

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

QAPALI İSTEHSAL SAHƏLƏRİNDƏ MİKROİQLİMİN EFFEKTİV İDARƏ ETMƏ VƏ ÖLÇMƏ SİSTEMLƏRİNİN YARADILMASININ METOD VƏ ALQORİTMLƏRİNİN İŞLƏNİLMƏSİ

**İxtisas: 3338.01– Sistemli analiz, idarəetmə və
informasiyanın işlənilməsi (sahələr üzrə)**

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: Mətanət Vaqif qızı Hüseynova

**Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın**

AVTOREFERATI

Bakı – 2022

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin “Kompüter texnologiyaları və kibertəhlükəsizlik” kafedrasında və bir hissəsi Milli Aerokosmik Agentliyinin Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: Texnika elmləri doktoru, professor
Hikmət Həmid oğlu Əsədov

Rəsmi opponentlər: Texnika elmləri doktoru, professor
Nailə Fuad qızı Musayeva

Texnika elmləri doktoru, dosent
Zərifə Qasım qızı Cəbrayılova

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Könül İmran qızı Cabbarova

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.41 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:
Texnika elmləri doktoru, professor



Vaqif Əlicavad oğlu Qasımov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:
Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent



Vahid Qara oğlu Fərhadov

Elmi seminarın sədri:
Texnika elmləri doktoru, professor



Səyyəddin Məşədi oğlu Cəfərov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Cəmiyyətin müasir inkişaf səviyyəsində iş yerlərində adekvat şəraitin təşkilinə ciddi diqqət yetirilir. Qabaqcıl texnologiyaların inkişafı ilə əlaqədar istehsalat yerlərində təhlükə səviyyəsinin artması iş yerlərində əməyin spesifikasiyasının nəzərə alınmasına ehtiyacı artırır, bu da qapalı yerlərdə optimal mikroiqlimin yaradılmasının vacib şərtlərindən hesab edilir. İnsanın iş qabiliyyəti iş yerlərində əhəmiyyətli dərəcədə olaraq mikroiqlim səviyyəsindən asılıdır. Qeyd edilən vəziyyət istehsalatda işçi və yaşayış yerlərinin hava mühitinin keyfiyyətli idarə sistemləri ilə təchizatını zəruri edir. QOST 12.1005 – “İşçi zonasının havalandırılmasına ümumi sanitariya – gigiyenik tələblər” standartına əsasən qapalı yerlərin mikroiqlimi insanın orqanizminə temperaturla, nisbi rütubətlə, havanın hərəkət sürətilə, həmçinin ətrafdakı səthlərin temperaturu ilə təyin edilir. İstehsalat yerlərində mikroiqlim temperaturun, rütubətin, havanın və lazer şüasının hərəkət sürətlərinin, həmçinin insanın əhvalını, iş qabiliyyətini və məhsuldarlığını müəyyən edən bəzi fiziki amillərin uyğunluqları ilə təyin edilir və ətraf mühitdən daxil olan istiliyin, rütubətin, qaz qarışıqlarının axınlarının təsiri altında formalaşır. İnsanın aktiv həyat fəaliyyəti konkret istehsalat şəraitində məqsədyönlü peşəkar işini də əhatə edir. Bu şəraitin səhv seçimi işçinin əlverişsiz əmək fəaliyyətinə və sağlamlığına təsir edə bilər. İnsanın əmək fəallığı və məhsuldarlığı texnikanın və texnologiyaların inkişafı ilə əlaqədar olaraq daim dəyişir. Bütün bunlar iş yerlərində əlverişli mikroiqlimin yaradılması üçün işə götürən şəxslərin məsuliyyətini artırır. Qapalı yerlərdə mikroiqlimi formalaşdıran amillər iki qrupa bölünür: tənzimlənməyən iqlim amilləri, tənzimlənən texniki və texnoloji amillər. İşçi yerlərində mikroiqlimin yaradılmasında həlledici yer ikinci qrup amillərinə aiddir. Hal-hazırda istehsalat yerlərində istifadə edilən hesablama və mikroiqlim sistemlərinin layihələndirilməsi metodikaları təyin edilmiş iş rejimləri üçün doğru olan hesablama ölçülərindən istifadəyə əsaslanmışdır. Belə ki,

mikroiqlim prosesləri, zamanla əlaqəli olaraq, bir sıra təsir edən amil və parametrdən asılıdır. Mikroiqlimin formalaşmasına xidmət edən parametrlərin əhəmiyyətli miqdarı dissertasiyada həll edilən məsələlərin mürəkkəbliyini və sistemliyini müəyyən edir. Buna görə də mövcud metodların təkmilləşdirilməsi və qapalı yerlərdə işləyən işçilər üçün komfortlu şəraitin yaradılması məqsədilə optimal parametrlərin hesablanılmasının yeni metodlarının işlənilməsi əsas aktual məsələ hesab edilir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işinin məqsədi insanların mövcud olduğu mülki və sənaye təyinatlı binalar da mikroiqlimi təmin etmək üçün yüksək effektivli sistemlərin yaradılmasının elmi və metodoloji əsaslarının hazırlanmasıdır.

Əsas məqsədə nail olmaq üçün dissertasiya işində aşağıdakı məsələlər qarşıya qoyulmuş və həll edilmişdir:

1. Fangerin istilik komfortlu nəzəriyyəsinin əsas müddələrinin müxtəlif əmək fəaliyyət göstəriciləri olan bir qrup şəxslərə tətbiq edilməsi və bütün qrup üçün vahid istilik komfortlu göstəricisinin formalaşması imkanlarının tədqiqi;

2. İstilik komfortlu, havanın keyfiyyəti və həmçinin atmosferdə CO_2 konsentrasiyasının zamana görə artma tendensiyası nəzərə alınaraq daxili mühitin keyfiyyət indeksinin formalaşdırılması imkanlarının tədqiqi;

3. Qapalı məkanlarda temperatur və rütubət şəraitinə nəzarət etmək üçün parametrik iki kriteri metodun işlənməsi;

4. NO_2 -nin ölçü nəticəsinə formaldehid konsentrasiyasının təsirinin kompensasiyasını təmin edən üç dalğalı qeyri-dispersiv ölçmə metodunun işlənilməsi;

5. Müxtəlif formatlı sənaye binalarında CO_2 -nin konsentrasiyasının ölçülməsi nəticələrinin yüksək informativliyinin əldə edilməsi imkanlarının tədqiqi;

6. Havalandırılmış otaqlarda CO_2 -nin konsentrasiyasının ölçülməsində yaranan xətalərin tədqiqi;

7. Enerji sərfiyyatının minimuma endirilməsi, CO_2 və $TVOC$ -un (ümumi uçucu üzvi birləşmələr) konsentrasiyasının azaldılması

nəzərə alınmaqla binalarda havalandırma rejimlərinin optimallaşdırılması;

8. Qapalı yerlərdə mikroiklimin əsas göstəricilərinin enerjiyə qənaətli adaptiv idarə edilməsi üsulunun işlənilməsi.

Tədqiqat metodları. Yerinə yetirilmiş dissertasiya işində aparılan tədqiqatlarda diferensial və inteqral hesablama nəzəriyyəsinin elementləri, çox kriteri optimallaşdırma metodları, variasiya hesablanması metodları, qeyri-səlis məntiq metodları, informasiya nəzəriyyəsinin elementləri, spektral analiz və istilik texnikası metodları istifadə edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Müxtəlif əmək aktivliyi göstəricilərinə malik olan bir qrup şəxslər üçün Fangerin istilik komfortu nəzəriyyəsinin tətbiq edilməsinin mümkünlüyü və doğruluğu barədə müddəa; göstərilən qrup üçün istilik hissiyatının formalaşdırılmış və fərdi *PMV* göstəricilərini (konkret şəxsin istilik hissiyatının gözlənilən orta qiyməti) nəzərə alan orta inteqral göstərici; istilik hissiyatının qiymətləndirilməsi üçün təklif edilən göstəricinin arzu edilməz olan ekstremuma (minimuma) malik olması yalnız o zaman mümkündür ki, metabolik istilik generasiyası göstəricisi (M) ilə əmək aktivliyi göstəricisi (W) arasında loqarifmik asılılıq mövcud olsun. Lakin bu cür loqarifmik münasibət M və W göstəriciləri arasında xətti asılılığa dair Fanger nəzəriyyəsində nəzərə alınmış məlum fakta zidd olduğu üçün belə bir nəticə çıxarmaq mümkündür ki, göstərilən şəxslər qrupunun istilik hissiyatını birgə qiymətləndirmək üçün təklif edilən orta inteqral göstərici tam yararlıdır.

