

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра аерології та охорони праці

**КОНДИЦІОНУВАННЯ РУДНИКОВОГО ПОВІТРЯ.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ
«ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗМІНИ СТАНУ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ
ТА ЇХ ПОБУДУВАННЯ НА *I-d* ДІАГРАМІ»**

для студентів інженерних спеціальностей усіх форм навчання

Дніпропетровськ
НГУ
2011

Кондиціонування рудникового повітря. Методичні рекомендації до практичного заняття «Дослідження процесів зміни стану вологого повітря та їх побудування на *I-d* діаграмі» для студентів інженерних спеціальностей усіх форм навчання. – Автори: І.А. Шайхлісламова, С.О. Алексеєнко. – Д.: Держ.ВНЗ «НГУ», 2011. – 16 с.

Автори:

І.А. Шайхлісламова, канд. техн. наук (розділи 5 - 6);

С.О. Алексеєнко, канд. техн. наук, доц. (розділи 1 - 4).

Затверджено методичною комісією з напрямку «Гірництво» (протокол № 6 від 23.12.10 р.) за поданням кафедри АОП (протокол № 4 від 15.12.10 р.).

Подано методичні вказівки щодо виконання практичного заняття з дисципліни «Кондиціонування рудникового повітря». Наведено мета роботи, перелік завдань і розрахункові обґрунтування розв'язання задач за допомогою *I-d* діаграми вологого повітря. Призначено для студентів технічних спеціальностей усіх форм навчання університету.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри аерології та охорони праці
д-р техн. наук, проф. В.І. Голінько.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ЗАНЯТТЯ

Мета заняття: Ознайомитися з $I-d$ діаграмою вологого повітря. Навчитися виконувати розрахунки основних процесів вологого повітря (нагрівання, охолодження, осушка, зволоження) на $I-d$ діаграмі. Розв'язувати задачі за допомогою $I-d$ діаграми.

Після проведення практичного заняття студент повинен *знати*:

- основні величини, які характеризують стан вологого повітря;
- $I-d$ діаграму вологого повітря.

Студент повинен *уміти*:

- користуватися і застосовувати на практиці $I-d$ діаграму вологого повітря;
- виконувати розрахунки основних процесів вологого повітря (нагрівання, охолодження, осушка, зволоження) на $I-d$ діаграмі та розв'язувати задачі.

2. КОРОТКО ПРО ПОВІТРЯ

Атмосферне повітря є механічною сумішшю різних газів, які складають суху частину, та водяної пари. Остання, як правило, знаходиться в ненасиченому (перегрітому) стані, але може переходити в насичений або перенасичений стан.

Газовий склад сухої частини відрізняється порівняно великою сталістю і містить в масовому відношенні: азоту - 75,5%; кисню - 23,1%; аргону - 1%; вуглекислого газу - 0,05% та невелику кількість інших компонентів (біля 1%).

У діапазоні тисків і температур, що мають практичний інтерес для розрахунку апаратів та систем кондиціонування вологого повітря можна розглядати як суміш двох ідеальних газів (сухої та вологої частин), які підлягають відповідним законам.

Будь-який стан вологого повітря може характеризуватися комплексом параметрів: температурами за сухим t_c та мокрим t_m , °С термометрами; вологовмістом d , кг/кг; густиною ρ , кг/м³; температурою точки роги t_p , °С; ступенем насиченості ψ ; парціальним тиском водяної пари P_v , Па; ентальпією I , кДж/кг.

Для визначення всіх вищеперелічених параметрів досить знати два будь-яких із них, решту знаходять за допомогою $I-d$ діаграми вологого повітря.

3. СТИСЛИЙ ОПИС $I-d$ ДІАГРАМИ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ

Вологе повітря займає особливе місце серед газів як по застосуванню і поширенню, так і по своїх властивостях. Будучи сумішшю сухого повітря і водяної пари, воно принципово відрізняється насамперед наявністю фазового переходу одного з компонентів водяної пари, що в певних умовах істотно впливає на його стан.

При розв'язуванні різноманітних задач вентиляції, кондиціонування повітря, холодильної техніки, метеорології і теплофізики виникає необхідність визначення термодинамічних параметрів і розрахунку термодинамічних процесів вологого повітря.

Для полегшення розрахунків рівняння тепломісткості вологого повітря $I = 0,24t + (597,3 + 0,44t) \frac{d}{1000}$ зображують у вигляді графіка, що одержав назву *I-d* діаграма (рис.1).

