспективы использования тепловых насосов в системах отопления малоэтажных жилых домов Белгородской области / Т. Н. Ильина, Р. Ю. Мухамедов // Вестник БГТУ им В.Г. Шухова. — 2009. — № 3. — С. 157-161.
3. Гущин С.В., Семенов А.С., Шень Ч. Мировые тенденции развития энергосберегающих технологий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. №5. С. 31-43.

УДК 796.085

Палиенко Н.И.

*Научный руководитель: Рязанцев О.А. доц., канд. техн. наук.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ЗДАНИЯ. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Автоматизация проектирования в гражданском строительстве уже давно перестала быть чем-то новым и является неотъемлемой частью современного строительного процесса. Она значительно повышает производительность и облегчает выполнение многих сложных задач, связанных с проектированием объектов. В последние десятилетия развитие компьютерных технологий и специализированного программного обеспечения сделало возможным автоматизацию различных аспектов проектирования. Благодаря этому, современные проекты стали разрабатываться быстрее, с большей точностью и с меньшим количеством ошибок. Технологический прогресс позволил усовершенствовать процесс на каждом его этапе, предоставив инженерам и архитекторам мощные инструменты для работы.

Однако по мере усложнения проектов возникают проблемы, связанные с тем, что не все возможные последствия автоматизированных решений могут быть предсказаны заранее. Это особенно актуально в свете современных вызовов, таких как изменение климата. В этой статье проводится исследование применения автоматизации в проектировании гражданских объектов, с особым акцентом на оценку энергоэффективности зданий.

За последние 40 лет компьютерное оборудование и программное обеспечение для проектирования значительно улучшились, что позволило существенно повысить степень автоматизации различных инженерных и архитектурных процессов [1]. Переход строительной отрасли на цифровые технологии способствует развитию автоматизированных приложений для проектирования, что делает процесс более организованным и ускоряет его выполнение [2]. Однако существуют определенные аспекты проектирования, которые до недавнего времени считались исключительно компетенцией инженеров и не поддавались автоматизации. Эти задачи требуют не только сложных числовых расчетов, но и эвристических методов решения, что делает их особенно трудными для программирования. Современные

информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) открывают новые возможности для решения этих проблем [3]. Тем не менее, ранние этапы проектирования, особенно в архитектурных и строительных проектах, остаются слабо автоматизированными и требуют значительного участия человека, что делает процесс более длительным и трудоемким [4]. С учетом революционных изменений в области ИКТ, а также с усилением внимания к проблемам изменения климата, современные архитекторы, инженеры и владельцы объектов недвижимости проявляют все больший интерес к цифровым моделям, которые охватывают весь жизненный цикл зданий, их устойчивость и энергетическую эффективность. Это направление, вероятно, станет ключевым элементом будущей автоматизации строительных процессов.

Повышение точности и производительности на всех стадиях строительства будет играть важную роль в будущем развитии автоматизации. Автоматизация процессов проектирования уже сейчас позволяет существенно сократить участие человека и минимизировать количество ошибок, что особенно важно на этапах, связанных с расчетами. Программные решения способны полностью устранить многие ошибки, возникающие при ручном проектировании, а высокая скорость вычислений делает возможным выполнение большого количества итераций, что значительно расширяет возможности для оптимизации решений, которые ранее были недоступны. Быстрое проведение расчетов и моделирование различных сценариев позволяют создавать более эффективные и инновационные конструкции, что положительно сказывается на производительности и качестве конечного продукта.

Компьютерное моделирование позволяет исследовать широкий спектр возможных решений, что способствует созданию более эффективных и креативных конструкций. В последние годы эти возможности расширились благодаря более мощным вычислительным системам и совершенствованию программного обеспечения, что позволило значительно увеличить объемы автоматизированного проектирования [5]. Автоматизация в строительной отрасли становится все более комплексной, охватывая новые аспекты проектирования и производства.

В последнее десятилетие энергетика обеспечивала рост благосостояния в мире примерно в равных долях за счет увеличения производства энергоресурсов и улучшения их использования и в развитых странах меры по энергосбережению давала 60 - 65% экономического роста. Помимо промышленных загрязнений в России

на сегодняшний день остро встает вопрос об утилизации бытовых отходов. Так как места складирования мусора переполнены, а ущерб, который они приносят окружающей среде непоправимый. [5] В результате энергоемкость национального дохода уменьшилась за этот период в мире на 18% и в развитых странах - на 21 - 27%. Не случайно коренное повышение энергетической эффективности экономики (системных мер по энергосбережению) является центральной задачей Энергетической стратегии России. Энергетическая стратегия предусматривает интенсивную реализацию организационных и технологических мер экономии топлива и энергии, т.е. проведения целенаправленной энергосберегающей политики. Для этого Россия располагает большим потенциалом организационного и технологического энергосбережения. Реализация освоенных в отечественной и мировой практике организационных и технологических мер по экономии энергоресурсов способна к 2020 году уменьшить их расход в стране на 40 - 48% или на 360 - 430 млн. т. у. т. в год. Около трети потенциала энергосбережения имеют отрасли ТЭК, другая треть сосредоточена в остальных отраслях промышленности и в строительстве, свыше четверти - в коммунально-бытовом секторе, 6 - 7% - на транспорте и 3% - в сельском хозяйстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации. Изд-во Министерство экономического развития Российской Федерации. Москва. 2020. С. 5
2. Технологическое развитие отраслей экономики. Изд-во Федеральная служба государственной статистики. 2018. С. 59
3. Цыбатов В.А. Экономический рост как важнейший фактор снижения энергоемкости валового регионального продукта // Экономика региона. 2020. Т. 16, вып. 3. С. 739-753.
4. Анализ возобновляемых источников энергии на 2021 год и прогноз до 2026 года. Международное энергетическое агентство. 2021 год. С. 233
5. Губарева В.В. Утилизация твердых бытовых отходов - одна из актуальных проблем современности // Научные технологии и инновации: эл. сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. – Ч. 8. – С. 7-11.

*Питинова Д.С., Комов Д.Д., Засыпкина А.М.
Научный руководитель: Суслов Д.Ю., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОБЗОР ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ЗАГАЗОВАННОСТИ

Горючие газы играют важную роль в жизни человека, поскольку они широко используются в промышленности и в бытовых целях. Для комфортной жизни люди используют в помещениях природный газ, или как его ещё называют бытовой для отопления помещений, приготовления пищи и газовых колонок. Природный газ не является токсичным газом, но он взрывоопасен. При неполном окислении природного газа образуется недоокисленный монооксид углерода (СО), который является причиной отравлений во всем мире [1]. СО – это газ без запаха, вкуса и цвета, поэтому обоняние человека, которое направлено на предупреждение о потенциальных опасностях находящихся в воздухе, не способно почувствовать угарный газ [2]. С целью предотвращения рисков отравления угарным газом применяют датчики загазованности [3].

В начале 1920-х годов люди стали использовать в качестве газовых датчиков канареек, которые являются чувствительны к метану, угарному газу и низким концентрациям O_2 в шахтах. Но уже в 1953 годах Брэттен и Бардин открыли, что германий (Ge) [4] чувствителен к газам, так и появился первый полупроводник, который использовали в качестве чувствительного к газам материала. Полупроводники могут быть двух типов: n и p. Материал является полупроводником n-типа, если в его структуре генерируются свободные электроны и p-типа если в его структуре образуются электронные «дырки» [5]. С развитием технологий такие полупроводники стали применять в датчиках загазованности. Одним из патентов на изобретение того времени стал датчик загазованности воздуха, содержащий полупроводниковый преобразователь, состоящий из монокристаллического p-кремния [6].