2. Qapalı ərazilərdə ətraf mühitin keyfiyyətini əks etdirən təklif edilmiş multiplikativ kriteri – keyfiyyət indeksi; bu indeks temperatur komfortu, havanın keyfiyyəti, atmosferdə CO_2 -nin konsentrasiyasının zamana görə dəyişmə trendini nəzərə almaqla tam istilik komfortu şəraitində *PMV*-nin sifirə bərabərləşməsi xassəsini özündə saxlamaqla sakinlərin istilik diskomfortunu uzun müddətli dinamikada qiymətləndirməyə imkan verir.

3. Mühafizə edilmiş qapalı ərazidə temperatur və nəmlik rejimlərinin idarə edilməsi üçün təklif edilmiş parametrik iki kriteri metod və müvafiq əməliyyat alqoritmi.

4. Qapalı ərazidə olan formaldehidin (CH_2O) konsentrasiyasının NO_2 -nin təsiri ilə kompensasiya edilməklə təklif edilmiş üç dalğalı qeyri – dispersiv ölçmə metodu; formaldehidin konsentrasiyasının hesablanması üçün təklif edilmiş formula; formaldehidin konsentrasiyasının ölçülməsi üçün qurğunun işlənmiş funksional sxemi.

5. Havalandırılan qapalı otaqlarda CO_2 -nin konsentrasiyasının ölçülmə xətasının tədqiqinin nəticələri:

Bu nəticələrə görə: a) havalandırılan otaqlarda CO_2 -nin konsentrasiyasının ölçülməsinin diskretləşdirmə xətası müəyyən maksimuma malikdir ki, bu maksimum zaman diskreti və havanın dəyişmə sürəti arasında müəyyən münasibət olduqda yaranır; b) havalandırılan otaqlarda CO_2 -nin konsentrasiyasına nəzarətin dinamik xətası müəyyən maksimuma malikdir ki, bu maksimum nəzarət müddəti, otağın həcmi və havalandırma sürəti arasında müəyyən münasibət olduqda yaranır.

6. Müxtəlif formatlı istehsal sahələrində CO_2 -nin konsentrasiyasının ölçülməsi nəticələrinin yüksək informativliyinin əldə edilməsi şərtlərinin müəyyənləşdirilməsi üçün optimallaşdırma məsələsi formulə edilmiş və həll edilmişdir.

7. Qapalı sahələrin optimal havalandırma rejimlərinin hesablanması üzrə formulə edilmiş və həll edilmiş məsələ. Bu məsələnin həllində hava çirkləndiricilərinin baxılan tiplərinin konsentrasiyalarının havalandırmaya sərf edilən elektrik enerjisi sərfiyyatından asılılığı nəzərə alınmışdır. Bu məsələnin həlli imkan vermişdir ki, iki havalandırma rejimi müəyyənləşdirilsin: a) maksimal enerji sərfiyyatı rejimi – bu rejimdə CO_2 və $TVOC$ (ümumi üzvi uçucu birləşmələr) tam havalandırılır; b) minimal enerji sərfiyyatı rejimi – burada 1000-1500 mkq/m^3 konsentrasiya diapazonunda $TVOC$, 1500-2000 mkq/m^3 diapazonunda isə CO_2 tam havalandırılır.

8. Mikroiklimin əsas göstəricilərinin enerji sərfiyyatı cəhətindən effektiv olan adaptiv idarə edilməsi üzrə təklif edilmiş üsullar. Yay və qış aylarında mikroiklimin idarə edilməsi üzrə təklif edilmiş metodların reallaşdırılması üzrə işlənmiş əməliyyat alqoritmləri.

Tədqiqatın elmi yeniliyi.

1. Fangerin istilik rahatlığı nəzəriyyəsinin ilk dəfə olaraq müxtəlif əmək fəaliyyət göstəriciləri olan işçilər qrupuna tətbiqin mümkünlüyü aşkarlanmışdır. *PMV*-nin fərdi göstəriciləri nəzərə alınmaqla həmin qrup üçün istilik hissini orta göstəricisi formalaşdırılmış və istiliyin metabolik generasiyasının (M) əmək fəaliyyətinin göstəricisindən (W) yalnız loqarifmik asılılığı olduqda təklif olunan orta göstəricinin arzuolunmaz ekstremum (minimum) qiymətini aldığı aşkar edilmişdir. Bu isə Fanger nəzəriyyəsində nəzərə alınan M -in W -dan məlum funksional asılılığının xətti olması faktına ziddir. Bu, bir qrup şəxslərin istilik hissini birgə qiymətləndirilməsi üçün təklif olunan orta inteqral göstəricinin ekstremuma malik olmaması və birqiymətli göstərici olması barədə nəticə çıxarma imkanı vermişdir.

2. Multiplikativ kriteri – havanın keyfiyyət indeksi təklif edilmişdir ki, bu indeks temperatur komfortlu havanın keyfiyyətini və atmosferdə CO_2 konsentrasiyasının zamana görə dəyişmə trendini nəzərə almaqla bərabər, *PMV* göstəricisinin tam istilik komfortu zamanı sifira bərabərləşməsi xassəsini özündə saxlayır və bununla da sakinlərin istilik diskomfortu səviyyəsini uzun müddətli dövr üçün müəyyənləşdirməyə imkan verir.

3. Parametrik iki kriteri metod, qapalı yerlərdə temperatur və rütubət şəraitinə nəzarət üçün müvafiq əməliyyat alqoritmi təklif olunur.

4. Qapalı yerlərdə formaldehidin (CH_2O) konsentrasiyasının NO_2 -nin təsirinin kompensasiyası ilə üç dalğalı qeyri-dispersiv ölçülmə metodu təklif edilmiş, formaldehid konsentrasiyasının hesablanması üçün düstur alınmışdır.

5. Müxtəlif formatlı sənaye binalarında CO_2 -nin konsentrasiyasının ölçülməsi nəticələrinin yüksək məlumatlılığının

əldə edilməsi üçün optimallaşdırma məsələləri formalaşdırılmış və həll edilmişdir. Havalandırılmış bir otaqda CO_2 -in konsentrasiyasının ölçülməsində xətlərin araşdırılması göstərir ki; a) havalandırılan otaqlarda CO_2 konsentrasiyasının ölçülməsində diskretləşdirmə xətasının müəyyən bir maksimumu var ki, bu da zaman diskreti və havanın dəyişmə sürəti arasında müəyyən asılılıq olduqda baş verir; b) havalandırılan otaqlarda CO_2 konsentrasiyasına nəzarətdə dinamik xəta otağın həcmi və havalandırma sürəti arasında müəyyən asılılıq olduqda maksimuma çatır.

