

УДК 697.955

## Особенности регулирования расходов воздуха в помещениях лабораторий

Дорошенко Юлия Николаевна, кандидат технических наук, доцент  
 Толстых Александр Витальевич, канд. физ.-мат. наук, доцент  
 Разлога Александр Олегович, магистрант  
 Томский государственный архитектурно-строительный университет (г. Томск)

В лабораториях, оснащенных современным оборудованием, большая часть энергии расходуется на вентиляцию и кондиционирование [1, 2]. Уменьшение кратности воздухообмена без ущерба для безопасности могло бы обеспечить серьезную экономию энергии и снизить количество углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу [3].

Интенсивность воздухообмена в помещениях химических лабораторий зависит от тепловыделений, которые могут достигать весьма значительных величин, интенсивности использования местного вытяжного оборудования. Кратность воздухообмена в лабораториях иногда достигает 12 [3]. Вентиляция лабораторных помещений предназначена для обеспечения быстрого очищения воздуха от вредных загрязняющих веществ. Однако режим работы лабораторной системы вентиляции должен быть увязан с работой вытяжных лабораторных шкафов и других устройств для местного удаления загрязняющих веществ, так как их использование обязательно при работе с опасными химикатами вне зависимости от уровня вентиляции.

Результаты исследований по изменению концентрации вредных веществ в воздухе лабораторных помещений в зависимости от интенсивности воздухообмена [3], показывают, что уменьшение кратности воздухообмена приблизительно в 2 раза дает некоторую экономию энергии, но при этом приводит существенному ухудшению качества воздуха.

Таким образом, энергоэффективная система лабораторной вентиляции должна предусматривать управление расходом воздухообмена в зависимости от меняющихся потребностей [4]. В такой системе

применяются датчики состава воздуха, реагирующие на присутствие летучих загрязняющих веществ, агрессивных химических паров и взвесей. Когда их содержание ниже определенного уровня, кратность воздухообмена может быть снижена, так как нет необходимости разбавлять чистый воздух таким же чистым.

При разработке системы управления воздушным балансом в помещении важно определить конфигурацию «ведущий-ведомый». Потребители вытяжного воздуха (вытяжные шкафы, вытяжной воздух помещения, вытяжки или местные воздухозаборные устройства) обычно определяют необходимую величину входящего воздуха. Регуляторы входящего воздуха суммируют данные отдельных потребителей вытяжного воздуха для получения информации об общем расходе вытяжного воздуха, и отслеживают этот общий расход с определением абсолютной разницы. Такой подход гарантирует создание пониженного давления для предотвращения распространения воздуха из лабораторного бокса в соседние помещения. В отдельных случаях, например, при использовании технологии «чистая комната», такое соотношение может быть обратным, т.е. кратность воздухообмена будет определяться входящим воздухом, а вытяжной воздух будет отслеживать входящий воздух как «ведомый». Система управления расходом должна иметь возможность поддержки обоих вышеизложенных принципов.

Как показано на рисунке 1, абсолютная разница предпочтительна процентной разнице, поскольку при процентной разнице наблюдаются разные условия пониженного давления, в зависимости от объема общего вытяжного воздуха.