У 1918 році професор петербурзького університету Рамзін Л.К. запропонував *I-d* діаграму, на якій однозначно відбивається зв'язок між параметрами вологого повітря t, d, I, φ при певному атмосферному тиску P_b .

I-d діаграма Рамзіна Л. К. побудована в косокутній системі координат. По осі ординат відкладається значення ентальпії I , а по осі абсцис, розташованої під кутом 135° до осі ординат, - значення вологовмісту d . Початок координат (точка 0) відповідає значенням $I=d=0$. Нижче точки відкладаються від'ємні значення ентальпії, вище - додатні. На отриманій у такий спосіб сітці будуються лінії ізотерм $t=const$, постійних відносних вологостей $\varphi=const$, парціального тиску водяної пари і вологовмісту.

Нижня крива $\varphi=100\%$ характеризує насичений стан повітря і називається **прикордонною кривою**.

На *I-d* діаграмі область, розташована вище прикордонної кривої ($\varphi=100\%$), є **областю ненасиченої пари**, а нижче прикордонної кривої – **областю перенасиченого вологого повітря**.

На *I-d* діаграмі кожна точка вище прикордонної кривої відображує певний стан повітря (температуру, вологовміст, відносну вологість, ентальпію, парціальний тиск водяної пари).

I-d діаграма вологого повітря побудована для конкретного тиску повітря, використання її для змінного тиску пов'язане з необхідністю введення розрахункових виправлень на відхилення тиску від того конкретного значення, що закладено в ту або іншу діаграму. Тому для полегшення графічних розрахунків вологого повітря застосовують серію діаграм, побудованих для різних конкретних тисків.

4. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Вологе повітря - це суміш сухого газу і водяної пари і його властивості описуються законом Дальтону. Обмежений об'єм сухого газу (при певній температурі) може абсорбувати певну масу води. Це значення відповідає тиску насиченої водяної пари (P_H), яке залежить від температури.

Водяна пара - газоподібний стан води. Міститься в тропосфері. Утворюється молекулами води при її випаровуванні. Під час вступання водяної пари в повітря він, як і всі інші гази, створює певний тиск, який має назву парціальний (P_H). Водяна пара може переходити безпосередньо в тверду фазу в кристали льоду. Кількість водяної пари в грамах, що міститься в 1 кубічному метрі, називають **абсолютною вологістю повітря**.

Тиск атмосферного повітря (P_b) є сумою парціального тиску сухого повітря P_c і водяної пари P_H (закон Дальтону).

Тиск вимірюється в: паскалях, мілібарах або міліметрах ртутного стовпа ($1 \text{ мбар} = 100 \text{ Па}$, $1 \text{ мм.рт.ст.} = 133,33 \text{ Па}$).

Вологовміст вологого повітря (d , г/кг) - маса водяної пари у вологому повітрі, що доводиться на 1 кг маси сухої його частини.

Відносною вологістю (ϕ , %), або ступенем вологості, називають відношення парціального тиску пари води до парціального тиску насиченої пари, виражене у відсотках.

Щільність (об'ємна вага) вологого повітря (γ , кг/м³) - вага 1 м³ вологого повітря.

Ентальпія (теплоємність) вологого повітря (I , ккал/кг) - це кількість теплоти, що міститься у вологому повітрі при заданій температурі і тиску, віднесене до 1 кг сухого повітря.

Ентальпія суміші газів дорівнює сумі ентальпій компонентів, що входять в суміш. Отже, питома ентальпія вологого повітря представляє суму ентальпій сухого повітря і водяної пари.

Температура (T , К) - величина, що характеризує ступінь нагретості тіла. Вона є мірою середньої кінетичної енергії поступальної ходи молекул.

В даний час використовуються температурна шкала Цельсія і термодинамічна шкала температур, заснована на другому законі термодинаміки. Між температурами, вираженими в Кельвінах і градусах Цельсія, є наступне співвідношення

$$T, K = 273,15 + t \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Температура, відповідна стану насичення вологого повітря при заданому значенні вологовмісту або парціального тиску, називається **температурою крапки роси**. Температура крапки роси є граничною температурою, до якої можна охолоджувати вологе повітря при постійному вологовмісті без випадання конденсату.

5. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЗАДАЧ

Задача №1. По $I-d$ діаграмі для барометричного тиску 745 мм.рт.ст. визначити вологовміст, ентальпію, крапку роси й парціальний тиск водяної пари при температурі повітря t , °С і відносної вологості ϕ , %.