В настоящее время полупроводниковые оксиды металлов n-типа (SnO_2 , ZnO , TiO_2 , WO_2 , $\alpha-Fe_2O_3$) и в меньшей степени p-типа (CuO , NiO , Cr_2O_3 , Co_3O_4), а также сложные оксиды как перовскиты и шпинели уже хорошо изучены [7]. Синтез полупроводников для датчиков загазованности преимущественно осуществляют при помощи методов электроосаждения, химического осаждения из газовой фазы и золь-гель

синтеза. Преимуществом полупроводников является способность определять широкий диапазон газов, низкая стоимость и доступность реализации технологий синтеза. Основным недостатком является низкая чувствительность к малым концентрациям газов.

Еще одним из видов датчиков загазованности служит датчик с одиночными нанопроволоками (NW) [8]. Наноразмерные материалы имеют большую эффективную площадь действия, уменьшенный сенсор снижает энергопотребление, ускоряет нагрев, упрощает интеграцию с небольшими чипами и их производство. Резистивный металлооксидный датчик использует поверхностные химические реакции и последующие изменения в проводимости (изменение плотности электронов в зоне проводимости или «дырок» в валентной зоне) для определения наличия газа. В качестве резистивного датчика используется одна нанопроволока оксида олова (SnO_2), которая выращивается методом химического осаждения из газовой фазы и используется в качестве мостиков для соединения с металлическими электродами. При разности температур можно получить 5 сигналов, которые будут формировать тепловой отпечаток каждого конкретного газа, который может присутствовать в измерительной камере. Применив фрагмент кода к полученный отпечаткам, система опознает, какой газ присутствует в камере и оценить концентрацию газа. В данной статье [9] провели опыт, где применили тепловой градиент к одиночному нанопроводу и объединили его отклики при 5 рабочих температурах и смогли выявить 7 различных газов, таких как ацетон, аммиак, угарный газ, этанол, водород, диоксид азота и толуол. Чувствительность и точность составили 94,3%. Исходя из этого можно сделать вывод, что классификация прошла успешно, как и количественная оценка газа.

Известны датчики на основе композитов C-S (наноструктурированные мезопористые композиционные материалы на основе углерода и серы) [10]. Для газовых датчиков требуется оптимальная толщина оболочки, например, для выявления таких газов как угарного газа и бензола (CO , C_6H_6) требуемая длина составляет 35 нм, что сопоставимо с длиной Дебая (λ_D) для оксида цинка (ZnO). Для оболочек ZnO , толщина которых меньше $\lambda_D \text{ZnO}$, все электроны были полностью истощены и в присутствии газов CO и C_6H_6 высвободившиеся электроны значительно изменяют сопротивление датчика. Для оболочек, толщина которых меньше λ_D , поскольку объём оболочки значительно меньше общего объёма C-S нанопроводов, незначительные изменения сопротивления не оказывают существенного влияния на отклик датчика. Кроме того, для толстых оболочек только часть оболочки подвергается воздействию колебаний

сопротивления в атмосфере воздуха и целевого газа, что приводит к низкой чувствительности газового датчика.

Таким образом, проведя анализ описанного материала, можно сказать о высоком исследовательском интересе к датчикам загазованности, который подкрепляется высоким спросом на такое оборудование во многих областях человеческой деятельности. Развитие данного направления и открытие новых материалов и методов определения концентрации газов в окружающей среде может быть одной из причин роста качества жизни человека за счет мониторинга микроклимата. Сдерживающим фактором, однозначно, является сложность процессов получения материалов чувствительных к газам и систем способных фиксировать эти реакции. Однако, с улучшением базовых характеристик, а именно чувствительности, стабильности, избирательности и стойкости датчика. В купе со снижением его стоимости. за счет оптимизации производственных процессов может вырасти рынок с большим объемом комбинаций и видов систем обнаружения газов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hammond S. Carbon monoxide poisoning / S. Hammond, J.A. Phillips // *Workplace Health & Safety*. – 2019. – Т. 67. – №. 1. – С. 47-48.
2. Нагорная С.Д. Газовое оборудование в быту – риск отравления угарным газом / С.Д. Нагорная, Е.Н. Попов, Д.Ю. Суслов // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2024. №5. С. 46–54. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-9-5-46-54
3. Mirzaei A. Resistive gas sensors based on metal-oxide nanowires / A. Mirzaei, J.-H. Lee, S. M. Majhi, M. Weber, M. Bechelany, H. W. Kim, S. S. Kim // *Journal of Applied Physics*. – 2019. – Т. 126. – №. 24.
4. Brattain W.H. Surface properties of germanium / W.H. Brattain, J. Bardeen // *The Bell System Technical Journal*. – 1953. – Т. 32. – №. 1. – С. 1-41.
5. Shockley W. The Theory of p-n Junctions in Semiconductors and p-n Junction Transistors / W. Shockley // *Bell system technical journal*. – 1949. – Т. 28. – №. 3. – С. 435-489.
6. Авторское свидетельство № 1029061 А1 СССР, МПК G01N 27/02. Датчик загазованности воздуха: № 3241823; заявл. 26.01.1981; опубл. 15.07.1983 / О.А. Галушка, Б.Н. Андрущенко, И.И. Попов, О.Г. Репин, В.Г. Удовицкий; заявитель Харьковское высшее военное командное училище им. маршала советского союза Крылова Н. И.
7. Nikolic M.V. Semiconductor gas sensors: Materials, technology,

design, and application / M.V. Nikolic, V. Milovanovic, Z.Z. Vasiljevic, Z. Stamenkovic // Sensors. – 2020. – Т. 20. – №. 22. – С. 6694.

8. Tonezzer M. Size-dependent response of single-nanowire gas sensors / M. Tonezzer, N.V. Hieu // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2012. – Т. 163. – №. 1. – С. 146-152.

9. Tonezzer M. Selective gas sensor based on one single SnO₂ nanowire / M. Tonezzer // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2019. – Т. 288. – С. 53-59.

10. Kim J.H. Optimum shell thickness and underlying sensing mechanism in p–n CuO–ZnO core–shell nanowires / J.H. Kim, A. Katoch, S. S. Kim // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2016. – Т. 222. – С. 249-256.

УДК 697.922

Старченко С.Ф.

Научный руководитель: Шеремет Е.О., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

«ЗЕЛЕНОЕ» СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

Усиливающаяся тенденция урбанизации во всем мире заставляет обратить внимание на экологически безопасные методы строительства для решения проблем, связанных с воздействием на окружающую среду, и повышения энергоэффективности. Целью данной статьи является всесторонний анализ интеграции BIM-технологий с экологичными методами строительства, особенно в контексте энергоэффективного жилья. Основные задачи этой статьи: изучение критериев и значимости стандартов BREEAM и LEED, выяснение роли BIM-технологий в поддержке процессов сертификации, а также оценку конкретных примеров экологически устойчивых строительных проектов в России.