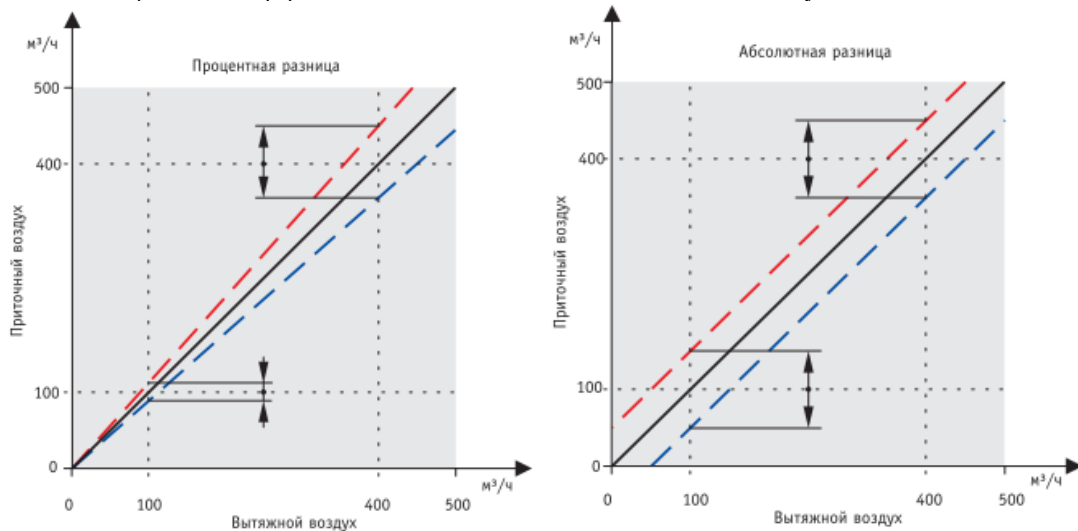


Рис. 1. Процентная и абсолютная разницы расходов приточного и вытяжного воздуха при управлении воздушным балансом

В больших лабораторных зданиях системы управления расходом воздуха в помещении выполняют дополнительную задачу, обусловленную тем, что центральные системы зачастую не рассчитаны на 100 % нагрузку в целях оптимизации инвестиционных затрат. Это позволяет снизить энергозатраты и уменьшить пространство, необходимое для размещения этих систем. Однако такие системы вентиляции имеют существенный недостаток, который заключается в том, что сотрудники в лабораториях могут открывать только работающие в настоящий момент шкафы. Кроме того, когда нагрузка всех потребителей вытяжного воздуха доходит до 100 %, то участки, которые имеют недостаточное подключение к системе воздуховодов, могут испытывать недостаток воздуха.

Для устранения такой вероятности целесообразно использовать систему управления расходом

EASYLAB производства фирмы TROX [5], которая предусматривает две функции:

1) Контроль и вывод максимального значения вытяжного воздуха, определяемого для конкретного помещения, осуществляется централизованно, на панели управления подаются световые и, если необходимо, звуковые аварийные сигналы;

2) Другой, более простой вариант — это функция общего управления регуляторами, она активно вступает в процесс управления расходом воздуха в помещении и, таким образом, гарантирует ограничение вытяжного воздуха до определенного максимального значения.

Вариант использования функции общего управления регуляторами для снижения расхода в вытяжных шкафах и расхода общего вытяжного воздуха до установленного максимального значения представлен на рисунках 2, 3.

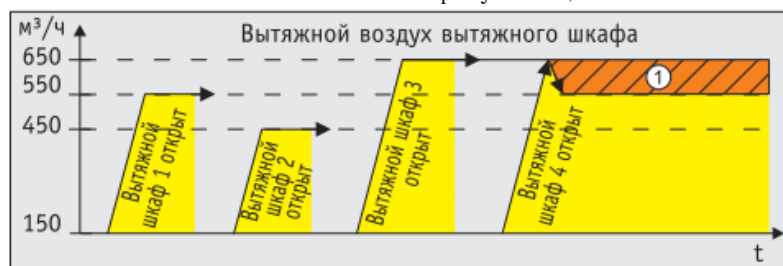


Рис. 2. Снижение расхода в вытяжных шкафах 3 и 4, в режиме общего управления регуляторами

