

Настройка контуров регулирования воздухоосушительной установки с поддержанием концентрации углекислого газа, не превышающей допустимую норму

Д.А. Корнюшкин, А.А. Крылов

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Аннотация: В данной статье выполнен обзор работы осушительных установок, расположенных на закрытых ледовых аренах. Так как на данный момент работа таких установок не включает в себя контроль над такими параметрами, как содержание CO₂, статья рассматривает возможность реализации данной задачи с использованием имеющегося оборудования. Приводится методика настройки автоматики поддержания уровня CO₂ в заданных параметрах. Рассматривается принцип работы осушителя и проблемы регулирования уровня CO₂. Также приводится описание метода настройки контуров регулирования. Использование оборудования осушителя с контролем CO₂ создаст комфортные условия для занимающихся на ледовой арене, что в свою очередь приведет к сокращению энерго- и теплотребления.

Ключевые слова: система автоматического регулирования, контур регулирования, объект регулирования, стабилизация технологического процесса, осушение воздуха, воздухоосушительная установка.

Введение

По данным Международной федерации хоккея с шайбой, Россия находится на третьем месте в мире по числу крытых катков, на данный момент их количество составляет 612 штук. С 2018 года прирост составил 28 катков, и с каждым годом вводится в строй все больше ледовых арен. На вышеуказанных профессиональных аренах можно измерить уровень влажности и параметры CO₂ только с использованием специализированных приборов, а поддерживать необходимые параметры является более серьезной задачей. Существуют арены, предназначенные для других видов спорта, например, керлинг, шорт-трек, так что общее количество ледовых арен еще больше. В нашей стране существует множество катков, оборудованных только системой вентиляции, без осушения воздуха и контроля параметров CO₂. Для модернизации таких арен необходимо устанавливать осушители с контролем уровня углекислого газа в воздухе.

Цель исследования

Целью исследования является разработка методики настройки контуров регулирования ВОУ ледовой арены. Рассмотрим работу осушителя «DehuTech 7500 Special» с системой автоматики на базе контроллера находящегося в щите управления. Осушитель предназначен для эффективного осушения воздуха с влажностью до 100%, температурой от -25°C до +40°C. Осушитель предназначен для обработки воздуха с целью поддержания в помещении катка заданных параметров влажности и концентрации CO₂.

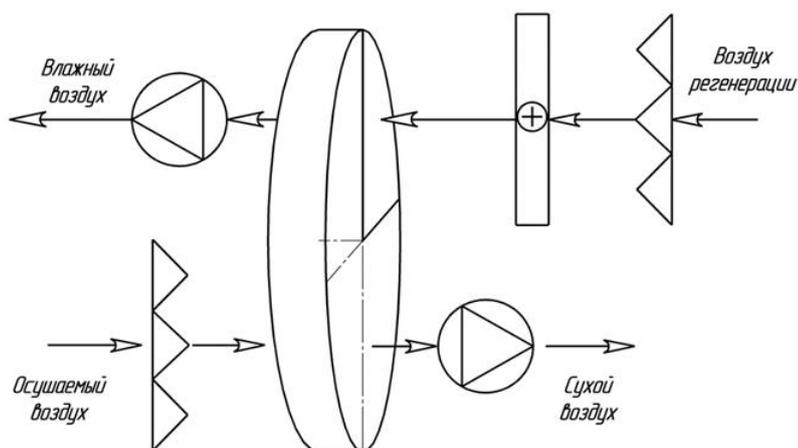


Рис.1. Принципиальная схема воздушных потоков и работа осушителя воздуха DehuTech 7500 Special

Осушитель может применяться, как:

- автономное устройство для установки внутри или вне помещения, где требуется регулировать влажность воздуха;
- компонент технологического оборудования;
- компонент комплекса системы подготовки воздуха.