Стоит начать с того, что в настоящее время 55 % населения мира проживает в городах, а к 2050 году эта доля, по прогнозам, увеличится до 68 %, давление на городскую инфраструктуру и ресурсы усиливается [1]. В ответ на это сектор АЕС все больше внимания уделяет экологичным методам строительства, чтобы смягчить воздействие на окружающую среду и повысить энергоэффективность. Растущий спрос на экологически устойчивые решения подчеркивает важность интеграции технологий информационного моделирования зданий

(BIM) в строительные процессы. BIM позволяет создавать подробные цифровые модели зданий и сооружений, способствуя оптимизации этапов проектирования, строительства и эксплуатации. В контексте энергоэффективного жилья BIM играет важную роль в анализе энергоэффективности, проведении энергетического моделирования и изучении альтернативных вариантов устойчивого проектирования. Используя технологии BIM, участники отрасли АЭС могут добиться большей эффективности, сократить потребление ресурсов и внести свой вклад в развитие более устойчивой среды строительства.

Перейдем к стандартам, BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) и LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) — это международно признанные рейтинговые системы для оценки экологических характеристик зданий. Несмотря на то, что оба стандарта преследуют схожие цели по продвижению экологичности в строительстве, они отличаются методологией сертификации и критериями оценки. Чтобы всесторонне понять нюансы каждого стандарта, необходимо разобраться в их соответствующих категориях оценки и системах рейтингов. Стандарт BREEAM служит комплексной основой для оценки экологических характеристик зданий по различным категориям и критериям. Критерии оценки BREEAM охватывают девять ключевых категорий, включая управление проектом, качество внутренней среды, энергопотребление, транспортную доступность, водопотребление, выбор материалов, уровень загрязнения, землепользование и утилизацию отходов [2]. Каждая категория включает в себя конкретные критерии, направленные на оценку устойчивости и воздействия строительных проектов на окружающую среду.



Рис.1 – Энергоэффективный проект «зеленого» строительства «Ривьера» в г. Москва

Сертификат BREEAM выдается на основании рейтинговой системы, состоящей из пяти уровней: «прошел», «хорошо», «очень хорошо», «отлично» и «выдающийся», при этом более высокие рейтинги указывают на превосходные экологические показатели. Являясь эталоном практики экологичного строительства, BREEAM играет важнейшую роль в продвижении устойчивого строительства и содействии принятию экологически безопасных стратегий проектирования и эксплуатации зданий во всем мире. Стандарт LEED же устанавливает строгие стандарты для оценки экологических характеристик зданий, уделяя особое внимание энергоэффективности, инновациям и социальным аспектам. Процесс сертификации LEED включает в себя семь ключевых категорий оценки, в том числе выбор участка, эффективность использования воды, энергопотребление, материалы и ресурсы, качество внутренней среды, региональный приоритет и инновации в дизайне [2]. Каждая категория состоит из конкретных критериев, направленных на оценку устойчивости и воздействия строительных проектов на окружающую среду. В отличие от других систем сертификации, сертификация LEED отличается комплексным и многогранным подходом, который затрагивает различные аспекты проектирования, строительства и эксплуатации зданий. Уровни сертификации LEED варьируются от сертифицированного, серебряного, золотого до платинового, причем более высокие уровни свидетельствуют о превосходных экологических характеристиках и следовании практикам устойчивого строительства.

Интеграция BIM с процессами сертификации экологически чистых зданий, такими как BREEAM и LEED, дает многочисленные преимущества с точки зрения визуализации, управления документацией, выбора материалов и снижения затрат. BIM позволяет заинтересованным сторонам создавать подробные цифровые модели зданий, обеспечивая комплексную визуализацию проекта на протяжении всего его жизненного цикла. Такое визуальное представление облегчает изучение альтернативных вариантов энергоэффективного проектирования и позволяет анализировать стратегии моделирования энергопотребления и отопления. BIM также оптимизирует документооборот, централизуя информацию о проекте и облегчая совместную работу участников проекта [3]. Благодаря BIM заинтересованные стороны могут эффективно управлять требованиями к документации BREEAM и LEED, обеспечивая соответствие стандартам экологической сертификации. Помимо этого, BIM способствует выбору экологически чистых материалов, предоставляя инструменты для оценки свойств материалов, критериев устойчивости

и воздействия на жизненный цикл. Заинтересованные стороны могут использовать BIM для сравнения различных вариантов материалов на основе их энергоэффективности, тепловых характеристик и экологического следа — это позволяет принимать обоснованные решения по выбору материалов, способствующих повышению энергоэффективности и устойчивости здания. Однако, несмотря на многочисленные преимущества, внедрение BIM может столкнуться с проблемами и ограничениями в контексте экологичного строительства. Одной из таких проблем является необходимость специальных знаний и обучения для эффективного использования программного обеспечения BIM для энергетического моделирования и анализа. Проблемы совместимости между различными платформами BIM и программными приложениями могут препятствовать бесперебойному сотрудничеству и обмену данными между участниками проекта. Точность и надежность результатов энергетического моделирования, полученных с помощью инструментов BIM, может зависеть от качества исходных данных и допущений, сделанных в процессе моделирования. Это может потенциально повлиять на точность прогнозов энергетических показателей и эффективность стратегий отопления и теплоснабжения при проектировании пассивных домов. Первоначальные инвестиции, необходимые для внедрения BIM, включая лицензии на программное обеспечение, обучение и инфраструктуру, могут стать финансовым барьером для некоторых заинтересованных сторон, особенно для небольших компаний или проектов с ограниченным бюджетом. Сложность рабочих процессов BIM и кривая обучения, связанная с ее внедрением, могут привести к проблемам с производительностью и задержкам в реализации проектов, если не принять соответствующих мер [4].

При рассмотрении примеров экологичного строительства в России бизнес-центры Ducat Place III и Japan House выделяются своим соответствием стандартам BREEAM и интеграцией технологий BIM. Эти проекты демонстрируют такие экологичные характеристики, как энергоэффективный дизайн, использование экологичных материалов и инновационные методы строительства, реализованные с помощью BIM. Однако при получении сертификата BREEAM возникают сложности, связанные с необходимостью тщательного документирования и проверки, а также обеспечения постоянного соответствия критериям экологической эффективности. Аналогичным образом, в примере апартаментов HILL8 подчеркиваются первоклассные экологические характеристики, включая энергосберегающие технологии и экологически чистые материалы. Использование BIM в процессе

строительства способствует точному моделированию энергопотребления и стратегий отопления, что вносит свой вклад в соответствие проекта стандартам устойчивого развития. Проблемы, связанные с внедрением энергоэффективных решений, могут включать в себя более высокие первоначальные затраты, связанные с «зелеными» технологиями, а также необходимость наличия специальных знаний в области устойчивого проектирования и строительства. Экологичный проект торгово-развлекательного центра «Ривьера» является примером инновационного использования BIM-технологий для получения сертификата BREEAM. Проект демонстрирует приверженность принципам устойчивого развития благодаря таким характеристикам, как эффективные энергетические системы, использование материалов, пригодных для вторичной переработки, и оптимизация качества внутренней среды. Проблемы интеграции BIM в процесс сертификации могут включать вопросы совместимости данных и сложности координации работы многопрофильных проектных групп.

Эти примеры демонстрируют потенциал экологичного строительства в России, но также подчеркивают важность решения таких проблем, как стоимость, техническая сложность и соответствие нормативным требованиям. Эффективное использование BIM-технологий и приоритет принципов устойчивого проектирования позволят заинтересованным сторонам преодолеть эти проблемы и продвинуть внедрение экологических методов строительства для достижения целей устойчивого развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Старченко С.Ф., Шеремет Е.О. Анализ программных продуктов для перехода от BIM к BEM-технологиям энергомоделирования. Научно-технические инновации (XXV научные чтения). Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгород, 2023. С. 62-64.