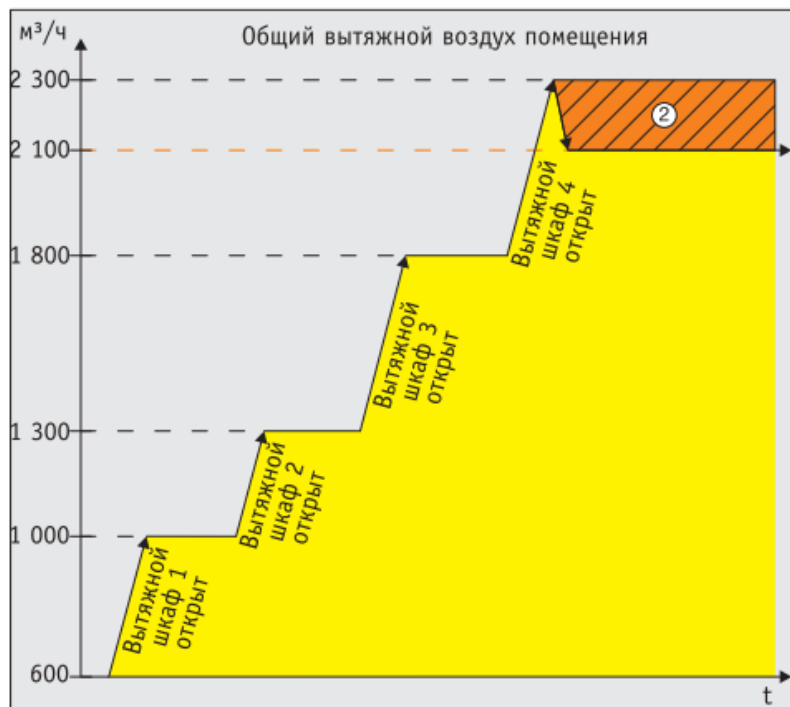


Рис. 3. Снижение расхода общего вытяжного воздуха до установленного максимального значения

Избирательная функция общего управления регуляторами обеспечивает работу максимально возможного количества вытяжных шкафов при полной нагрузке. В вытяжных шкафах, где такой вариант управления создает какие-либо ограничения, на панели появляется сообщение и срабатывает аварийный сигнал. Таким образом, поддерживается необходимый уровень безопасности.

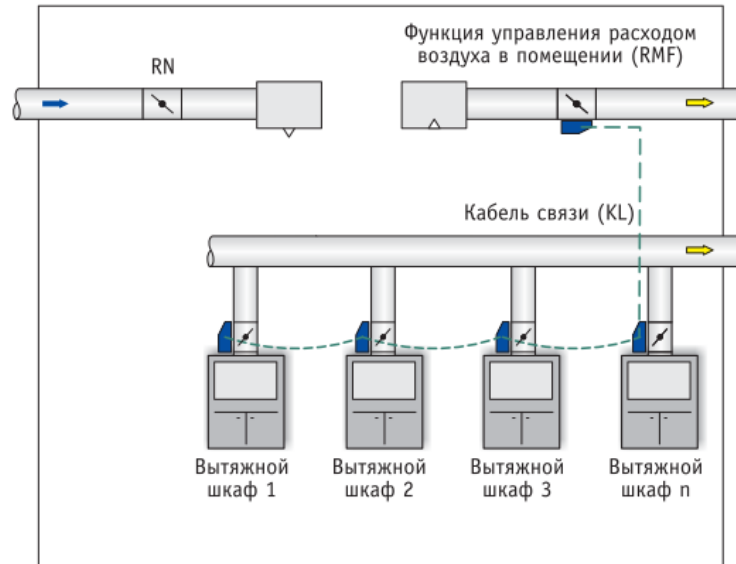
Для оптимизации баланса расхода воздуха в помещении часто требуется, чтобы уровень вытяжного

воздуха в помещении упал до уровня полного отключения при подключенных местных устройствах для удаления загрязненного воздуха. При этом, очень важно, чтобы в процессе работы в помещении не возникали нестабильные условия. Эта проблема устраняется активированием функции оптимизации баланса вытяжного воздуха, встроенной в систему EASYLAB, а также гарантируется работа всех регуляторов в пределах их диапазонов регулирования.

Для создания комфортных условий при любых рабочих состояниях системы управления расходом воздуха должен быть обеспечен минимальный расход воздуха на приточных диффузорах, подающих воздух в рабочую зону лаборатории. Система EASYLAB определяет тип диффузора и подает соответствующие

сигналы для обеспечения минимального расхода воздуха.