6. Havalandırılan otaqlarda optimal havalandırma rejimlərinin hesablanması üçün optimallaşdırma məsələsi formulə edilmişdir ki, bu da iki havalandırma rejimini müəyyənləşdirməyə imkan vermişdir: a) CO_2 və $TVOC$ (ümumi uçucu üzvi birləşmələr) tam havalandırıldığı halda maksimum enerji sərfiyyatı rejimi, b) minimal enerji sərfiyyatı rejimi: burada 1000-1500 $\mu g/m^3$ konsentrasiya diapazonunda $TVOC$, 1500-2000 $\mu g/m^3$ diapazonunda isə CO_2 tam havalandırılır.

7. «ANSI/ASHRAE Standard 55-2010» standartının əsas müddələri bazasında insanların çox olduğu binaların mikroiqliminin əsas göstəricilərinə enerji cəhətdən səmərəli adaptiv nəzarət üsulları təklif olunmuşdur. Təklif olunan mikroiqlim idarə metodlarının yayda və qışda tətbiqi üçün əməliyyat alqoritmləri hazırlanmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.

1. İstehsal sahəsində yerləşən müxtəlif əmək aktivliyi göstəricilərə malik olan işçi qrup üçün Fangerin istilik komfortu nəzəriyyəsinin tətbiqi ilk dəfə təklif edilmiş və nəzəri cəhətdən əsaslandırılmışdır.

2. Qapalı ərazidə ətraf mühitin keyfiyyətini əks etdirən yeni göstərici – indeks təklif edilmişdir ki, bu göstərir nəinki havanın temperaturunu və keyfiyyətini göstərir, həmçinin, atmosferdə CO_2 qazının zamana görə dəyişmə trendini də nəzərə alır. Təklif edilmiş indeks qapalı ərazinin sakinlərinin istilik diskomfortu dərəcəsini təyin etməyə imkan verir

3. Qapalı ərazilərdə meteofaktorların idarə edilməsi üçün iki kriteri metod, həmçinin, formaldehid konsentrasiyasının ölçülməsi üçün üçdalğalı metod işlənmişdir.

4. Havalandırılan qapalı ərazilərdə CO_2 -nin konsentrasiyasının ölçülməsi zamanı diskreləşdirmə xətasının, həmçinin bu qazın konsentrasiyasına nəzarət zamanı yaranan dinamik xətanın ekstremal xassələri aşkar edilmişdir.

5. Qapalı yaşayış ərazilərində mikroiklimin əsas göstəricilərinin enerji cəhətdən effektiv olan adaptiv idarə üsulları işlənmişdir.

6. Göstərilmişdir ki, müxtəlif dalğa uzunluqlu və müxtəlif gücə malik olan lazer vasitəsilə havada olan CO_2 -nin konsentrasiyası optik-akustik üsulla ölçüldükdə, güc artdıqda dalğa uzunluğu $10,253 \text{ mkm} \div 9,569 \text{ mkm}$ intervalında azalır, şüanın gücü $(3 \div 9) Vt$ intervalında artdıqda ölçmə nəticələrinin informativliyi o zaman maksimuma çatır ki, ölçmə siqnalının qiyməti (U) ilə ölçmə sayı (N) arasında əks asılılıq mövcud olsun. Təcrübə nəticələrini nəzərə alaraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, P -nin artdığı otaqlarda CO_2 -nin konsentrasiyası çox olduqda N göstəricisi artmalı, aşağıkonsentrasiyalarda isə azalmalıdır.

7. Göstərilmişdir ki, qapalı ərazidə mikroiklimi təmin edən enerji sərfiyyatı sistemi hesablanarkən nəzərə almaq lazımdır ki, PMV kəmiyyətinin neytral qiyməti otaqda olan cari temperatura uyğunlaşma xassəsinə malikdir və bu effekt enerji sərfiyyatının azalmasına səbəb olur. Mikroiklimi təmin edən sistemin Pareto baxımından optimal iş rejiminin seçilməsi üçün çəki əmsalli adaptiv-bürünmə kriterisi təklif edilmişdir ki, bu kriteri PMV göstəricisinin artması ilə mikroiklim sisteminin enerji sərfiyyatı arasında müəyyən yol verilə bilən güzəşti əldə etməyə imkan verir.

8. Qapalı ərazidə mikroiklimin təklif edilmiş komfortluğun orta inteqral göstəricisindən istifadə edilməklə tənzimlənməsi üçün PID tənzimləyicilərinin funksional sxemləri işlənmişdir.

9. Ayrı-ayrı bölmələrə malik olan qapalı ərazidə komfortluğun təklif edilmiş orta inteqral göstəricisindən istifadə edilməklə bu

bölmələrdə tətbiq edilə bilən *PID* tənzimləyicilərinin funksional sxemləri işlənmişdir.

10. Təklif edilmiş və işlənmiş metodlar və onların reallaşdırma alqoritmləri imkan verir ki, qapalı ərazilərdə mikroiklimi təmin edən sistemlərin işinin səmərəliliyi yüksəldilsin.

İşin aprobeiasyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi-texniki konfrans və forumlarda müzakirə edilmişdir:

- Beynəlxalq Elmi - Texniki konfrans. “İnformasiya və kommunikasiya texnologiyalarının müasir vəziyyəti və inkişaf perspektivləri”, AzTU, 27-28 oktyabr, Bakı, 2014;

- Beynəlxalq Elmi - Texniki konfrans, “İnşaatda İnformasiya texnologiyaları və sistemlərinin tətbiqi imkanları və prespektivləri” İnşaat və Memarlıq Universiteti, 05-06 iyul, Bakı, 2018;

- X Международная научно-практическая конференция, «Актуальные проблемы экологии и охраны труда». Россия, Курск, 2019.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin “Kompüter texnologiyaları və kibertəhlükəsizlik” kafedrasında və bir hissəsi Milli Aerokosmik Agentliyinin Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir (*Bunu əks etdirən akt dissertasiya işinin əlavələrində təqdim edilmişdir*).

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi: Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, əsas nəticələrdən, 138 sayda istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Cədvəllər, şəkillər və ədəbiyyat siyahısı daxil olmaqla dissertasiya işi 150 səhifədə şərh olunmuşdur. Dissertasiyanın məzmunu giriş - 14913 işarədən, I fəsil -52404 işarədən, II fəsil -25272 işarədən, III fəsil -28760 işarədən, IV fəsil - 34739 işarədən ibarətdir. Dissertasiya işi 150 səhifə kompüter yazısından ibarət olmaqla ümumi həcmi 203720 işarəni (mündəricat, giriş, əsas nəticə və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı daxil olmaqla) təşkil edir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə mövzunun aktuallığı və dissertasiyanın ümumi xarakteristikası verilmişdir.

Dissertasiya işinin birinci fəsili mülkü və sənaye yerləri üçün mikroiklim sistemlərinin elmi və metodoloji əsaslarının inkişafı və təkmilləşdirilməsinə həsr olunub. Fəsilin əvvəlində qapalı yerlərdə mikroiklim sistemlərinin işlənməsi və istifadəsinin hazırkı vəziyyətinə qısa şərh verilmişdir.

ASHRAE standartının şkalasına müvafiq olaraq çoxlu sayda insanların temperatur hissiyatının orta qiyməti, proqnozlaşdırılan temperaturun komfortluq dərəcəsi (*PMV*) kimi təyin olunur.

O.P. Fanger *PMV* (istilik komfortunun proqnozlaşdırılmış orta qiyməti) və insanın istilik yükü arasındakı əlaqə üçün aşağıdakı formulaları təklif etmişdir:

$$PMV = 3,155 \cdot (0,303e^{-0,114M} + 0,028) \cdot L, \quad (1)$$

burada: *M* - insanın fəaliyyətinin aktivliyindən asılı olaraq metabolik istilik yaratma səviyyəsidir $1 \text{ met} = 58,1 \text{ Wt}/\text{m}^2$.

