

## № 9 тәжірибелік сабақ

### Ауа алмасуды есептеу

Жылу бөлетін үй- жайлар үшін ауаның қажетті мөлшерін есептеу айқын жылудың артық болуы бойынша, жылу және ылғал бөлінетін үй - жайлар үшін - айқын жылудың, ылғалдың және жасырын жылудың артық болуы бойынша; Газ бөлетін үй-жайлар үшін-бөлінетін зиянды заттардың саны бойынша (шекті жол берілетін шоғырлануды қамтамасыз ету жағдайынан) жүргізіледі.

Үй-жайға берілетін ауаның мөлшерін қалыпты жағдайларға сәйкес келетін оның тығыздығын ескере отырып, жылдың жылы, суық және өтпелі кезеңі үшін жеке анықтаған жөн.

Есептеу жұмысшылардың санына байланысты болады; жұмыс аймағының ауасында зиянды заттардың болуы; ылғал бөлінуі; артық жылу. Есептеу кезінде бір жұмысшыға ауаның көлемі мен мөлшерінің нормаланған мәні ескеріледі. Егер бір жұмысшыға үй - жайдың көлемі  $20 \text{ м}^3$  - ден кем болса, онда әрбір жұмысшыға қажетті ауа мөлшері -  $30 \text{ м}^3/\text{сағ}$  кем емес, ал үй-жайдың көлемі  $20 \text{ м}^3$  және одан көп болса- $20 \text{ м}^3/\text{сағ}$  кем емес.

Жалпы желдету кезінде қажетті ауа алмасуды есептеу өндіріс жағдайларына және артық жылудың, ылғалдың және зиянды заттардың болуына байланысты жүзеге асырылады. Ауа алмасу тиімділігін сапалы бағалау үшін  $k_v$  ауа алмасу еселігі ұғымы қолданылады -  $Z$  ( $\text{м}^3/\text{сағ}$ ) уақыт бірлігіне үй-жайға түсетін ауа мөлшерінің  $V_n$  ( $\text{м}^3$ ) желдетілетін үй-жайдың көлеміне қатынасы. Дұрыс ұйымдастырылған желдету кезінде ауа алмасу жиілігі бірліктен едәуір көп болуы керек.

Қалыпты микроклимат және зиянды шығарындылар болмаған кезде жалпы алмасу желдеткішіндегі ауа мөлшері бір жұмысшыға келетін үй-жайдың көлеміне байланысты қабылданады. Зиянды шығарындылардың болмауы-бұл технологиялық жабдықтағы олардың мөлшері, сонымен бірге бөлме ауасында зиянды заттардың концентрациясы рұқсат етілген мөлшерден аспайды.  $V_{п1} > 40 \text{ м}^3$  үй-жайларда және табиғи желдету болған кезде ауа алмасу есептелмейді. Табиғи желдету болмаған жағдайда (герметикалық кабиналар) бір жұмысшыға ауа шығыны  $60 \text{ м}^3/\text{сағ}$  кем болуы тиіс.

$$L = nL_1, \quad (1)$$

мұндағы  $n$  - осы үй-жайда жұмыс істейтіндердің саны;  $L_1$  -бір жұмысшыға нормаланатын ауа шығыны.

Жылу шығынымен күресу үшін қажетті ауа алмасуды анықтаған кезде олар бөлменің нақты жылуының тепе-теңдігін құрайды. Өндірістік үй-жайда жергілікті сорғыштар болмаған кезде жылу балансының теңдеуі:

$$\Delta Q_{\text{ИЗБ}} + G_{\text{ПР}} c_p t_{\text{ПР}} + G_{\text{В}} c_p t_{\text{yx}} = 0, \quad (2)$$

мұндағы  $Q_{изб}$  - барлық үй-жайдың айқын жылуының артық болуы, кВт;  $G_{np}c_{p}t_{np}$  және  $G_{в}c_{p}t_{yx}$  - сырттан келетін және шығарылатын ауаның жылу мөлшері, кВт;  $c_p$ -ауаның меншікті жылу сыйымдылығы, кДж/(кг,°C);  $t_{np}$  және  $t_{yx}$  - сырттан келетін және шығатын ауаның температурасы, °C.