Принцип работы

При работе осушителя используются два воздушных потока «воздух осушаемый» больше по объему, а «воздух регенерации» - меньше. На ротор подаются различные противоположно направленные воздушные потоки по

секторам. Направляя «воздух осушаемый» на наиболее крупный сектор, материал поверхности ротора захватывает влагу из воздуха, а полученный сухой воздух подается на арену. При вращении ротора «воздух осушаемый» пропускается через свежую часть ротора и непрерывно осушается. Воздух, используемый для регенерации матрицы ротора (удаляет влагу), это «воздух регенерации» и пропускается через ТЭНы, после чего его температура находится в диапазоне от +60 до +150°C. «Воздух регенерации» пропускается через меньший сектор ротора в противоположную сторону по отношению к «воздуху осушаемому» и забирает влагу с материала ротора. Затем он выводится из ротора, как теплый влажный воздух, после чего удаляется из помещения [1,2].

Проблемы регулирования

С открытием и закрытием заслонок, концентрация CO₂ в приточном воздухе сильно изменяется, а в уличном воздухе практически не меняется. Периодически измеряется концентрация CO₂ и могут возникнуть серьезные погрешности при получении данных. При регулировании показания усредняются, за счет чего повышается точность и стабильность. Регулируя расход уличного воздуха, нежелательно быстро менять расход. Поэтому надо усреднять сигнал в пределах нескольких минут, измеряя параметры различных потоков поступления воздуха, регулятор не должен учитывать параметры с датчиков, пока не поступит свежая новая порция воздуха и не будут получены новые данные для качественного усреднения [3,4].

Если уличный воздух длительно использовался при вентилировании, то используется иной способ при регулировании и поддержании заданных параметров.

Описание метода настройки контуров регулирования

На «Рис.2» показано применение вышеуказанной методики в типовой системе вентиляции с непостоянным расходом воздушной смеси. Данный

метод основывается на том, что регулирование расхода свежего воздуха происходит таким образом, чтобы в поступающей воздушной смеси всегда содержалось необходимое количество свежего воздуха для поддержания нужных параметров концентрации углекислого газа. Эта методика применима только для рециркуляционных систем, которые контролируют подачу воздуха в несколько помещений, а в основу контролируемых параметров заложен необходимый расход свежего воздуха на одного взрослого человека.