L - bir insanın daxilində yaranan istiliklə bu istiliyin ətraf mühətdə yaranan itkisi arasındakı fərqdır.

Bir şəxsin metabolik istilik itkisi aşağıdakı kimi nəzərə alın bilər:

$$q_{\text{met.heat}} = M - w. \quad (2)$$

Burada: $q_{\text{met.heat}}$ – metabolik istilik itkilərini xarakterizə edən göstərici;

w – vahid səth sahəsinə görə insanın gördüyü işdir (insan bədəninin), (Btu/hft^2).

Aşağıdakı tədqiqat məsələsi formulə edilmiş və tədqiq olunmuşdur:

M və w arasındakı hansı formada funksional əlaqə üçün W üzrə PMV -nin orta inteqral qiyməti arzuolunmaz ekstremal xüsusiyyətə malik olacaqdır. Tutaq ki, aşağıda göstərilən göstəricilərlə xarakterizə edilən insanların H çoxluğu mövcuddur:

$$H = \{h_1, h_2, \dots, h_n\} \quad (3)$$

1. H çoxluğunun bütün elementləri aşağıdakı eyni funksional asılılığa malikdirlər: $M = \varphi_1(w)$;

2. H çoxluğunun elementləri, nizamlanmış çoxluq təşkil edən w göstəricisinə malikdirlər:

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}; w_i = w_{i-1} + \Delta w; i = \overline{1, n}; \Delta w = const. \quad (4)$$

3. H çoxluğunun elementlərinin metabolik potensialı aşağıdakı kimi məhduddur:

$$P = \int_{w_{\min}}^{w_{\max}} \varphi_1(w) dw = c_4 = const. \quad (5)$$

(5) ifadəsi istiliyin metabolik generasiyasında H -çoxluğunun elementlərinin ümumi potensialının w -dən asılı olmadığını və sabit olduğunu bildirir.

Bəzi aralıq çevirmələr aparılmaqla, (1) ifadəsi əsasında orta inteqral qiymət formalaşdırılmışdır:

$$PMV_{or} = \frac{1}{w_{\max} - w_{\min}} \times \int_{w_{\min}}^{w_{\max}} \left(d_1 \cdot e^{\frac{d_2 \varphi_1}{(w)}} + d_3 \right) \cdot [c_3 \cdot \varphi_1(w) + cw - c_1] dw, \quad (6)$$

burada: $d_1 = 3,155 \cdot 0,303$; $d_2 = 0,114$; $d_3 = 0,028$.

(5) və (6) ifadələri əsasında şərtsiz variasiya optimallaşdırma məsələsi tərtib edilmişdir. Eyler - Laqranj tənliyini nəzərə alaraq bu məsələnin həlli aşağıdakı $\varphi_1(w)$ funksiyasını vermişdir ki, bu həll daxilində (6) funksionalı minimal qiymət alır:

$$M = c_5 \cdot \ln(L - c_5) + c_6; c_5 = c_6 = \text{const.} \quad (7)$$

Beləliklə, M və L arasındakı loqarifmik asılılıq olduqda (6) funksionalının minimumu əldə edilir. Fangerin temperatur komfortu nəzəriyyəsində M və L arasında xətti asılılıq olduğu nəzərdə tutulduğu üçün müxtəlif əmək qabiliyyətli şəxslərə tətbiq edilmiş orta inteqral göstəricinin keyfiyyətə fərqli olduğu və yararlılığı təsdiq edilmiş olur.

Daha sonra birinci fəsildə istehsalatın qapalı yerləri üçün ətraf mühitin yeni dinamik keyfiyyət indeksinin işlənilməsi məsələsinə baxılmışdır. Havada CO_2 konsentrasiyasının artma dinamikasının qiymətləndirilməsini, eləcə də atmosferdə olan CO_2 -nin konsentrasiyasının artımına görə planetdə orta temperaturun artmasını nəzərə alan temperatur komfortu indeksini əhatə edən, insanların çox olduğu qapalı yerlərdə yeni dinamik indeksin formalaşması imkanı tədqiq edilmişdir.

Temperatur komfortu və qapalı yerlərdə havanın keyfiyyətinin birgə multiplikativ göstəricisi təklif edilmişdir.

$$S = (PMV^{\lambda_1})((C_{out} - C_{st})^2)^{\lambda_2}, \quad (8)$$

burada: S – təklif edilən göstərici; PMV – Fanger tərəfindən təklif edilən temperatur komfortu indeksi; $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$, λ_1 , λ_2 çəki əmsalları; C_{out} – xarici mühitdə CO_2 qazının konsentrasiyası; C_{st} – xarici mühitdə CO_2 qazının konsentrasiyasının standart qiymətidir.

Beləliklə, Fanger nəzəriyyəsinin CO_2 miqdarının artmasının obyektiv mövcud tendensiyasına görə genişləndirilməsi baxımından PMV indeksinin ümumiləşdirilməsi təklif edilmişdir. Daha sonra, birinci fəsildə, qapalı yerlərdə temperatur və rütubət şəraitinin idarə olunması üçün parametrik iki ktiterili üsulun işlənilməsi mümkünlüyünə baxılmışdır.

Qapalı yerlərdə mikroiklimin təmin edilməsinin əsas göstəricilərindən biri diskomfort indeksidir ki, bu indeks cari gün üçün temperatur və rütubətin hava proqnozlarına əsasən aşağıdakı ifadə əsasında hesablanır:

$$DI = \alpha_1 \cdot T_0 + W_0(\alpha_2 T - \alpha_3) + \alpha_4, \quad (9)$$

burada: $\alpha_1 = 0,81$; $\alpha_2 = 0,99$; $\alpha_3 = 14,3$; $\alpha_4 = 46,3$; T_0 – xarici mühit temperaturu; W_0 – xarici mühitin nəmliyi; T – qapalı yerdəki temperaturdur.

Ətraf mühitdəki havanın rütubətinin mikroiqlim çevrilməsinin göstəricisi olan və bu rütubətin qapalı yerlərdə havadakı rütubətə çevrilməsini xarakterizə edən d xüsusi əmsalı nəzərdən keçirilmişdir. d aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$d = \frac{RH_k/100}{W_{xmr}} \quad (10)$$

burada: RH – nisbi rütubət; W_{xmr} – xaricdən gələn havanın mütləq rütubətidir.

Aparılmış təhlil nəticəsində aşağıdakı transendent tənlik alınmışdır:

$$\frac{d \cdot b_2 \cdot (DI - \alpha_1 T_0 - \alpha_4)}{P_p(\alpha_2 T - \alpha_3)} = \frac{1}{\exp\left[\frac{b_2 T}{b_3 + T}\right]} \quad (11)$$

Bu tənlik bizə qapalı yerlərdə DI və T kriterilərinin verilmiş qiymətlərində komfortlu temperaturun müəyyən edilmə üsulunun və müvafiq alqoritminin işlənməsi imkanını verir. Qapalı yerlərdə mikroiqlimin təmin edilməsinin texnoloji sxemi işlənmişdir.

Dissertasiyanın ikinci fəsil qapalı yerlərdə az miqdarda olan qaz komponentlərinin ölçülməsi üçün işlənmiş metodlara həsr edilmişdir. Fəslin əvvəlində qapalı yerlərdə ultrabənövşəyi diapazonda formaldehid konsentrasiyasının işlənmiş qeyri-dispersiv ölçmə üsulu təqdim edilmişdir.