Жазда бөлмеге кіретін барлық жылу жылу шығынының сомасы болып табылады. Жылдың суық мезгілінде үй-жайдағы жылу бөліністерінің бір бөлігі жылу шығынын өтеуге жұмсалады:

$$\Delta Q_{изб} = \sum Q_T - \sum Q_{пот}, \quad (3)$$

Мұндағы  $\sum Q_T$  - үй-жайдағы жылу бөлу, кВт;  $\sum Q_{пот}$  -- сыртқы қоршаулар арқылы жылу шығыны, кВт.

Жылдың жылы кезеңіндегі сыртқы ауа температурасы ең ыстық айдың орташа температурасына 13 сағатқа тең қабылданады, жылдың жылы және суық кезеңдеріне арналған есептелген температура ҚНЖЕ 4.02-05-2001-де келтірілген. Үй-жайдан шығарылатын ауаның температурасы

$$t_{yx} = t_{pз} + a(H - 2), \quad (4)$$

мұндағы  $t_{pз}$  - Жұмыс аймағындағы ауа температурасы, °C;  $A$  - үй-жайдың биіктігі бойынша температура градиенті, °C/м;  $q_a < 23$  Вт/м<sup>3</sup> Үй-жайлар үшін  $A = 0,5$ °C/см қабылдауға болады...1, 5°С/ м;  $H$  - еденнен сору тесіктерінің ортасына дейінгі қашықтық, м.

Бөлменің нақты жылуының тепе-теңдігіне сүйене отырып, жылу қалдықтарын ассимиляциялау үшін қажетті ауа алмасу ( $L$ , м<sup>3</sup>/сағ) анықталады:

$$L = \frac{\Delta Q_{изб}}{C_p \rho_{np} (t_{yx} - t_{np})}, \quad (5)$$

мұндағы  $\rho_{np}$  - ауа ағынының тығыздығы, кг / м<sup>3</sup>.

Зиянды булармен және газдармен күресу үшін қажетті ауа алмасуды анықтаған кезде бөлмедегі зиянды шығарындылардың уақыт ішіндегі материалдық балансының теңдеуін құрайды  $d\tau$  (с):

$$G_{вp}d\tau + L_{np}c_{np}d\tau - L_{г}C_{г}d\tau = V_n dC \quad (6)$$

Мұндағы  $c_{np}d\tau$  - технологиялық жабдықтың жұмысына байланысты үй-жайдағы зиянды бөліністердің саны, мг;  $L_{np}c_{np}d\tau$  - үй - жайға ағынды ауамен бірге түсетін зиянды бөліністердің саны, мг;  $L_{г}C_{г} d\tau$  - шығатын ауамен бірге үй-жайдан шығарылатын зиянды бөліністердің саны, мг;  $V_n dC$  уақытында үй-жайда жиналған зиянды булардың немесе газдардың саны ;  $d\tau$ ;  $c_{np}$  және  $C_{в}$  - ағынды және шығарылатын ауадағы зиянды заттардың шоғырлануы, мг/м<sup>3</sup>.

Ауаны желдету жүйесінің ағынды ( $L_{пр}$ ) және шығарылатын ( $L_B$ ) саны тең болған және өндірістік үй-жайда жергілікті тұнбалар болмаған, үй-жай бойынша біркелкі бөлінген кезде және жұмыс аймағының ауасындағы зиянды заттардың шоғырлануы жұмыс ауысымы ішінде тұрақты болып қалатынын және шекті рұқсат етілген мөлшерге тең, яғни  $dC/dt = 0$  және  $C_B = C_{пдк}$ , деп қабылдай отырып, зиянды бөліністерді ассимиляциялау үшін қажетті ауа алмасуды анықтаймыз:

$$L = G_{Вр} / (C_{пдк} - C_{пр}). \quad (7)$$

Ағынды ауадағы зиянды заттардың концентрациясы мүмкіндігінше минималды болуы керек және ПЭК 30% - дан аспауы керек.