Параметр	Варіант									
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>	<i>к</i>	<i>л</i>
t , °С	22	10	25	30	24	16	20	5	21	8
ϕ , %	54	40	65	50	50	70	60	65	62	75

Задача №2. Визначити ентальпію вологого повітря I , ккал/кг, при температурі t , °С и ϕ , %. Задачу вирішити аналітичним і графічним способами.

Параметр	Варіант									
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>	<i>к</i>	<i>л</i>
t , °С	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
ϕ , %	40	45	50	55	60	65	70	65	60	70
P_b , мм рт.ст.	745									

Задача №3. При заданій температурі t , °C, й відносній вологості φ , %, визначити, до якої температури можуть охолоджуватися стіни приміщення (t_p , °C) в зимовий період, щоб на стінах не виділялася волога. Задачу вирішити аналітичним і графічним способами.

Параметр	Варіант									
	а	б	в	г	д	е	ж	з	к	л
t , °C	25	24	23	22	21	20	25	24	23	26
φ , %	65	50	60	54	62	56	64	55	63	57

Задача №4. Необхідно повітря з витратою L , м³/год, із початковою температурою t_n , °C і відносною вологістю φ_n , %, що проходить через калорифер, нагріти до t_B , °C. Визначити потужність калорифера і кінцеві параметри повітря.

Параметр	Варіант									
	а	б	в	г	д	е	ж	з	к	л
L , м ³ /год	5000	10000	15000	7000	9500	8400	12000	6900	10500	11400
t_n , °C	28	27,5	26	25	20	19	23	24	27	24,6
φ_n , %	35	30	40	45	50	55	32	36	48	52
t_B , °C	42	40	38	41	35	37	43	39	44	40

Задача №5. Визначити температуру точки роси t_p , °C і температуру вологого термометра $t_{\text{вол}}$, °C.

Параметр	Варіант									
	а	б	в	г	д	е	ж	з	к	л
t , °C	21	45	23	44	22	30	25	18	35	27,5
φ , %	60	21	50	20	65	50	40	50	35	50

Задача №6. У приміщенні виділяється M_B , кг/год, вологи. Для видалення вологи подається рециркуляційне повітря обсягом L , м³/год, та об'ємною вагою γ , кг/м³. Із приміщення видаляється повітря із заданими параметрами t_k , °C, φ_k , %. Необхідно визначити параметри рециркуляційного повітря t_N , °C і φ_N , %.

Параметр	Варіант									
	а	б	в	г	д	е	ж	з	к	л
M_B , кг/год	2	2,5	3	2,7	1,8	2,2	3,2	2,4	3,5	2,9
L , м ³ /год	600	350	400	550	650	300	450	500	620	570
γ , кг/м ³	1,2									
φ_k , %	50	40	45	43	47	55	57	62	60	53
t_k , °C	30	25	20	18	22	27	24	19	26	29

Задача №7. Повітря в кількості L , м³/рік, з параметрами t_E , °C і d_E , г/кг зволюється в адіабатичній камері зрошення оборотною рециркуляційною водою до φ_F , %. Визначити параметри зволоженого повітря t_F , °C, d_F , г/кг, кількість води, що випарилася W , кг/рік, яку потрібно додати в оборотний цикл, і температуру вологого термометра $t_{\text{вол}}$, °C.

Параметр	Варіант									
	а	б	в	г	д	е	ж	з	к	л
L , м ³ /год	5000	10000	15000	7000	9500	8400	12000	6900	10500	11400
d_E , г/кг	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_E , °C	25	24	23	22	21	20	25	24	23	26
γ , кг/м ³	1,17	1,18	1,18	1,19	1,19	1,19	1,17	1,18	1,18	1,17
φ_F , %	70									

Задача №8. У виробничому приміщенні необхідно забезпечити температуру t_n , °C (об'ємна вага повітря γ , кг/м³) і відносну вологість φ_n , %. Приточне повітря має температуру t_{np} , °C, надлишок тепла в приміщенні $Q_{\text{над}}$, ккал/год, вологовиділення M_n , кг/г. Визначити параметри й витрату приточного повітря.