Qeyri-dispersiv spektroskopiyaya metodunda şüa qaz küvetindən və qazın maksimal udma xətti ilə uzlaşan optik filtdən keçir. Həmçinin, dayaq kanalından da istifadə edilir ki, burada filtrin buraxma zolağı formaldehidin spektral udma zolağının olmadığı spektral zonaya uyğun qəbul edilir.

Qeyd edilmişdir ki, bu metodun köməyi ilə ilk yanaşmada formaldehid molekullarının konsentrasiyasını aşağıdakı formula ilə təyin etmək olar:

$$N_1 = \frac{c}{l[\alpha_f(340) - \alpha_f(334)]}. \quad (12)$$

Burada C - sabit kəmiyyət; l - işığın gediş yolu; α_f - formaldehidin udma əmsalıdır.

Daha sonra ikinci fəsildə havalandırılan otaqlardakı CO_2 konsentrasiyasının yüksək dəqiqlikli ölçülməsi üçün işlənmiş üsul təsvir edilmişdir.

Havalandırma sisteminin işləməsi zamanı qapalı yerdə CO_2 ölçülməsinin diskretləşdirmə xətasının tədqiqatı aparılmışdır. Diskretləşdirmə xətasını, ΔT zaman diskreti ərzində ölçülən qiymətin dəyişikliyinə görə meydana çıxan xəta kimi müəyyən edirik.

Göstərilmişdir ki, havalandırılan otaqlarda CO_2 -nin konsentrasiyasının ölçmə xətası

$$\Delta T = \frac{2}{\alpha} \quad (13)$$

şərti daxilində maksimal həddə çatır. Bu da ölçmənin diskretləşdirmə göstəricilərinin seçilməsinə olan tövsiyələrin işlənməsi imkanını yaradır. Müxtəlif sahəli otaqlardan ibarət olan qapalı yerlərdə CO_2 ölçmə çeviricilərinin optimal yerləşdirilməsi məsələsinə baxılmışdır.

Baxılan göstəricilərin fasiləsiz modelinə münasibətdə müəyyən bəzi məhdudlaşdırıcı şərtlər nəzərə alınmaqla müxtəlif formatlı otaqlarda insanların optimal paylanması şərti əldə edilmişdir ki, bu zaman otaqdakı CO_2 ölçmə çeviricilərinin yerləşdirilməsi sayı otaqların sahəsinə müvafiq olmalıdır.

Daha sonra, ikinci fəsildə havalandırılan otaqda karbon qazının miqdarının dəyişməsinin məlum dinamik modelini nəzərə alaraq havalandırma prosesinin optimallaşdırılması və müvafiq konsentrasiyasının ölçmələrinin dəqiqlik parametrlərinin müəyyənləşdirilməsi məsələsinə baxılmışdır. İşlənmiş optimal modelə görə, əgər $t = t_0$ anında, otaqda CO_2 konsentrasiyası CO_2

sıfıra bərabərdirsə və sonra otaqda insanların sayı artıqda CO_2 konsentrasiyası Q/v sürəti ilə artmağa başlayırsa, $C(t)$ -ni ekstremuma çatdıran Q qiyməti aşağıdakı transsendent tənlikdən alınır.

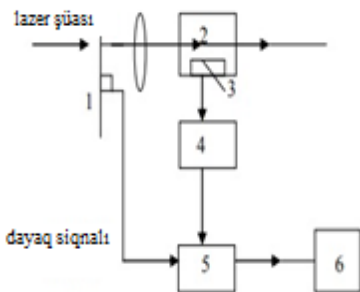
$$e^{-Qt/v} \left(\frac{1}{Q} + \frac{t}{v} \right) = \frac{1}{Q}. \quad (14)$$

Burada Q - binanın havalandırılma sürəti; v - binanın həcmidir.

Havalandırma sisteminin işlədiyi zaman otaqdakı CO_2 qazının konsentrasiyasına nəzarətin gedişində yaranan dinamik xətalərin tədqiqatı aparılmışdır. Dinamik xəta nəzarət müddəti ərzində konsentrasiyanın dəyişməsi səbəbindən baş verən xəta kimi təyin edilmişdir. Göstərilmişdir ki, $T_{ölç} = 2V/Q$ şərtinin yerinə yetirilməsi zamanı havalandırılan qapalı yerlərdə CO_2 konsentrasiyasının dinamik xətası maksimal həddə çatır.

İkinci fəsildə optik-akustik spektrometrlərdən istifadə edərək, mülkü və sənaye obyektlərində havanın CO_2 konsentrasiyasının iki həddli göstəricisinin optimallaşdırma məsələləri nəzərdən keçirilmişdir.

Optik-akustik ölçü qurğusunun blok-sxemi şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. Optik – akustik ölçmə qurğusunun blok – sxemi:

1 – mexaniki kəsici; 2 – daxilində qaz nümunəsi olan küvet;
3 – mikrofon; 4 – ilkin gücləndirici; 5 – sinxron gücləndirici; 6 – qeydiyyat qurğusu.

Ölçmə qurğusunda dalğa uzunluğu tədqiq olunan qazın spektral udma zolağının dalğa uzunluğu ilə üst-üstə düşən tənzimlənən lazerdən istifadə olunur. Lazer şüası, signal/küy nisbətinin optimal

qiymətini təmin edən tezliklə modulyasiya edilir. Göstərilmişdir ki, müxtəlif dalğa uzunluğunda və müxtəlif güclü çoxlu lazer mənbələrindən istifadə etməklə havada CO_2 -nin optik-akustik ölçülməsini apararkən, $(3 \div 9) Vt$ güc intervalında lazer şüası dalğasının uzunluğu gücün artımı ilə $10,253 \text{ mkm} \div 9,569 \text{ mkm}$ intervalında azaldıqca ölçmə nəticələrinin informativliyi U signalının ölçüsünün və N ölçmə sayının əks qanunauyğunluqla dəyişməsinə riayət edildikdə maksimuma çatacaqdır.

Dissertasiya işinin üçüncü fəsil qapalı yerlərdə mikroiklimi təmin edən sistemlərin səmərəliliyinin artırılması məsələlərinə həsr edilmişdir. Fəslin əvvəlində ofis binalarının havalandırılmasının optimallaşdırma məsələsinə baxılmışdır.

Xərc funksiyasının elektrik enerjisi ekvivalentini hesablayaq:

$$\zeta = \gamma \cdot (\max(C_{mtr}, C_{thr}) - C_{thr})^{1,3}, \quad (15)$$

burada: ζ - baxılan çirkləndiricinin elektrik enerjisinin ekvivalenti; γ - miqyas əmsalı; C_{mtr} - çirkləndiricinin baxılan növünün transformasiya edilmiş qiyməti; C_{thr} - hər hansı cərimə tətbiq edilməsinə səbəb olmayan çirkləndiricinin fon qiymətidir.

Qapalı yerlərin havalandırılması üçün elektrik enerjisi xərcləri baxımından havanın çirklənmə növlərinin inteqral elektrik enerjisi ekvivalentinin ekstremal həddə çatma şərti əldə edilmişdir.

Daha sonra, üçüncü fəsildə mikroiklim sistemlərinin enerji səmərəliliyi və otaqdakı komfort temperatur nəzərə alınaraq bu sistemlərin işinin optimallaşdırılması məsələsi nəzərdən keçirilir. Komfort temperaturun adaptiv modelinin əsasını, komfort (neytral) temperaturla otaqdakı orta temperatur arasında güclü korrelyasiya əlaqəsinin olduğunu təsdiq edən eksperimental olaraq müəyyənləşdirilmiş fakt təşkil edir.