2. Самойлова, Н.А. Международный стандарт оценки воздействия на среду жизнедеятельности BREEAM Communities (градостроительство) в России / Н.А. Самойлова // Вестник МГСУ. – 2021. – Т. 16, № 9. – С. 1168-1181. – DOI 10.22227/1997-0935.2021.9.1168-1181. – EDN YCYYYG.

3. Льянов, Д.Р. Использование BIM-технологий для создания энергоэффективного будущего / Д.Р. Льянов // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 2(53). – С. 32. – EDN MVQKOU.

4. Иманкулов, А.Т. Особенности внедрения BIM-технологий в организацию / А.Т. Иманкулов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 22 (260). — С. 535-537. — URL: <https://moluch.ru>

УДК 697.922

Старченко С.Ф.

Научный руководитель: Шерemet Е.О., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ТЕХНОЛОГИЯ ПАССИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ДОМА

За последние десятилетия технология пассивных домов, или "passiv house", приобрела значительную популярность в сфере строительства и энергетики. Эта методика проектирования и возведения зданий основывается на максимальном использовании природных ресурсов для обеспечения комфортных условий проживания без применения активных систем отопления и кондиционирования воздуха [1]. Основные принципы пассивного дома включают высокоэффективное утепление, герметичность конструкции, эффективную вентиляцию с рекуперацией тепла, а также использование пассивных источников солнечной и тепловой энергии. В результате удается существенно снизить энергопотребление на отопление, вентиляцию и обогрев по сравнению с традиционными постройками. Такой подход не только позволяет значительно уменьшить затраты на энергоресурсы, но и снижает негативное воздействие на окружающую среду.

Пассивный дом - это здание, разработанное и построенное с учетом максимального использования природных ресурсов для поддержания комфортного внутреннего климата [2]. Основные принципы включают:

Теплоизоляция

1. Высококачественная теплоизоляция является ключевым аспектом пассивного дома. Она позволяет минимизировать теплопотери зимой и перегрев летом, создавая комфортное внутреннее пространство с минимальными затратами энергии на отопление и охлаждение.

Воздушная герметичность

2. Высокая степень герметичности необходима для эффективной работы пассивного дома. Это предотвращает потери тепла через щели и

трещины в стенах и крыше, сохраняя тепло внутри помещения и снижая энергопотребление.

Использование солнечной энергии

3. Один из главных принципов пассивного дома - максимальное использование солнечной энергии для обогрева помещений [3]. Это достигается благодаря правильному расположению окон, ориентации здания и использованию таких технологий, как солнечные коллекторы и тепловые насосы.

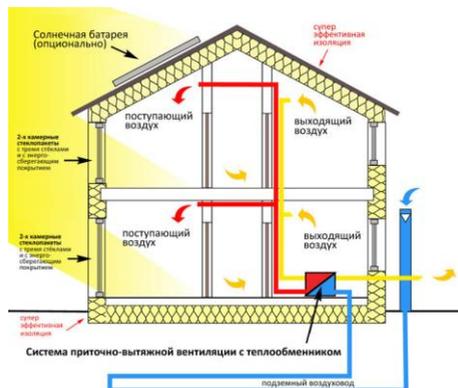


Рис.1 – Схема пассивного энергосберегающего дома

Для достижения эффективной теплоизоляции и герметичности в пассивных домах используются следующие строительные материалы и технологии:

Утеплители высокой плотности

1. Материалы, обладающие высокой теплоизоляционной способностью, такие как минеральная вата, пенополистирол и целлюлоза, применяются в стенах, полах и крыше, создавая непрерывный теплоизоляционный слой.

Воздушно-пароизоляционные пленки

2. Эти пленки устанавливаются в конструкции стен и потолков, предотвращая проникновение влаги и воздушных потоков, что обеспечивает герметичность здания.

Технологии вентиляции с рекуперацией тепла

3. В пассивных домах используются системы вентиляции с рекуперацией тепла, которые позволяют использовать тепло отходящего воздуха для предварительного нагрева поступающего воздуха.

Пассивные дома представляют собой инновационное решение для создания комфортного и энергоэффективного жилья. Их принципы основаны на эффективном использовании природных ресурсов и современных технологий, что позволяет минимизировать энергопотребление и снизить негативное воздействие на окружающую среду [4]. Развитие и популяризация пассивного домостроения играют важную роль в создании устойчивого будущего для городов и общества в целом.

Использование технологии пассивного дома значительно уменьшает энергопотребление на отопление, вентиляцию и обогрев, что приносит значительную экономию для владельцев. Однако успешная реализация этой концепции требует учета местных климатических условий и правильного выбора строительных материалов и технологий [5]. Важное значение имеет также корректная эксплуатация и регулярное обслуживание систем отопления, вентиляции и теплоснабжения, чтобы поддерживать высокую эффективность дома на протяжении всего его срока службы.

Таким образом, пассивные дома представляют собой перспективное направление в современном строительстве. Эти здания способны существенно способствовать устойчивому развитию и повышению качества жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Старченко С.Ф., Шеремет Е.О. Анализ программных продуктов для перехода от BIM к BEM-технологиям энергомоделирования. Научные технологии и инновации (XXV научные чтения). Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгород, 2023. С. 62-64.

2. Д.А. Хендерсон, Д.Р. Флейминг - "Пассивный дом: проектирование, строительство, эксплуатация" - 2020

3. Н.Н. Меньшов, В.А. Легкий - "Энергоэффективное строительство: проектирование, материалы, технологии" - 2021

4. Ю.А. Рудяк, А.И. Григорьев - "Энергосберегающее строительство и реконструкция: современные технологии и материалы" - 2020

5. Е.С. Чепурко, В.В. Новиков - "Пассивные технологии в строительстве" – 2022

*Ткач Л.В., Уваров А.В., Михайлов А.И.
Научный руководитель: Гольцов А.Б, д-р. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РАСХОДА ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ И АСПИРАЦИИ

В современном мире на многих производствах происходят технологические процессы, связанные с выбросом пыли, древесных, металлических опилок, а также других мелких частиц или газов, загрязняющих окружающую и рабочую среду. Для локализации данных загрязнений используется система аспирации, необходимость которой обусловлена требованиями по соблюдению санитарных норм чистоты воздуха, обеспечению безопасных и комфортных условий работы. Аспирация производственных цехов состоит из разветвленной системы трубопроводов, вспомогательных узлов, установок для очистки от загрязнений, регуляторов расхода воздуха.

Для обеспечения эффективной работы систем, стабилизации давления и оптимизации расхода воздуха, в системах аспирации и промышленной вентиляции используются регуляторы расхода воздуха, которые помогают поддерживать заданные параметры воздуха в помещении, предотвращая избыточный или недостаточный приток воздуха, что может негативно сказаться на производительности оборудования и качестве очищаемого воздуха.

Регуляторы адаптируют систему к изменяющимся условиям работы. Кроме того, использование регуляторов повышает безопасность работы аспирационных и вентиляционных систем, снижая риск образования избыточного давления, которое может приводить к аварийным ситуациям и повреждениям оборудования. Эффективность работы данных систем во многом зависит от правильного выбора и настройки регуляторов. Чтобы минимизировать энергозатраты, следует учитывать гидродинамические характеристики системы, а также условия окружающей среды.