Артық ылғалды кетіру үшін қажетті ауа алмасу ылғалдағы материалдық тепе-теңдікке негізделген және өндірістік бөлмеде жергілікті сорғылар болмаған кезде келесі формула бойынша анықталады:

$$L = \frac{G_{ен}}{\rho_{пр} (d_{yx} - d_{пр})} \quad (8)$$

мұнда  $G_{ен}$  - үй-жайға бөлінетін су буының мөлшері, г / сағ;  $\rho_{пр}$  - үй-жайға түсетін ауаның тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>;  $d_{yx}$  - ауаның нормативтік температурасы мен салыстырмалы ылғалдылығы кезінде үй-жай ауасындағы су буының рұқсат етілген құрамы, г/кг;  $d_{пр}$  - сырттан келетін ауаның ылғал құрамы, г/кг.

Адам ағзасына бір бағытты әсер етпейтін зиянды заттарды, мысалы, жылу мен ылғалды жұмыс аймағына бір уақытта бөлу кезінде қажетті ауа алмасу өндірістік шығарындылардың әр түрі үшін есептеулерде алынған ауаның ең көп мөлшері бойынша қабылданады.

Жұмыс аймағының ауасына бір бағытта әсер ететін бірнеше зиянды заттар (күкірт және күкіртті ангидрид; көміртегі оксидімен бірге азот оксиді және т.б.) бір мезгілде бөлінген кезде (ҚР СанЕЖН, ҚР Денсаулық сақтау министрлігінің 8.07.2005 ж. № 334 бұйрығы) жалпы алмасу желдеткішін есептеу ауаның басқа заттармен ластануын ескеретін әрбір затты оның шартты шекті рұқсат етілген концентрациясына ( $c_i$ ) дейін жеке сұйылту үшін қажетті ауа көлемін қосу жолымен жүргізілуі тиіс. Бұл концентрациялар нормативті спдк-тен аз және теңдеуден анықталады:

$$\sum_{i=1}^n \frac{[c_i]}{c_{пдк}}. \quad (9)$$

Жұмыс аймағының ауасында зиянды заттар болған кезде қажетті ауа алмасу, (м<sup>3</sup> / сағ):

$$L = \frac{\psi G_{BB}}{(k_1 - k_2)} \cdot 10^6 \quad (10)$$

Мұнда  $\psi$  - үй-жай бойынша зиянды заттардың біркелкі емес таралу коэффициенті (1,2 - 2,0);  $G_{ВВ}$  - жұмыс аймағының ауасына түсетін зиянды заттардың саны, кг/сағ;  $\kappa_1$  - шығарылатын ауадағы зиянды заттардың шоғырлануы ( $\kappa_1 > \text{ШРК}$ ), мг/м<sup>3</sup>;  $\kappa_2$  - үй-жайға келіп түсетін ауадағы зиянды заттардың шоғырлануы ( $\kappa_2 \leq \text{ШРК}$ ), мг/м<sup>3</sup>.

Жергілікті сору желдеткіші құрылғыларындағы қажетті ауа алмасу пайда болу көзінен бөлінетін қоспаларды оқшаулау жағдайына байланысты есептеледі. Сорулатын ауаның талап етілетін сағаттық көлемі  $F(u)$  сорудың қабылдау саңылаулары ауданының олардағы ауа жылдамдығына көбейтіндісі ретінде анықталады. Сору ойығындағы ауаның жылдамдығы  $v$  (м / с) заттың қауіптілік класына және жергілікті желдету ауа қабылдағышының типіне байланысты ( $v = 0,5 \dots 5$  м/с).