Bundan əlavə aşağıdakı asılılıq mövcuddur:

$$T_n = 11,9 + 0,534 T_0, \quad (16)$$

Burada: T_n - neytral temperatur; T_0 - qapalı mühitin temperaturudur.

PMV -in dəyişən (adaptiv) qiyməti (PMV_n) ilə kondisionerli sistemlərin enerji sərfiyyatı arasındakı tərs əlaqə, bir-biri ilə əlaqəli olan bu göstəricilərin elə işçi rejim nöqtəsinin optimal seçilməsi problemini aktuallaşdırır ki, bu zaman ağlabatan kompromis əldə edilmiş olsun.

Çoxlu sayda eksperimental tədqiqatlar göstərir ki, PMV_{max} və eləcə də T_n -nin xətti artımı tələb olunan enerjinin eksponensial azalmasına gətirir. Buna görə də, PMV_n və E parametrləri M_1 və M_2 Pareto - asılılıq kriteriləri şəklində təsvir edilə bilər;

$$M_1 = PMV_n(PMV_{max}); \quad (17)$$

$$M_2 = E(PMV_{max}); \quad (18)$$

burada: E - enerji sərfiyyatı göstəricisidir.

(17) və (18) ifadələri nəzərə alınaraq optimallaşdırmanın məqsəd funksionalı tərtib edilmişdir:

$$M_0 = \alpha_1 \cdot PMV_n(PMV_{max}) + \alpha_2 \cdot E(PMV_{max}); \quad \alpha_1 + \alpha_2 = 1. \quad (19)$$

(17) funksiyasının xətti interpolasiyasında və (18) funksiyasının eksponensial approksimasiyasında M_0 -in PMV_{max} - dan asılı olaraq minimuma çatma şərti əldə edilmişdir.

$$PMV_{max} = \frac{1}{k_2} \ln \left(\frac{\alpha_2 A_2 k_2}{\alpha_1 k_1} \right). \quad (20)$$

Yuxarıda qeyd olunmuş M_0 funksiyasının xüsusiyyəti onu Fanger nəzəriyyəsinə əsasən işləyən mikroiklim sisteminin optimallaşdırılması kriterisi kimi təqdim etməyə imkan verir.

Daha sonra üçüncü fəsilə multiplikativ kriteriyə görə qapalı yerlərdə mikroiklim sistemlərinin enerji effektivliyi kriterisi üzrə optimallaşdırılması haqda məsələyə baxılmışdır.

Təklif edilən Π multiplikativ kriterini aşağıdakı kimi təsvir edək:

$$\Pi = M_1^{\beta_1} \cdot M_2^{\beta_2}, \quad \beta_1 + \beta_2. \quad (21)$$

Yuxarıda qeyd edilmiş aproksimasiyaları nəzərə almaqla aşağıdakını əldə edirik:

$$\Pi = (k_1 \cdot PMV_{max} + A_1)^{\beta_1} \cdot (A_2 e^{-k_2 PMV_{max}} + A_3)^{\beta_2}. \quad (22)$$

Təhlili asanlaşdırmaq üçün qəbul edək ki,

$$\beta_1 = \beta_2; \quad A_1 = A_3 = 0.$$

Göstərilmişdir ki,

$$PMV_{max} = \frac{1}{k_2}$$

şərti yerinə yetirilən zaman Π ekstremuma çatacaq. Təyin edilmişdir ki,

$$PMV_{max} > \frac{2}{k_2}$$

olduqda minimuma, əks halda isə maksimuma çatır.

Dissertasiya işinin dördüncü fəsil modifikasiya edilmiş Fanger istilik komfortu göstəricisinə əsaslanan mikroiqlim təminatı sisteminin qurulması məsələlərinə həsr edilmişdir.

PID tənzimləmə üsulundan istifadə edərək qapalı mühitdə mikroiqlimə nəzarət sisteminin qurulması məsələləri nəzərdən keçirilmişdir.

Təklif olunan variantda *PID* tənzimləyici temperaturun saxlanılmasının yüksək dəqiqliyini təmin edir.

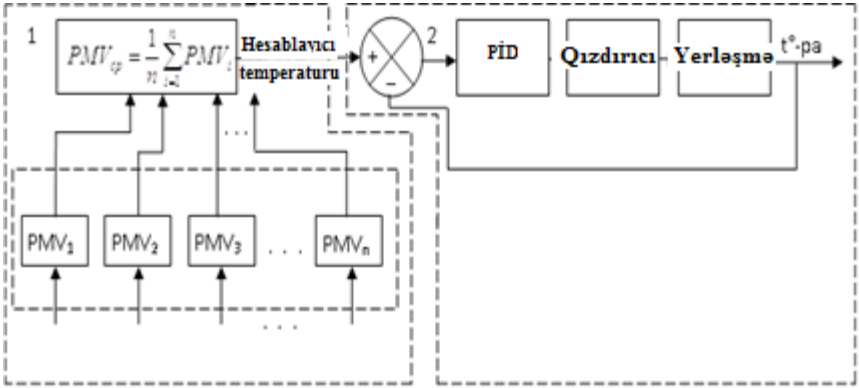
Qızdırıcı tərəfindən ayrılan N gücü maksimum gücün faizi kimi göstərilməklə aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$N = \frac{100}{k_p} \left(\Delta T + \frac{1}{k_i} \int_0^1 \Delta T dt - k_d \frac{dT}{dt} \right). \quad (23)$$

Burada k_p, k_i, k_d – *PID* əmsallarıdır.

Şəkil 2-də komfort temperaturun hesablanması üçün təklif edilmiş orta inteqral indeksdən istifadə edərək *PID* tənzimləyicisinə

əsaslanan temperatur tənzimləyici qurğunun funksional sxemi göstərilmişdir.



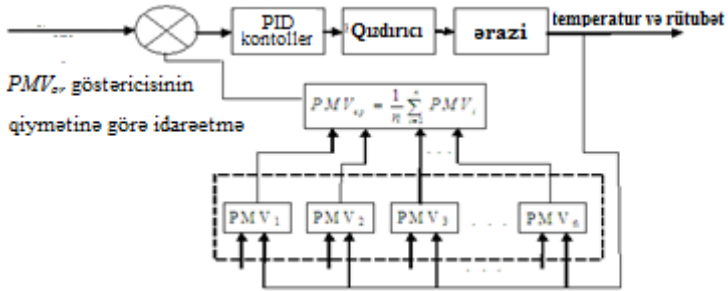
Şəkil 2. *PMV*-in orta inteqral göstəricisinin istifadəsi ilə *PID* tənzimləyicisi əsasında mikroiklimi tənzimləyici qurğunun funksional sxemi:

1- komfortlu temperaturun orta inteqral göstəricisinin formalaşdırma qovşağı; 2- *PID* temperatur tənzimləyicisinin qovşağı.

Qurğunun funksional sxemindən görüldüyü kimi, 1 qovşağında otaqda qalan hər bir şəxs üçün fərdi PMV_i göstəricilərinin formalaşdırılması həyata keçirilir və sonra bu göstəricilərin orta qiyməti hesablanır. Hesablanmış PMV_{or} qiymətinə əsasən qapalı mühit üçün hesablanmış temperatur müəyyən edilir.

İkinci variantda, PMV qovşağı tənzimləmə qovşağının əks əlaqə dövrəsinə daxil edilir. Qurğunun funksional sxemi Şəkil 3-də göstərilmişdir.

Qurğunun funksional sxemindən görüldüyü kimi, bu vəziyyətdə idarə konturu otaqda olan hər bir şəxs üçün PMV göstəricisinin fərdi qiymətlərini təşkil edən $PMV_1 \div PMV_n$ qovşaqları vasitəsilə qapanır. Qurğuda PMV -in cari və ideal qiyməti arasındakı fərq hesablanır, PMV_{or} şəklində cari qiymət, otaqda qalan bütün insanların xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq formalaşır.