Правильная эксплуатация регуляторов повышает надежность и долговечность всего оборудования, используемого в системах аспирации и промышленной вентиляции. Это становится особенно актуальным в условиях, когда для предприятий очень важно

соответствовать строгим нормам и стандартам требований к защите окружающей среды.

В данной статье будет рассмотрена классификация регуляторов расхода воздуха в системе промышленной вентиляции и аспирации. Они могут быть классифицированы по различным признакам: конструктивному исполнению, области применения, способу присоединения к сети, материалу, из которого изготовлены корпуса, регулированию расхода воздуха, виду привода.

Конструктивно регуляторы состоят из одного неподвижного и одного подвижного регулирующего элемента с механизмом возврата в исходное положение подвижного элемента. Подвижный элемент может быть жестким или гибким, сплошным или перфорированным, плоским, криволинейным или объемным, с возможностью поступательного или вращательного движения, изменения кривизны поверхности или объема. Неподвижный регулирующий элемент может быть также жестким или гибким, сплошным или перфорированным, в виде плоской или криволинейной поверхности с постоянным или изменяемым радиусом кривизны. Механизм возврата в исходное положение содержит, по крайней мере, один груз, пружину или их совокупность соединенных с подвижным регулирующим элементом посредством жесткой или гибкой связи, а при использовании в механизме более одного груза или пружины создается возможность последовательного их взаимодействия.

Рассмотрим варианты конструктивного исполнения регуляторов расхода воздуха.

Воздушные клапаны относятся к устройствам дроссельного типа, которые предназначены для пропорционального регулирования и равномерного распределения воздушного потока по площади поперечного сечения, стоящей за клапаном секции. Воздушные клапаны с поворотными лопатками дроссельного типа обычно бывают многостворчатыми и могут быть двух видов: параллельно-створчатыми, и со створками, осуществляющими встречное вращение.

Диафрагма регулирующая — это устройство, которое устанавливается на ответвлении воздуховода, предназначенное для регулирования расхода перемещаемого по нему воздуха во время пусконаладочных работ. Конструктивно представляет собой диск с отверстием постоянного или переменного открытого сечения, работает по принципу диафрагмы фотоаппарата.

Для точного регулирования (ошибка не более 10%) расхода воздуха диафрагма устанавливается на расстоянии не менее чем 1,5

диаметра до ближайшего отвода и 2,5 диаметра до тройника или воздухораспределителя.

Шлиберный регулятор расхода воздуха представляет собой металлическую пластину из чугуна или нержавеющей стали, вмонтированную в отрезок трубы. Прямоугольная пластина, которая перемещается перпендикулярно оси воздушного потока и позволяет уменьшать просвет канала, а также полностью перекрывать его. [2]

Сопловый клапан имеет уникальную конструкцию. Изменение расхода воздуха обеспечивается конусом лепестковых створок. При повороте регулировочной ручки изменяется диаметр отверстия конуса. Ручка имеет автоматическую блокировку. Возможна фиксация ручки при помощи стопорного винта. [2]

При использовании мембранных регуляторов снижение давления происходит за счет дросселирования газа при проходе через небольшой зазор между корпусом и мембраной. Изменение зазора приводит к изменению степени дросселирования и, следовательно, изменению давления газа за регулятором давления. Главным преимуществом такой системы является отсутствие систем для контроля или полная автономность, а также способность работы без использования электричества. [2]

Область применения регуляторов расхода воздуха - строительная, химическая, горнодобывающая, машиностроительная и другие отрасли. Регуляторы позволяют обеспечивать эффективное удаление загрязняющих частиц, способствуя улучшению санитарных норм и условий труда

По способу присоединения к сети регуляторы расхода воздуха можно разделить на разъемные и неразъемные:

-регуляторы с неразъемным присоединением – в монтаже присутствуют сварочные или паяные работы. Данный вид присоединения обеспечивает герметичное соединение, что в свою очередь снижает затраты на энергоснабжение системы вентиляции.

-регуляторы с разъемным присоединением — это регуляторы с фланцевым, шпильным, муфтовым соединением. Они могут быть интегрированы в существующую систему с минимальными изменениями.

Каждый из этих типов регуляторов обладает уникальными характеристиками, что позволяет выбрать оптимальное решение для конкретных условий эксплуатации.

Материалы, из которого изготавливаются корпуса регуляторы расхода воздуха — это высококачественные полимеры, алюминий и

сталь. Каждый материал обладает уникальными свойствами, отвечающими специфическим требованиям эксплуатации.

По регулированию расхода воздуха регуляторы делятся на 2 типа: САУ-регуляторы (регуляторы постоянного расхода воздуха) и VAV-регуляторы (регуляторы переменного расхода воздуха).

САУ-регуляторы предназначены для систем с постоянным расходом воздуха на линии его подвода и отвода, которые устанавливаются в горизонтальном или вертикальном положении с горизонтальной осью поворота заслонки.

VAV-регуляторы расхода воздуха предназначены для систем с непостоянным потоком воздуха на линии подвода и отвода. Необходимое количество воздуха, подаваемого в помещения или рабочие зоны-величина переменная во времени, а также установка данного регулятора позволяет менять количество воздуха в соответствии с текущей потребностью.

По виду используемого привода регуляторы расхода воздуха могут быть с:

1. Электрическим приводом - наиболее распространенные и универсальные, позволяют обеспечивать высокую точность регулирования и могут интегрироваться в системы автоматизации.

2. Пневматическим приводом - используют сжатый воздух для управления открытиями и закрытиями заслонок, характеризуются высокой скоростью реакции и могут функционировать в условиях повышенной запыленности.

3. Механическим приводом - простые по конструкции, такие приводы успешны в условиях с невысокими требованиями к автоматизации. Они работают за счет ручного управления или системы пружин.

В данной статье произведен обзор регуляторов расхода воздуха, которые имеют разнообразное исполнение, используются в различных условиях, на различных производствах. Использование регуляторов в системе промышленной вентиляции и аспирации позволяет повысить эффективность удаления загрязняющих частиц, повышает надежность и долговечность всего оборудования системы в целом. Но есть и существенные недостатки в их использовании на производствах с повышенным выделением мелких частиц, общие практически для всех видов регуляторов расхода, в виду их конструктивных особенностей — это отложение, забивание пылью данных устройств. Ввиду этого существует потребность в создании новых конструктивных решений для повышения надежности регуляторов расхода воздуха, которые позволят снизить забивание пылью элементов регулятора. Это

принципиально новое направление в области аспирационных технологий, которое позволит значительно уменьшать количество мелких частиц, которые могут засорять механизмы и снижать эффективность работы системы. Такие устройства помогут поддерживать оптимальный воздухопроницаемый режим, что, в свою очередь, позволит значительно продлить срок службы оборудования и снизить затраты на его техническое обслуживание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гольцов, А.Б. Выявление факторов, влияющих на равномерность всасывания аспирационными воронками / А.Б. Гольцов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2023. – № 1. – С. 19-31.

2. Регулирование расходов воздуха в системах вентиляции и аспирации / Р.И. Чуев, А.В. Уваров, И.Д. Гольцов, Л.В. Ткач // Сборник докладов Всероссийской конференции по теплогазоснабжению и вентиляции, посвященной 70-летию со дня образования БГТУ им. В.Г. Шухова: Сборник докладов, Белгород, 01–26 апреля 2024 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. – С. 42-48. – EDN HISPZG.