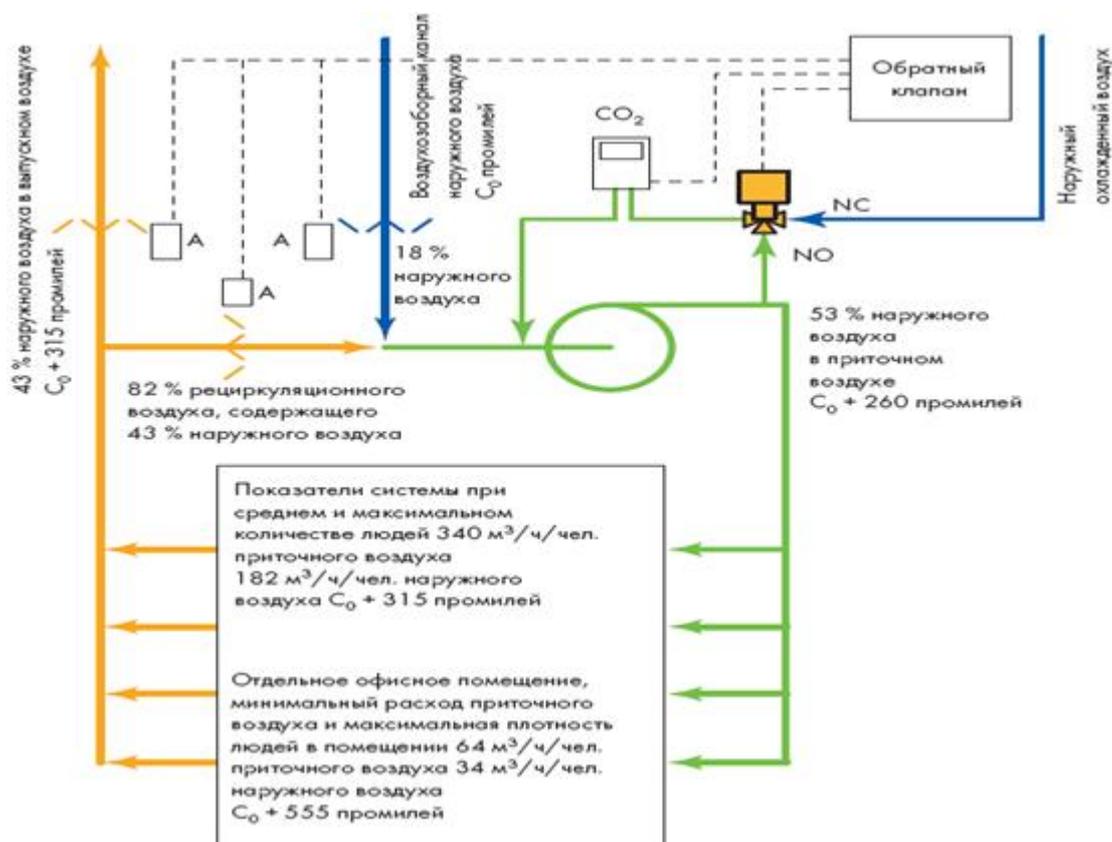


Рис.2. Система регулирования расхода приточного воздуха на основе концентрации углекислого газа при максимальном количестве людей в помещении.

Как видно из «Рис.2», вначале измеряется содержание углекислого газа в канале приточного воздуха, а затем измеряется содержание углекислого газа в свежем приточном воздухе. Контроллер, а затем и исполнительные устройства, изменяют соотношение объема притока свежего и

рециркуляционного воздуха в воздухе, подаваемом в помещения. Подача свежего воздуха контролируется таким образом, чтобы превышение концентрации углекислого газа в приточном воздухе относительно концентрации углекислого газа в свежем воздухе не была больше значения, соответствующего минимальной доле свежего воздуха в приточном канале.

На ледовой арене существуют различные системы, работа которых влияет на температуру льда, температуру воздуха, влажность, концентрацию CO₂, в рекомендованных Минздравом параметрах. К таким системам относят холодильное оборудование, вентиляционную систему, систему обогрева катка, осушения воздуха и поддержания CO₂. Все они, взаимодействуя между собой, создают нужные параметры работы арены [5,6].

Каждая из этих систем управляется своим контроллером, который поддерживает заданные параметры. Контроллеры этих устройств никак не взаимодействуют между собой. Контроллер холодильного оборудования, установленный на арене, поддерживает температуру уходящего и входящего этиленгликоля и не способен определить, какая температура воздуха в помещении катка. В свою очередь, системы вентиляции, отопления и осушения не могут выявить температуру льда на катке, что зачастую приводит к ухудшению качества льда [7,8].

Рассмотрим вариант ледовой арены, на которой существует вентиляционная установка, но нет осушителя с контролем параметра CO₂.

Для сокращения финансовых затрат, а также сокращения сроков монтажа (каток продолжает эксплуатироваться, в обычном режиме), предлагается встроить воздуховод от осушителя прямо в воздуховод вентиляционной системы. Однако, у такой схемы есть свои недостатки. Например, при отключении ВС автоматически выключается и осушитель, при загрязнении фильтра ВС снизится поток воздуха на выходе из ВС, а при достижении определенного уровня расхода воздуха осушитель отключится

(по показанию датчика протока). В работе всех систем оборудования катка осушитель своей работой вносит вклад в температурный баланс катка [9,10].

Экономическая польза от внедрения систем управления:

- возможность избежать штрафов за превышение лимита расхода электроэнергии;
- планирование и прогнозирование потребления электричества;
- контроль за выполнением энергосберегающих программ;
- снижение расходов на электроэнергию до 5%.

Преимущества работы системы:

- Регулировка параметров с высоким уровнем точности может быть выполнена в любое время года;
- Мониторинг уровня износа механизмов;
- Визуализация полученных данных о показателях CO₂ с помощью выведения их на дисплей контроллера осушителя.