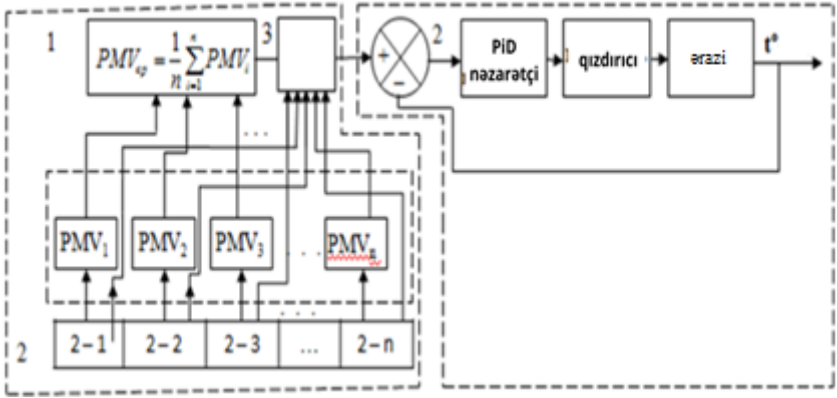


Şəkil 3. *PMV* orta integral qiymət göstəricisindən istifadə edərək, *PID* tənzimləyicisinə əsaslanan mikroiklim tənzimləmə qurğusunun funksional sxemi

Dördüncü fəsilə daha sonra, otaqdakı sakinlərin uyğunlaşma təsirini nəzərə alaraq, temperatur komfortuna nəzarət etmək üçün orta inteqrasiya edilmiş Fanger modelini istifadə etmək imkanı nəzərdən keçirilir.

Bu bölmədə daha sonra *PID* tənzimləyici üsulundan istifadə edərək, ayrı-ayrı bölmələri olan qapalı yerlərdə mikroiklimin tənzimlənməsi sisteminin yaradılması məsələlərinə baxılmışdır. İstənilən otaq temperaturu müəyyən edilir və otaqda bu temperaturu saxlamaq üçün *PID* tənzimləyici istifadə olunur. *PID* tənzimləyici temperaturun saxlanması üçün yüksək dəqiqliyi təmin edir.

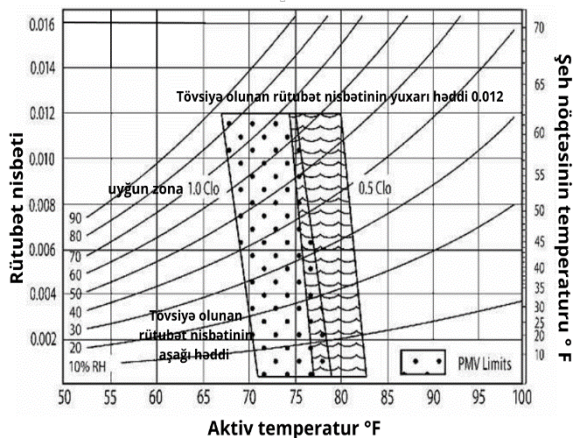
Şəkil 4-də adaptasiya effekti nəzərə alınmaqla orta inteqrasiya göstəricisinin istifadəsi ilə komfortlu temperaturu hesablamaq üçün *PID* tənzimləyicisinə əsaslanan temperatur tənzimləyici qurğunun funksional sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 4. Adaptasiya effekti nəzərə alınmaqla orta inteqrasiya göztəricisinin istifadəsi ilə komfortlu temperaturu hesablamaq üçün *PID* tənzimləyicisinə əsaslanan temperatur tənzimləyici qurğunun funksional sxemi:

1- *PMV* orta inteqrasiya göstəricisinin formalaşdırılması qovşağı; 2– mühitin şöbələri (2-1, 2-2, 2-3, ..., 2-n); 3-*PID* tənzimləyicisinə verilmiş temperaturun hesablanması qovşağı.

Dördüncü fəsildə daha sonra insanların olduğu mühitdə mikroiklimin adaptiv effektiv enerji sistemlərinin yaradılması məsələlərinə baxılmışdır.



Şəkil 5. “ASHRAE standartı 55 – 2004” standartına əsasən psixometrik diaqram.

“ASHRAE Standard 55 – 2004” standartı, bir insanın müxtəlif aktivlik dərəcəsinə malik olduğu komfortlu sahəni təyin edir ki, bu da metabolik göstəricinin 1,0 met-dən 1,3 met-ə kimi mümkün dəyişikliyi, eləcə də geyimin istilik izolyasiya göstəricisi 0,5 Clo ÷ 1,0 Clo aralığında dəyişməsinə əks etdirir. Komfortlu zonada bu göstəricinin qiyməti $\pm 0,5$ aralığında olan *PMV* kriterisi ilə müəyyən edilir.

Tədqiqatın məqsədi qeyd edilmiş standartlarda verilmiş psixometrik diaqram əsasında mikroiklimin adaptiv idarəsidir. Psixometrik diaqrama əsaslanmaqla insanların çox olduğu mühitdə mikroiklimin təmini sistemində adaptiv idarənin ümumi prinsipinin mahiyyəti bu diaqramda göstərilən komfortlu sahəyə uyğun olan mikroiklim rejimlərinin demək olar ki, tam yerinə yetirilməsi kriterisinə görə əsas mikroiklim göstəricilərinin adaptiv idarə olunması üçün texniki tədbirlərin həyata keçirilməsindən ibarətdir.

Qapalı yerlərdə mikroiklimin aşağıdakı adaptiv idarə üsullarını qeyd edə bilərik:

1. Qızdırıcı və ya sərinlətmə yolu ilə mühitdə temperaturun bəzi fəaliyyət temperatur diapazonu təmin edilir. Daha sonra, havanın rütubətliliyinin adaptiv idarəsi elə həyata keçirilir ki, (T_g ;

RH) nöqtəsi şəkil 5-də göstərilmiş ştrixlənmiş komfort sahəsinin hüdudlarında yerləşsin.

2. İnsanlarla dolu olan qapalı yerdə havalandırma rejiminin dəyişdirilməsi yolu ilə müəyyən bir nisbi rütubət təmin edilir. Effektiv temperaturun adaptiv idarəsi ilə tətbiq olunmalıdır ki, (T_g ; *RH*) nöqtəsi ştrixlənmiş komfort zonasında olsun.

Hava temperaturunun mövsümə görə tənzimlənməsinə (qışda istiləşdirmə və yayda sərinlətmə) sərf olunan enerji sərfiyyatını minimuma endirmək baxımından elektrik sərfiyyatına qənaət edilməsi üçün aşağıdakı xarakterik imkanları göstərə bilərik. Məsələn, qış aylarında soyuq havalarda elektrik enerjisinin sərfiyyatı baxımından elə *A* nöqtəsini seçmək lazımdır ki, iş yerini minimal olaraq qızdırmaqla komfortlu şəraiti yaratmaq mümkün olsun. Öz növbəsində, yaz aylarında isti havalarda, sıfır soyutma tələb olunan *B* iş yerini seçməlidir.

Qış aylarında mikroiklimin idarə edilməsinə sərf edilən elektrik enerjisinin qənaətinin təklif olunan adaptiv üsullarının alqoritminin blok sxemi tərtib edilmişdir.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Fangerin istilik komfortu nəzəriyyəsinin müxtəlif əmək aktivliyinə malik olan işçi qrupuna tətbiq olunmasının təklif edilmiş nəzəri əsaslandırılması və bu cür qrup üçün istilik hissiyatının formalaşdırılmış orta inteqral göstəricisi, ayrı-ayrı şəxslərin istilik hissiyatının gözlənilən orta qiymətinin fərdi göstəricilərini nəzərə almaqla iş yerlərində işləyən müxtəlif əməkçi kollektivlərinin iş şəraitinin düzgün təşkili üçün böyük imkanlar yaradır.