3. Классификация регуляторов расхода воздуха для систем вентиляции по конструктивному исполнению регулирующих элементов/ И.Я. Федоренко, В.Н. Капустин// Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 8 (58), 2009.-С. 69-73.

4. Регулирование расхода воздуха в системах вентиляции газодинамическим способом / В.И. Горшков, Ю.В. Родионов, О.В. Тараканов, А.А. Святкина // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 2. – С. 149-153.

5. Шилкин, Н.В. Повышение эффективности вентиляции посредством регулирования расхода и температуры воздуха: системы VAV и VVT / Н.В. Шилкин, М.М. Бродач, Н.А. Шонина // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2020. – № 5. – С. 14-21.

6. Павлова Н.С. Поведенческие аспекты действий регулятора. Научные исследования 2017;9(1):718. <https://doi.org>

РОЛЬ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК В ПЕРЕХОДЕ НА УСТОЙЧИВУЮ ЭНЕРГЕТИКУ

Когенерационные установки становятся важнейшим элементом в современном переходе к устойчивой энергетике. В условиях постоянно растущего потребления электроэнергии и стремления к снижению выбросов парниковых газов традиционные методы выработки тепла и электроэнергии теряют свою эффективность и экологическую целесообразность. Комбинированная выработка тепла и электроэнергии (ТЭЦ), или когенерация, является подходом, который существенно повышает энергоэффективность, позволяя использовать первичные ресурсы более рационально для одновременного получения двух типов энергии. В этой статье рассмотрены ключевые преимущества когенерации, её роль в обеспечении устойчивого развития энергетики и перспективы дальнейшего использования с учётом глобальных задач энергетического перехода [1].

Принцип работы когенерационной установки заключается в использовании газообразного топлива в газопоршневом двигателе для дальнейшего сгорания и приведения в движение поршневой группы. Эта механическая энергия передается через вал на генератор, который в свою очередь производит электроэнергию. При выработке электрической энергии в когенерационной установке параллельно выделяется тепло — это тепло от отходящих газов, масла и антифриза, которые охлаждают двигатель. Тепло отводится с помощью комплекта теплообменников для подогрева сетевой воды и утилизатора выхлопных газов для подогрева сетевой воды или производства пара. Таким образом, в процессе когенерации тепловая энергия используется максимально эффективно.

Традиционные энергетические системы, такие как тепловые электростанции, характеризуются значительными потерями энергии в виде тепла. Когенерационные установки, напротив, позволяют эффективно захватывать эту тепловую энергию и направлять её на обогрев или использование в производственных процессах, что значительно повышает общий КПД системы и снижает затраты на энергоресурсы [2]. В ряде случаев КПД когенерационных систем

достигает 80-90%, что намного выше традиционных установок с КПД около 30-40%.

Существенным преимуществом когенерации является снижение объёмов выбросов парниковых газов. Рациональное использование топлива в таких установках позволяет значительно уменьшить выбросы CO₂ и других загрязняющих веществ. Это особенно важно в условиях усиления глобальных климатических изменений, требующих сокращения углеродного следа. Согласно данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), внедрение когенерационных технологий в сочетании с биогазовыми установками может снизить углеродные выбросы на 50%, что значительно способствует устойчивому развитию. Когенерационные установки могут функционировать на различных видах топлива: от природного газа и биомассы до отходов, что делает их экологически устойчивым решением [3]. В будущем, при увеличении доли возобновляемых источников энергии, когенерационные технологии могут быть интегрированы с биогазовыми установками, что позволит снизить выбросы CO₂ и уменьшить зависимость от ископаемых ресурсов.

Когенерационные установки играют важную роль в обеспечении энергетической независимости и безопасности. Они могут быть интегрированы в локальные энергосистемы, что особенно важно для удалённых от крупных источников энергии регионов или для объектов, требующих надёжного энергоснабжения. Такие установки широко применяются на предприятиях металлургической, химической и пищевой промышленности, что позволяет одновременно удовлетворять потребности в тепле и электричестве, снижая тем самым затраты и минимизируя риски перебоев энергоснабжения.

Когенераторная установка хорошо вписывается в электрическую схему, как отдельных потребителей, так и любого количества потребителей через государственные электросети. Компактные, экологически безопасные, когенераторные электростанции покрывают дефицит генерирующих мощностей в крупных городах [4]. Появление подобных установок позволяет разгрузить электрические сети, обеспечить стабильное качество электроэнергии и делает возможным подключение новых потребителей. Примеры из таких стран, как Германия, Дания и Швеция, показывают успешное использование когенерационных установок для обогрева жилых зданий и городских инфраструктур. Согласно данным Европейской ассоциации когенерации (COGEN Europe), в Европе более 11% всей потребляемой энергии производится с помощью когенерации, что способствует значительному снижению углеродного следа и повышению

энергоэффективности. Такие системы способны сочетать энергоэффективность и интеграцию с возобновляемыми источниками, такими как солнечные панели и тепловые насосы, создавая гибкие энергосистемы. Это особенно актуально в условиях роста тарифов на электроэнергию и ужесточения норм энергоэффективности.

Одним из направлений устойчивого развития когенерационных технологий является использование биомассы и биогаза в качестве топлива. В последние годы внимание к биогазовым установкам возросло, так как они позволяют использовать органические отходы для выработки тепла и электричества, что способствует переходу на безуглеродную энергетику. Такие установки особенно важны для сельскохозяйственных регионов и пищевой промышленности, где имеется большой объём органических отходов. Когенерация с использованием биогаза способствует снижению количества отходов, уменьшению загрязнения окружающей среды и повышению эффективности использования ресурсов [5].

Темпы роста тарифов на энергию превышают темпы роста цен на продукцию большинства отраслей хозяйства. Это явилось одной из важнейших причин увеличения удельного веса затрат на энергию в себестоимости продукции. Как показал проведенный анализ деятельности ряда предприятий машиностроительного комплекса, доля затрат на электрическую и тепловую энергию в себестоимости продукции выросла с 1-2% в 1990 году до 16-20% в 1999 году. Аналогичная тенденция наблюдается и на предприятиях легкой промышленности, где проведенное обследование позволило установить увеличение доли затрат на электрическую и тепловую энергию в себестоимости продукции с 8-9% в 1995 году до 17-19% в 1999 году. Экономическая выгода от внедрения когенерационных технологий также является важным фактором. Высокий КПД таких систем позволяет снизить затраты на топливо, а также минимизировать расходы, связанные с налогами на выбросы CO₂ и углеродными квотами. В странах ЕС, где требования к снижению выбросов парниковых газов особенно строги, внедрение когенерационных установок становится частью стратегии декарбонизации. Финансовая поддержка в виде субсидий и налоговых льгот также стимулирует внедрение таких систем в промышленности и коммунальном хозяйстве.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение когенерационных технологий сталкивается с определёнными вызовами. Одним из них являются высокие первоначальные затраты на проектирование и установку таких систем, что требует привлечения дополнительных инвестиций и государственной поддержки. Согласно

данным исследования Европейского инвестиционного банка (ЕИБ), около 60% всех проектов когенерации нуждаются в субсидиях или льготных кредитах для успешной реализации. Также важно тщательно планировать энергосистемы, чтобы обеспечить оптимальное использование производимой энергии. Этот аспект особенно критичен для крупных промышленных объектов с варьирующимися потребностями.