Параметр	Варіант									
	а	б	в	г	д	е	ж	з	к	л
$Q_{\text{над}}$, ккал/Г	44000	33000	22000	25000	35000	45000	50000	28000	55000	34000
M_n , кг/Г	32	30	28	40	29	18	35	20	34	25
t_n , °C	23,5	24	22	24,2	23,8	23	22,5	21,5	23	23,5
φ_n , %	60	54	44	48	42	52	58	46	56	50
t_{np} , °C	17	16	18	18	19	15	16	17	18	19
γ , кг/м ³	1,2	1,26	1,3	1,25	1,24	1,2	1,3	1,28	1,29	1,23

6. РОЗРАХУНКОВІ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ

Основні властивості вологого повітря

1. Визначення вологовмісту, ентальпії, крапки роси й парціального тиску водяної пари

На $I-d$ діаграмі (рис.1) вологого повітря проводимо ізотерму t , °C до перетинання з лінією φ , % і визначаємо:

1) опускаючись із крапки перетинання по вертикалі до перетинання з віссю абсцис, одержуємо вологовміст d , г/кг;

2) відзначаючи крапку перетинання лінії $d = \text{const}$ з лінією $\varphi = 100\%$ ($\varphi = 1$) і проводячи через цю крапку ізотерму, маємо крапку роси t_p , °C;

3) проводячи через крапку 1 лінію $I = \text{const}$ (під $\angle 45^\circ$ до вертикалі), знаходимо ентальпію I , ккал/кг;

4) відзначаючи ординату крапки перетинання лінії $d = \text{const}$ з лінією $P_{\text{II}} = f(d)$, визначаємо парціальний тиск пари P_p , мм рт. ст.

2. Визначення ентальпії вологого повітря

Ентальпія вологого повітря визначається за формулою

$$I = 0,24t + (597,3 + 0,44t) \cdot d / 1000, \text{ ккал/кг}$$

де t – температура вологого повітря, °С;

d – вологовміст вологого повітря, що визначається за формулою

$$d = 622 \cdot \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{б}} - P_{\text{п}}}, \text{ г/кг},$$

де $P_{\text{б}}$ – тиск атмосферного повітря, мм рт. ст.;

$P_{\text{п}}$ – парціальний тиск водяної пари дорівнює:

$$P_{\text{п}} = \frac{P_{\text{н}} \cdot \varphi}{100} \text{ мм рт. ст.};$$

де φ – відносна вологість повітря, %;

$P_{\text{н}}$ – парціальний тиск водяних пар, насичуючих повітря, мм рт. ст. (додаток 1, таблиця, кол. 2).

3. Визначення граничної температури стін приміщення у зимовий період року, після якої на стінах буде виділятися волога

Для розв'язання задачі необхідно знайти точку роси при заданих умовах. Знаходимо вологовміст повітря у приміщенні:

$$d = \frac{\varphi}{100} \cdot d_{\text{н}}, \text{ г/кг} \quad (1)$$

де φ – відносна вологість повітря, %;

$d_{\text{н}}$ – зміст водяної пари при повному насичення, г/кг.

Величину $d_{\text{н}}$ знаходимо з таблиці фізичних характеристик вологого повітря (додаток 1, таблиця, кол. 5).

Умова конденсації (точка роси) $d = d_{\text{н}}$. По цій же таблиці знаходимо температуру $t_{\text{р}}$ при вологовмісту з формули (1). Тобто при температурі в приміщенні нижче $t_{\text{р}}$ °С на стінах буде виділятися волога.

Процес нагрівання повітря на I - d діаграмі

4. Визначення необхідної потужності калорифера для нагрівання повітря до заданої температури

На I - d діаграмі із точки з параметрами $t_{\text{н}}$, °С і $\varphi_{\text{н}}$, % (рис. 1) проводимо вертикально вгору пряму до точки з температурою $t_{\text{в}}$, °С. У цих точках визначаємо

ентальпію вологого повітря, I_H і I_B , ккал/кг, а також відносну вологість φ_B , %.

Витрата тепла в калорифері складе:

$$Q = \gamma \cdot L(I_B - I_H), \text{ ккал/год};$$

де γ - об'ємна вага повітря, яка визначається за формулою

$$\gamma = 1,293 \cdot \frac{273}{T} \left(\frac{P_{\text{с}}}{760} - 0,378 \frac{P_{\text{п}}}{760} \right), \text{ кг/м}^3;$$

де T - температура повітря, К;

$P_{\text{п}}$ - парціальний тиск водяної пари дорівнює:

$$P_{\text{п}} = \frac{P_H \cdot \varphi}{100} \text{ мм рт. ст.};$$

де P_H - парціальний тиск водяних пар, насичуючих повітря, мм рт. ст. (додаток 1, таблиця, кол. 2).