### Есептеу мысалы:

Тапсырма: бүкіл өндірістік бөлме үшін қажетті ауа алмасуды, жылу өткізгіштерді ассимиляциялау үшін қажетті ауа алмасуды және артық ылғалды кетіру үшін қажетті ауа алмасуды есептеу қажет.

Бастапқы деректер:

- осы үй-жайда жұмыс істейтіндердің саны  $n = 20$  адам;
- еденнен сору саңылауларының ортасына дейінгі қашықтық,  $H = 2,5$  м.
- жұмыс аймағындағы ауа температурасы,  $20$  °С;
- ауа ағыны температурасы -  $16$  °С;
- үй-жайдағы жылу бөлу -  $\sum Q_T = 2200$  кВт;
- сыртқы қоршаулар арқылы жылу шығыны -  $\sum Q_{пот} = 500$  кВт.
- ауаның меншікті жылу сыйымдылығы -  $C_p = 10$  кДж/(кг, °С);
- сырттан келетін ауаның тығыздығы -  $\rho_{пр} = 1$  кг/м<sup>3</sup>;
- үй-жайға бөлінетін су буының мөлшері -  $G_{ен} = 700$  г/ч;
- ауаның нормативтік температурасы мен салыстырмалы ылғалдылығы кезінде үй-жай ауасындағы су буының рұқсат етілген құрамы -  $d_{yx} = 23$  г/кг;
- ағынды ауаның ылғал құрамы,  $d_{пр} = 17$  г/кг.

Шешім:

1. Жалпы барлық өндірістік үй-жайлар үшін қажетті ауа алмасу 1 формула бойынша есептеледі:

$$L = 20 * 60 = 1200 \text{ м}^3/\text{сағ}.$$

2. Жылу шығысын ассимиляциялау үшін қажетті ауа алмасу (5) формуласы бойынша анықталады. Мұнда жылу шығыны (3) формула бойынша есептеледі.

$$\Delta Q_{изб} = 2200 - 500 = 1700 \text{ кВт}$$

ал шығарылатын ауаның температурасы мына (4) формула бойынша есептеледі:

$$t_{yx} = 20 + 0,5*(2,5-2)=20,25 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

2. Артық ылғалды кетіру үшін қажетті ауа алмасу (10) формуласы бойынша табылады.

$$L=700/1,29 ( 23-17)=90,5 \text{ м}^3/\text{сағат}$$

**Алғашқы мәліметтер:**

Алғашқы мәліметтер	Нұсқа №						
	1	2	3	4	5	6	7
Үй-жайда жұмыс істейтіндердің саны, n, адам	23	24	25	23	22	21	20
Еденнен сору саңылауларының ортасына дейінгі қашықтық, Н, м	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Жұмыс аймағындағы ауа температурасы, $^{\circ}\text{C}$	20	19	22	22	23	24	26
Ауа ағыны температурасы, $^{\circ}\text{C}$	15	14	16	17	18	19	20
Үй-жайдағы жылу бөлу, $\sum Q_T$ , кВт	2300	2250	2250	2300	2350	2400	2450
Сыртқы қоршаулар арқылы жылу шығыны, $\sum Q_{пот}$ , кВт	500	650	550	750	700	650	600
Ауаның меншікті жылу сыйымдылығы, $C_p$ , кДж/(кг, $^{\circ}\text{C}$ )	10	9	8	10	8	9	10
Сырттан келетін ауаның тығыздығы, $\rho_{пр}$ , кг/м <sup>3</sup> ;	1	1	1	1	1	1	1
Үй-жайға бөлінетін су буының мөлшері, $G_{ен}$ , г/ч	650	600	800	850	700	750	600
Ауаның нормативтік температурасы мен салыстырмалы ылғалдылығы кезінде үй-жай ауасындағы су буының рұқсат етілген құрамы, г/кг	25	24	23	22	21	20	19
Ағынды ауаның ылғал құрамы, $d_{пр}$ , г/кг	21	20	22	21	19	17	16