Тем не менее, технологические инновации и усовершенствование управления энергосистемами открывают новые возможности для повышения эффективности когенерации. Современные решения позволяют гибко адаптировать режимы работы, автоматизировать процессы и интегрировать системы с накопителями энергии, что делает такие установки ещё более эффективными. В будущем возможно дальнейшее развитие когенерационных технологий, в том числе с применением водородных решений, что позволит ещё больше снизить выбросы CO₂ и повысить уровень интеграции с другими источниками энергии.

Таким образом, когенерационные установки являются ключевым элементом в переходе на устойчивую энергетику, способствуя повышению энергоэффективности, снижению выбросов и улучшению экологической ситуации. Их внедрение позволяет обеспечить надёжное и экономичное энергоснабжение как для промышленных объектов, так и для жилых зданий, что делает когенерацию важной частью современной энергетической стратегии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихомирова Т.И., Щетинин Н.А. Экологические вопросы использования альтернативных источников энергии // Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: сб. докл. Междунар. научнотехн. конф. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – С. 135-137.

2. Лебедева Е.А. Мини-ТЭЦ на базе крышной котельной / Е.А. Лебедева, А.И. Солдатов, В.В. Язовцев // Великие реки-2015: тр. конгр. 17-го междунар. науч.-пром. форума: в 3 т. / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – Т. 3. – С. 68-71.

3. Клименко А.Г. Правовые, экологические аспекты и особенности декарбонизации энергетики и транспорта в российской федерации / А.Г. Клименко, В.А. Очеретяный // Системы контроля окружающей среды. – 2022. – № 2(48). – С. 61-72.

4. Буянов А.Б. Перспективы применения когенерационных

газопоршневых электростанций / А.Б. Буянов, Д.Ю. Комаров // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2007. – № 1(10). – С. 116-135.

5. Данилова Е.Н. Когенерация в жилищно-коммунальном секторе / Е. Н. Данилова // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 48. – С. 1625-1628.

УДК 697.9

Юрьева С.С., Коверина В.Ю.

***Научный руководитель: Крюков И.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ ХРАНЕНИЯ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ВЕЩЕСТВ

Вопрос организации вентиляции в помещениях хранения легковоспламеняющихся веществ является актуальной темой, вызванной как требованиями безопасности, так и необходимостью соблюдения нормативных стандартов. В связи с ростом объема хранения различных легковоспламеняющихся материалов, таких как химические реагенты, нефтепродукты и горючие жидкости, правильная организация вентиляционных систем становится критически важной для предотвращения возможных аварий и обеспечения безопасной работы сотрудников.

Основной целью работы является исследование существующих методов вентиляции, применяемых для безопасного хранения легковоспламеняющихся веществ. К числу таких методов относятся как естественная, так и механическая вентиляция, а также их комбинированные системы.

Другим важным аспектом является необходимость учета специфики хранения различных легковоспламеняющихся веществ. Каждый тип вещества имеет свои собственные свойства, включая температуру воспламенения, степень летучести и химическую активность, что в свою очередь требует индивидуального подхода к проектированию вентиляционных систем. Например, при хранении легковоспламеняющихся жидкостей может потребоваться система взрывозащиты, в то время как для газов — системы экстренного отключения подачи и удаления опасных концентраций [5].

Основными принципами организации вентиляции в помещениях для хранения легковоспламеняющихся веществ являются

необходимость поддержания безопасной концентрации паров или газов, а также эффективное удаление загрязненного воздуха. Вентиляционные системы должны быть спроектированы с учетом специфики хранимых веществ и их опасных характеристик. Ключевое значение имеет распределение воздушных потоков для предотвращения накопления взрывоопасных смесей в замкнутых пространствах. При организации воздухообмена в помещениях промышленных зданий возможно применение следующих схем (рис.1):

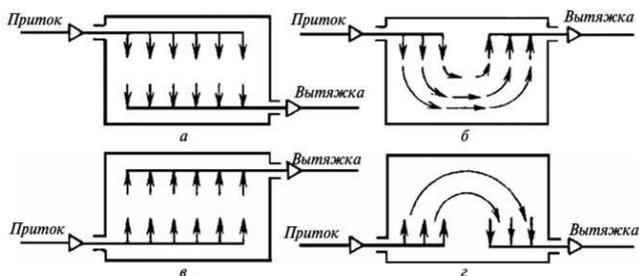


Рис.1 – Принципиальные схемы воздухообмена

а) «сверху — вниз» — в этих случаях воздух подают рассредоточенно в верхнюю зону, а удаляют местной вытяжной вентиляцией из рабочей зоны помещения и системой общеобменной вентиляции из его нижней зоны (возможно частичное проветривание верхней зоны); при выделении газов, паров летучих жидкостей (спиртов, ацетона, толуола и т. п.) или пыли, а также при одновременном выделении пыли и газов

б) «сверху — вверх» — в производственных помещениях при одновременном выделении тепла, влаги и сварочного аэрозоля, а также во вспомогательных производственных зданиях при борьбе с теплоизбытками; обычно в этих случаях воздух подают в верхнюю зону помещения и удаляют из его верхней зоны;

в) «снизу — вверх» — при одновременном выделении тепла и пыли; в этом случае воздух подают в рабочую зону помещения, а удаляют из верхней зоны;

г) «снизу — вниз» — в производственных помещениях при выделении паров и газов с различными плотностями и недопустимости их скопления в верхней зоне из-за опасности взрыва или отравления людей (малярные цехи, аккумуляторные и т. д.); в этом случае подачу приточного воздуха осуществляют в рабочую зону, а общеобменную вытяжку — из верхней и нижней зон [2].

В зависимости от объема и конфигурации хранилища, вентиляция

может быть организована по схеме естественной, механической или их комбинированной модификации. При естественной вентиляции основным элементом является разница температур и давления, что обеспечивает движение воздуха через открытые окна или вентиляционные шахты. Однако этот метод не всегда является достаточным, особенно в помещениях с высокими требованиями к безопасности. Механическая вентиляция, включая приточно-вытяжные и вытяжные установки, позволяет более точно контролировать объемы и направления воздушных потоков, что повышает эффективность и безопасность процесса хранения. Важно также учитывать, что механическая система требует регулярного технического обслуживания и контроля работоспособности, так как отказ оборудования может привести к критическим последствиям. Дополнительные меры, такие как установка датчиков концентрации паров и автоматических отключающих систем, могут служить дополнительным уровнем защиты [6].

Существуют различные методы вентиляции, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Один из наиболее распространенных методов - это вытяжная вентиляция, которая активно удаляет загрязненный воздух из помещения, снижая уровень концентрации паров легковоспламеняющихся веществ. Этот метод осуществляется с помощью вентиляторов и других механических систем, которые принудительно выводят воздух на улицу. Другой метод это приточная вентиляция, которая направляет очищенный свежий воздух в помещение, что способствует разбавлению опасных паров и снижению концентрации взрывоопасных смесей. Приточная вентиляция требует установки системы фильтрации для очистки поступающего воздуха от пыли и загрязняющих веществ. Для достижения наилучших результатов многие склады используют комбинированную вентиляцию, которая сочетает в себе принципы вытяжной и приточной систем. Это решение позволяет оптимально распределять воздушные потоки и поддерживать необходимую вентиляцию в зависимости от сезонных изменений температуры и давления [4].