Заключение

Наличие несогласованности в работе оборудования, которое участвует в поддержании нужной влажности воздуха арены и уровня CO₂, а также конфликт интересов этого оборудования с работой холодильной установки, может быть устранен с помощью настройки контуров регулирования воздухоосушительной установки. Настройка приведет к улучшению работы оборудования, снижению теплопотребления и электропотребления, упростит контроль за работой оборудования, обеспечит комфортный уровень занятий на катке.

Литература

1. Бражников А.М., Малова Н.Д. Кондиционирование воздуха на предприятиях мясной и молочной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – С.265.

2. Навасардян Е.С, К.В. Мохов Методика настройки контуров регулирования воздухоразделительной установки // Инженерный журнал: наука и инновации, 2017, №4. – С.8.

3. Слуцкий А.Н Оптимизация автоматической системы регулирования общего воздуха. Материалы 73-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. // Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет, Секция «Тепловые электрические станции». – Минск : БНТУ, 2017. – С. 651-656.

4. Тарасова Г.И., Топильская Т.А. Идентификация и диагностика систем. Ч. 1. Москва, МИЭТ, 2011. – С.84.

5. Абрамов К.В. Методика определения коэффициентов ПИД-контроллера при моделировании автоматизированных систем управления ректификационной колонной с применением пакета CHEMCAD. // Инженерный вестник Дона, 2011, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/444

6. Архаров И.А., Нагимов Р.Р., Навасардян Е.С. Задачи и развитие методов динамического моделирования криогенных систем // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2016, № 7, с. 24-27.

7. Липа А.И. Кондиционирование воздуха. Основы теории. Современные технологии обработки воздуха. Изд. второе, перераб., доп., Одесса: ОГАХ. Издательство: «Издательство ВМВ», 2010 – С.607.

8. Плетнев Г.П Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов и вузов. Издание №4 издательский дом МЭИ, 2007. – С.352.

9. Стрижак П.А., Морозов М.Н. Математическое моделирование теплового режима здания с учетом инсоляционных теплопоступлений // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2015. Т. 326. № 8. – С.36-46.

10. Степанов Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Санкт-Петербург: Издательство «АВОК Северо Запад», 2005. – С.399.

References

1. Brazhnikov A.M., Malova N.D. Kondicionirovanie vozduha na predpriyatiyah myasnoj i molochnoj promyshlennosti [Air conditioning in the meat and dairy industry]. M.: Pishhevaya promy shlennost, 1970. P.265.
2. Navasardyan E.S, K.V. Moxov. Inzhenernyj zhurnal: nauka i innovacii, 2017, №4. P.8.
3. Sluczkiy A.N Materialy 73-j nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov i aspirantov. Belorusskij nacional'nyj tekhnicheskij universitet, Energeticheskij fakul'tet. Minsk: BNTU, 2017. pp. 651-656.
4. Tarasova G.I., Topil'skaya T.A. Identifikaciya i diagnostika system [System identification and diagnosis]. Ch. 1. Moskva, MIE`T, 2011, P.84.
5. Abramov K.V. Inzhenernyj Vestnik Dona, 2011, t. 16, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/444
6. Arxarov I.A., Nagimov R.R., Navasardyan E.S., 2016, № 7, pp. 24-27.
7. Lipa A.I. Kondicionirovanie vozduha. Osnovy teorii. Sovremennye tekhnologii obrabotki vozduha [Air conditioning. Basic theory. Modern air-handling technology] Osnovy` teorii. Izd. vtoroe, pererab., dop., Odessa: OGAX. Izdatelstvo: «Izdatelstvo VMV», 2010. P.607.
8. Pletnev G.P Avtomatizaciya tekhnologicheskikh processov i proizvodstv v teploenergetike: uchebnyk dlya studentov i vuzov [Automation of technological processes and productions in thermal power engineering: Textbook for students and universities]. Izdanie №4 izdatelskij dom ME`I, 2007. P.352.
9. Strizhak P.A., Morozov M.N. Izvestiya Tomskogo politexnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2015. T. 326. № 8. Pp.36-46.
10. Stepanov E.V. Ventilyaciya i kondicionirovanie vozduha [Ventilation and air conditioning]. Izdatel`stvo «AVOK Severo Zapad», 2005. P.399.