Електрична потужність калорифера повинна бути $P = Q/860$ кВт.

Процес охолодження повітря на $I-d$ діаграмі

5. Визначення температури точки роси і температури вологого термометра

На $I-d$ діаграмі (рис. 1) знаходимо точку із зазначеними параметрами і визначаємо вологовміст і ентальпію вологого повітря. По вертикалі з параметрами $d = \text{const}$ рухаємося вниз до перетинання на межі з кривою $\varphi = 100\%$, де знаходимо температуру крапки роси t_p , °С. Для визначення температури вологого термометра від вихідної точки рухаємося по лінії адіабати $I = \text{const}$ до перетинання з кривою $\varphi = 100\%$, де знаходимо $t_{\text{вол}}$, °С.

Процес осушення вологого повітря на $I-d$ діаграмі

6. Визначити параметри рециркуляційного повітря для видалення вологи з приміщення

На $I-d$ діаграмі знаходимо крапку із зазначеними параметрами, що видаляється з приміщення (рис.1), і визначаємо його вологовміст d_k , г/кг. Процес адіабатичного осушення буде проходити по лінії $I = \text{const}$, тобто $I_N = I_K$, ккал/кг. Вологу що повинен поглинути в приміщенні кожен кілограм рециркуляційного повітря знайдемо за формулою:

$$\Delta d = \frac{M_B \cdot 1000}{\gamma \cdot L}, \text{ г/кг.}$$

У приміщенні вологовміст складе:

$$d_N = d_k - \Delta d, \text{ г/кг.}$$

Знаходимо точку N на перетинанні ліній I_N , ккал/кг і d_N , г/кг. Звідси знаходимо параметри рециркуляційного повітря t_N , °С і φ_N , %.

Адіабатичне зволоження й охолодження на $I-d$ діаграмі

7. Визначити параметри зволоженого повітря t_F , °С, d_F , г/кг, кількість води, що випарилася W , кг/год, яку потрібно додати в оборотний цикл, і температуру вологого термометра $t_{\text{вол}}$, °С.

На $I-d$ діаграмі (рис. 1) знаходимо точку з параметрами повітря t_A , °С і d_A , г/кг і проводимо адіабату $I_E = \text{const}$, тобто $I_E = I_F$, ккал/кг до перетинання з кривою φ_F , %. Визначаємо параметри зволоженого повітря t_F , °С і d_F , г/кг.

Кількість води, що випарилася, за годину:

$$W = \gamma \cdot L \cdot (d_F - d_E) \frac{1}{1000}, \text{ кг/год,}$$

де L – кількість (витрати) повітря, м³/ч;

d_E і d_F – відповідно вологовміст повітря до і після зволоження, г/кг.

Із точок φ_E , % і t_E , °С проводимо лінію по $I_E = \text{const}$ до перетинання з прилежовою кривою $\varphi=100\%$ і у цій точці (F_1) визначаємо температуру, яка відповідає температурі вологого термометра $t_{\text{вол}}$, °С.

8. Визначити параметри й витрату приточного повітря.

Визначаємо величину кутового коефіцієнта: $\varepsilon = \frac{Q_{\text{над}}}{M_n}$.

На $I-d$ діаграмі знаходимо крапку з параметрами, які необхідно забезпечити в приміщенні, і визначаємо d_n , г/кг, I_n , ккал/кг. Знаходимо ε , ккал/кг на полях $I-d$ діаграми і проводимо промінь від нульової крапки через ε . Через крапку з параметрами, які необхідно забезпечити в приміщенні проводимо промінь процесу, паралельний знайденому кутовому коефіцієнту. На цьому промені відшукуємо крапку на перетинанні з температурою приточного повітря рівної t_{np} , °С, і визначаємо d_{np} , г/кг, I_{np} , ккал/кг. Кожен кілограм приточного повітря асимілює тепло $\Delta I = I_n - I_{np}$ і вологу $\Delta d = d_n - d_{np}$, тому витрата приточного повітря можна визначити по формулі:

$$L = \frac{Q_{\text{над}}}{\gamma \cdot \Delta I}, \text{ м}^3/\text{г.}$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Німич Г.В. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха: [Учеб. пособие] / Г.В. Нимич, В.А. Михайлов, Е.С. Бондарь. - К.: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост – Прим», 2003. – 630 с.: ил. – Библиогр.: с. 625-627.
2. Свойства влажного воздуха при давлениях 500 – 1000 мм.рт.ст. Таблицы и диаграммы. Щербань А.Н., Кремнев О.А., Титова Н.И.– М.: Госгортехиздат.- с. 132.