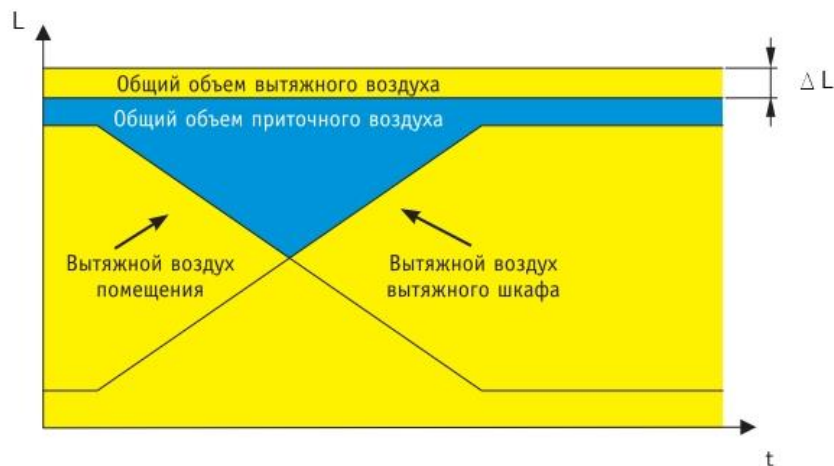
В качестве примера управления расходом воздуха в лабораторном помещении с помощью регуляторов вытяжного шкафа, связанных через систему управления с регулятором вытяжного воздуха помещения, рассмотрим схему, представленную на рисунке 4.



**Рис. 4. Управление расходом воздуха в лабораторном помещении с помощью регуляторов вытяжного шкафа, связанных через систему управления с регулятором вытяжного воздуха помещения**

Общий расчетный минимальный объем вытяжного воздуха невозможно полностью гарантировать за счет расхода вытяжного воздуха в вытяжных шкафах. По этой причине необходим дополнительный регулятор вытяжного воздуха. В зависимости от

рабочих режимов вытяжных шкафов, регулятор вытяжного воздуха обеспечивает повышение или снижение расхода вытяжного воздуха, как это показано на рисунке 5.



**Рис. 5. Повышение или снижение расходов общего вытяжного воздуха и вытяжного воздуха лабораторного шкафа для поддержания стабильной разницы расходов вытяжного и приточного воздуха, обеспечивающей требуемое пониженное давление**

При настройке системы управления расходом (рис. 4) все регуляторы вытяжных шкафов соединяются между собой кабелем связи с разъемами. Регулятор вытяжного воздуха EASYLAB может устанавливаться в любом месте с подключением по кабелю связи. Функция управления расходом воздуха в помещении должна быть активирована на регуляторе для обеспечения минимального уровня общего расхода вытяжного воздуха, определенного на стадии расчетов. Возможна дополнительная передача данных по расходу посредством сигналов 0–10 В или

переключающих контактов для вытяжных шкафов или регуляторов вытяжного воздуха. Всего последовательно можно подключить до 24-х регуляторов, т.е. можно объединить до 23-х регуляторов вытяжных шкафов с одним регулятором вытяжного воздуха.

Таким образом, при проектировании вентиляции в боксах химических лабораторий с системой управления воздушным балансом следует учитывать, что только абсолютная разница между входящим и вытяжным воздухом гарантирует стабильные условия поддержания необходимого пониженного давления.

Кроме того, для обеспечения высокой энергоэффективности вентиляционных систем необходимо использовать преимущества управления переменным расходом в полном объеме. Предлагаемый способ управления учитывает, что одновременно открыто всего

лишь несколько вытяжных шкафов, а большинство вытяжных шкафов находится в закрытом положении. Это позволяет спроектировать систему воздуховодов и вентиляторов с меньшим потреблением металла и электроэнергии.

#### **Литература:**

1. Mathew, P., et al 2005. «Right-sizing laboratory HVAC systems, part 1». HVAC Engineering. – Условия доступа: <https://hightech.lbl.gov/resources/right-sizing-lab-hvac-systems-part-1> (дата обращения 07.03.2017).
2. Mathew, P. Metrics for Energy Efficiency / P. Mathew, S. Greenberg, D. Sartor, P. Rumsey, J. Weale // ASHRAE Journal. – 2008. – № 4. – PP. 40–47.
3. Гордон, П. Шарп. Управление воздухообменом в лабораторных помещениях / Гордон, П. Шарп // Мир климата. – 2010. – № 60. – С 14–19.
4. Sharp, G. P. Dynamic variation of laboratory air change rates: a new approach to saving energy and enhancing safety / G.P. Sharp // ALN Magazine. – 2008. – № 11/12. – PP. 44–53.
5. Руководство по проектированию. LABCONTROL. Системы управления расходом воздуха. – TROX Technik, 2014. – 79 с.