Механическая вентиляция является важным элементом системы обеспечения безопасности на объектах хранения легковоспламеняющихся веществ. Эта система включает в себя удаление загрязненного воздуха, а также подачу свежего воздуха из окружающей среды, что способствует поддержанию оптимальных условий внутри помещений. Использование механической вентиляции позволяет минимизировать концентрацию паров воспламеняющихся

веществ в воздухе, что особенно актуально для складов, где хранятся химикаты, растворители, горючие жидкости и другие опасные вещества. Механическая вентиляция может быть организована с использованием различных вентиляционных систем, включая вытяжные и приточные установки, которые могут работать как автономно, так и в сочетании с естественной вентиляцией [1].

Естественная вентиляция — это один из наиболее традиционных и простых методов обеспечения воздухообмена в помещениях, особенно в тех, где хранятся легковоспламеняющиеся вещества. Этот тип вентиляции основан на естественных физических процессах, таких как конвекция, диффузия и разница давлений, которые возникают из-за температурных изменений и ветра. Важно понимать, что естественная вентиляция не требует механических устройств для перемещения воздуха, что делает ее экономически выгодной и проще в обслуживании. Основными компонентами системы естественной вентиляции являются окна, двери, вентиляционные отверстия и шахты, которые обеспечивают поступление свежего воздуха и удаление загрязненного или нагретого. Тем не менее, при использовании естественной вентиляции в помещениях для хранения легковоспламеняющихся веществ необходимо учитывать несколько факторов:

- эффективность естественной вентиляции во многом зависит от внешних погодных условий;
- для достижения безопасного уровня обмена воздуха в помещениях с взрывоопасными веществами требуется тщательная планировка расположения вентиляционных отверстий;
- естественная вентиляция не всегда позволяет обеспечивать необходимый уровень воздухообмена, в помещениях больших размеров или с большим количеством хранящихся материалов.

Например, согласно ВНТП 5-95 для помещений хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в таре требуемый воздухообмен может быть обеспечен только работой системы естественной вентиляции, при этом вытяжная система должна быть оборудована дефлектором [6].

Естественная вентиляция имеет и определенные недостатки, которые необходимо учитывать при проектировании. Одним из основных ограничений является ее зависимость от климатических условий. В теплое время года или во время длительных периодов плохой погоды эффективность естественного воздухообмена существенно уменьшается, что может привести к накоплению вредных паров и уменьшению общего качества воздуха в помещении. Кроме

того, естественная вентиляция подвержена влиянию человеческого фактора. Открытие окон, дверей и других воздухозаборников может регулироваться только вручную, и это может привести к ненадежной системе воздухообмена.

Комбинированная вентиляция является одной из наиболее эффективных систем вентиляции, применяемой в помещениях для хранения легковоспламеняющихся веществ. Она сочетает в себе элементы как приточной, так и вытяжной вентиляции, что позволяет добиться более эффективного распределения воздушных потоков. При использовании данной системы можно контролировать как температуру, так и влажность воздуха, что особенно важно для хранения быстро воспламеняющихся веществ, поскольку даже незначительные колебания этих параметров могут привести к увеличению риска возгорания. Комбинированная вентиляция также обеспечивает необходимую циркуляцию воздуха, тем самым предотвращая накопление паров, которые могут образоваться в процессе хранения.

На основе анализа способов организации вентиляции в помещениях для хранения легковоспламеняющихся веществ можно сказать, что вентиляционные системы являются ключевыми для обеспечения безопасности на таких объектах. Один из основных выводов заключается в том, что неправильная или недостаточная вентиляция может привести к скоплению опасных паров и газов, что повышает риск возникновения чрезвычайных ситуаций. Поэтому крайне важно соблюдать действующие нормативные требования при проектировании и эксплуатации вентиляционных систем. Также необходимо учитывать особенности конкретного вещества, его физико-химические свойства и термодинамические характеристики, чтобы выбрать наиболее подходящее решение для вентиляции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акименко Е.И. Анализ преимуществ механической системы вентиляции воздуха в складских зданиях // Вестник науки. - 2022. - №12. – с. 433-438.

2. Богословский В.Н., Новожилов В.И., Симаков АД., Титов В.П. Отопление и вентиляция: учебное пособие/ Киевский инженерно-строительного институт, 1976. – с. 139.

3. Ильина Т.Н., Колесников М.С., Крюков И.В. О комплексных системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в помещениях торговых центров //Строительные материалы и изделия.

2020. Том 3. - № 4. - с. 39 – 47.

4. Ткаченко А.С. Способы регенерации фильтров в системах местной вытяжной вентиляции промышленных зданий // Евразийский Союз Ученых. - 2014. - №7. – с. 150-153.

5. Чеснокова Е.В. роль вентиляционных систем в снижении пожарных рисков в цехах с высокими температурами и летучими веществами // Вестник науки. - 2024. - №10. – с. 1098-1104.

6. Ягьяева Л.Т., Ахметханов А.А. Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляции // Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - №22. – с. 264-266.

Оглавление

Alilu Sani Maman Kabiru

SOLAR THERMAL SYSTEM MODELING FOR DOMESTIC HOT WATER SYSTEM PRODUCTION IN RESIDENTIAL BUILDING.... 3

Амерханов Д.А.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ДОСТИЖЕНИЯ КОМФОРТНОГО МИКРОКЛИМАТА АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗИМЫ ГОРОДА НИЖНЕВАРТОВСКА..... 6

Гайдаш Д.С.

ПРОФИЛИРОВАНИЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ 9

Засыпкина А.М., Питинова Д.С., Комов Д.Д.

АНАЛИЗ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ ОТРАВЛЕНИЯ УГАРНЫМ ГАЗОМ ПРИ РАБОТЕ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ 12

Калинин И.В.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ЧАСТЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ЖИЛОГО НАЗНАЧЕНИЯ..... 15

Капитанов Д.А.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОСУШЕНИЯ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМФОРТНОГО МИКРОКЛИМАТА..... 20

Коверина В.Ю., Юрьева С.С.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ 25

Комов Д.Д., Питинова Д.С., Засыпкина А.М.

ОБЗОР ПРИТОЧНЫХ КЛАПАНОВ ПО ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ 29

Крикунова К.О., Паньков С.Е.

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ В ЖИЛЫХ ДОМАХ.....	32
Новиков К.И.	
ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ: ЭФФЕКТИВНОЕ И ЭКОЛОГИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ.....	35
Палиенко Н.И.	
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ЗДАНИЯ. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ	40
Питинова Д.С., Комов Д.Д., Засыпкина А.М.	
ОБЗОР ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ЗАГАЗОВАННОСТИ.....	43
Старченко С.Ф.	
«ЗЕЛЕНЕЕ» СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИМ-ТЕХНОЛОГИЙ.....	46
Старченко С.Ф.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПАССИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ДОМА	51
Ткач Л.В., Уваров А.В., Михайлов А.И.	
КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РАСХОДА ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ И АСПИРАЦИИ	54
Чесняк А.В.	
РОЛЬ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК В ПЕРЕХОДЕ НА УСТОЙЧИВУЮ ЭНЕРГЕТИКУ	59
Юрьева С.С., Коверина В.Ю.	
СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ ХРАНЕНИЯ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ВЕЩЕСТВ	63