Основні фізичні характеристики повітря при тиску 745 мм. рт. ст.

Температура повітря, °С	Парціальний тиск водяних пар, на- сичуючих повітря, мм рт. ст.	Утримання водяної пари при повному насиченні		
		в 1 м ³ паропо- вітряної сумі- ші, кг	в 1 кг паропо- вітряної суміші, кг	в 1 кг сухого повітря, г
-4	3,404	0,0036	0,0028	2,80
-3	3,669	0,0039	0,0030	3,10
-2	3,952	0,0042	0,0032	3,28
-1	4,256	0,0045	0,0035	3,58
0	4,579	0,0049	0,0038	3,80
+1	4,926	0,0052	0,0041	4,15
2	5,294	0,0056	0,0043	4,48
3	5,685	0,0060	0,0047	4,77
4	6,101	0,0064	0,0050	5,10
5	6,534	0,0068	0,0054	5,40
6	7,013	0,0073	0,0057	5,78
7	7,513	0,0077	0,0061	6,21
8	8,045	0,0083	0,0066	6,65
9	8,609	0,0088	0,0070	7,13
10	9,209	0,0094	0,0075	7,64
11	9,844	0,0100	0,0080	8,15
12	10,518	0,0107	0,0086	8,75
13	11,231	0,0113	0,0092	9,35
14	11,987	0,0121	0,0098	9,97
15	12,788	0,0128	0,0105	10,62
16	13,634	0,0136	0,0112	11,40
17	14,530	0,0145	0,0119	12,11
18	15,477	0,0154	0,0127	12,93
19	16,477	0,0163	0,0135	13,80
20	17,533	0,0173	0,0144	14,71
21	18,650	0,0183	0,0153	15,60
22	19,827	0,0194	0,0163	16,80
23	21,068	0,0206	0,0173	17,70
24	22,377	0,0218	0,0184	18,81
25	23,756	0,0230	0,0195	20,10
26	25,209	0,0244	0,0207	21,40
27	26,739	0,0258	0,0220	22,65
28	28,349	0,0272	0,0234	24,00
29	30,043	0,0288	0,0248	25,60
30	31,824	0,0304	0,0263	27,23
31	33,965	0,0320	0,0278	28,80

Температура повітря, °С	Парціальний тиск водяних пар, насичуючих повітря, мм рт. ст.	Утримання водяної пари при повному насиченні		
		в 1 м ³ пароповітряної суміші, кг	в 1 кг пароповітряної суміші, кг	в 1 кг сухого повітря, г
32	35,663	0,0338	0,0295	30,61
33	37,729	0,0357	0,0312	32,50
34	39,898	0,0376	0,0331	34,43
35	42,175	0,0396	0,0350	36,63
36	44,563	0,0417	0,0370	38,08
37	47,067	0,0439	0,0392	41,10
38	49,692	0,0462	0,0414	43,55
34	52,442	0,0486	0,0438	46,10
40	55,324	0,0511	0,0463	49,00
41	58,340	0,0538	0,0489	51,70
42	61,500	0,0565	0,0516	54,80
43	64,800	0,0544	0,0545	58,00
44	68,260	0,0623	0,0575	61,31
45	71,880	0,0654	0,0607	65,26
46	75,650	0,0687	0,0640	68,91
47	79,600	0,0720	0,0675	72,80
48	83,710	0,0756	0,0711	77,00
49	88,020	0,0792	0,0750	81,51
50	92,510	0,0831	0,0790	86,69

Автори:
Шайхліслова Ірина Анатоліївна
Алексеєнко Сергій Олександрович

КОНДИЦІОНУВАННЯ РУДНИКОВОГО ПОВІТРЯ.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ
«ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗМІНИ СТАНУ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ
ТА ЇХ ПОБУДУВАННЯ НА *I-d* ДІАГРАМІ»

для студентів напряму підготовки 6.050301 Гірництво

Редактор Ю.В. Рачковська

Підписано до друку 29.01.08. Формат 30х42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,0.
Обл.-вид. арк. 1,0. Тираж 100 прим. Зам. № .

Державний вищий навчальний заклад
Національний гірничий університет
49000, м. Дніпропетровськ, просп. К.Маркса, 19