2. Qapalı ərazilərdə ətraf mühitin keyfiyyətini əks etdirən dinamik kriteri atmosferdə olan CO_2 qazının konsentrasiyasının uzun müddətli artma trendini nəzərə almaqla istilik diskomfortu dərəcəsinə daha dəqiq müəyyənləşdirməyə və bir neçə il və ya onillik intervalı üzrə hesablanmış analoji göstəricinin qiymətlərini müqayisə etməyə imkan verir.

3. Qapalı sahələrdə mikroiklimin təmin edilməsi üzrə işlənmiş parametrik iki kriteril metod temperatur və nəmlik rejimlərinin yüksək səmərə ilə idarə edilməsinə imkan verir.

4. Qapalı sahələrdə formaldehidin konsentrasiyasının təklif edilmiş qeyri-dispersiv üç dalğalı ölçmə metodu NO_2 -nin təsirinin kompensasiyasını nəzərdə tutmaqla mülki və sənaye sahələrində mikroiklimin keyfiyyətini yüksəltməyə imkan verir və işçi heyəti formaldehidin ziyanlı təsirindən qoruyur.

5. Qapalı istehsal sahələrində CO_2 -nin konsentrasiyasının yüksək informativ ölçülməsinin yerinə yetirilməsi üzrə formalaşdırılmış optimallaşdırma məsələsinin həllinin nəticələri, həmçinin havalandırılan sahələrdə bu cür ölçmə xətalalarının tədqiqinin nəticələri imkan verir ki, həmin sahələrdə mikroiklim daha səmərəli idarə edilsin, ölçmə vasitələri daha səriştəli tərzdə seçilsin və ərazinin havalandırma rejimi düzgün müəyyənləşdirilsin.

6. Havalandırmanın optimal rejimlərinin müəyyənləşdirilməsi üzrə formulə edilmiş və həll edilmiş məsələnin nəticələri havalandırma rejimlərini alternativ qaydada seçməyə imkan verir ki, burada birinci halda maksimal enerji sərfi hesabına CO_2 və $TVOC$ (ümumi üzvi uçucu maddələr) tam havalandırılır ki, ikinci halda isə minimal enerji sərfi rejimində həmin çirkləndiricilər verilmiş konsentrasiya diapazonlarında qismən havalandırılır.

7. Mikroiklimin “ANSI/ASHRAE Standard 55-2010” standartının əsas müddəaları bazasında olmaqla enerji cəhətdən effektiv adaptiv idarəetmə sistemlərinin işlənilməsi imkanları göstərilmişdir.

**Dissertasiya işinin əsas məzmunu aşağıdakı nəşr edilmiş
elmi işlərdə əks etdirilmişdir:**

1. Алиев С.Г., Гусейнова, М.В. Нечеткий ситуационный логический вывод в сложных технических объектах // *Beynəlxalq Elmi - Texniki konfrans. “İnformasiya və kommunikasiya texnologiyalarının müasir vəziyyəti və inkişaf perspektivləri”*, AzTU, 27-28 oktyabr. Bakı. -2014, - s.433-439.

2. Гусейнова М.В. Вопросы разработки системы обеспечения микроклимата в помещении по средне интегрированной модификации показателя теплового комфорта Фангера // *Климат и природа*, Москва. -2018. №3 (28). - с.51-58.

3. Гусейнова М.В. Вопросы обеспечения безопасного температурного и влажностного режима в замкнутых и защищенных помещениях // *Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций*, Москва. - 2018. №4. - с.102-107.

4. Гусейнова М.В. Двухкритериальный параметрический метод определения оптимальной температуры в замкнутых помещениях // “*İnşaat İnformasiya texnologiyaları və Sistemlərin Tətbiqi İmkanları və Perspektivləri*” mövzusunda *Beynəlxalq Elmi-Praktiki konfransın materialları*, Bakı. - 05-06 iyul, 2018. - s.116-119.

5. Гусейнова М.В., Джавадов, Н.Г., Исмаилов, К.Х. Двухкритериальный параметрический метод контроля оптимальной температуры в производственных помещениях // *Нефтегазовое дело, Сетевое издание*, Москва. - 2018. №5. - с.214-228.

6. Гусейнова М.В. Вопросы разработки измерительной системы для определения концентрации CO₂ в вентилируемых помещениях // *Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль (ИМУК)*, Москва. - 2019. №1 (27). - с.12-18.

7. Гусейнова М.В. Вопросы разработки нового динамического индекса качества окружающей среды для жилых и производственных помещений // *Безопасность труда в промышленности*. Москва. - 2019. №1. - с.37-41.

8. Гусейнова М.В. Построение подсистемы измерителей концентрации CO_2 в вентилируемых помещениях // Датчики и системы, Москва. - 2019. №1 (232). - с.46-49.

9. Гусейнова М.В. Разработка метода недисперсивного измерения концентрации формальдегида в ультра фиолетовом диапазоне в замкнутых помещениях // Мир Измерений, Москва. - 2019. №1. - с.34-37.

10. Гусейнова М.В. Исследование возможности использования групповой оценки теплового комфорта по теории Фангера применительно ко множеству лиц с разными трудовыми показателями // Экология человека, г. Архангельск. - 2019. №4. - с.60-64.

11. Гусейнова М.В. Асадов Х.Г., Ибрагимова А.Э. Вопросы оптимизации функционирования систем микроклимата с учетом их энергоэффективности и комфортной температуры в помещениях // Промышленная Энергетика, Москва. - 2019. №4. - с.49-53.

12. Гусейнова М.В. Асадов, Х.Г., Махмудова, В.Х., Шамохина, С.А. Вопросы создания адаптивных энергоэффективных систем управления микроклиматом в людских помещениях // Сборник статей 11-й Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда». Курск. - 2019. - с.290-297.

13. Гусейнова М.В., Махмудова В.Х., Шамохина, С.А. О возможности использования среднеинтегрированной модели Фангера для контроля температурного комфорта в помещениях // Сборник статей 11-й Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда». Курск. - 2019. - с.317-325.

14. Гусейнова М.В., Гостев, А.А Оптимизация измерения концентрации CO_2 в воздухе жилых и производственных помещений методом оптико-акустической спектрометрии // Сборник статей 11-й Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда». Курск. - 2019. - с.312-316.

15. Гусейнова М.В., Гостев, А.А Вопросы оптимизации вентилирования производственных помещений // Автоматизация. Современные технологии, Москва. - 2019. .№9, том 73, - с.411-413.

16. Гусейнова М.В. Оптимизация измерения концентрации CO₂ в воздухе жилых и производственных помещений методом оптико-акустической спектроскопии // Автоматизация. Современные технологии, Москва. - 2019. .№10, - с.435-437.

17. Гусейнова М.В., Юсубова А.Х., Ларина Е.А., Барков А.Н. Вопросы оптимизации вентилирования офисных помещений // Сборник статей 13-й Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда». Курск. - 2021. - с.331-336.

Dissertasiyanın müdafiəsi « 24 » iyun 2022-ci il tarixində saat 14⁰⁰- da Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.41 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Azərbaycan Respublikası, Bakı şəhəri, Az 1073., H.Cavid prospekti, 25.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və aftoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Texniki Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Aftoreferat « 24 » may 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalandı: 18.05.2022
Kağzın formatı: (210x297) 1/4
Həcmi: 37296 işarə
Tiraj 30