

### **Секція № 3: АНАЛІЗ ГУСТИНИ ТА В'ЯЗКОСТІ РОБОЧИХ ГАЗІВ В МАЛОРУХОМОМУ ШАРІ ЗЕРНА**

*І.Гапонюк, д.т.н., проф. НУХТ*

**Мета роботи:** встановити густину робочих газів в малорухомому шарі зерна шахтної сушарки.

**Результати досліджень.** На рушійний потенціал міжфазового тепловологообміну суттєво впливає густина робочих газів. Зі зміненням вологовмісту та температури газів їх густина змінюється за відомими залежностями. Однак при переміщенні робочих газів крізь шар пористих тіл його густина може змінюватися також під впливом аеродинамічного опору цього шару. Нами виконано дослідження з встановлення густини робочих газів за умов пронизування шару зерна в шахтних прямооточійних зерносушарках за реальних умов: фіктивній швидкості течії цих газів, режимів сушіння, товщини і стану рухомості шару зерна.

За умов переміщення газів в шахтних зерносушарках крізь шар нерухомого зерна товщиною 0,25 м із фіктивною швидкістю 0,4 м/с, аеродинамічний опір для дрібнодисперсних культур становить 1,4...1,6 кПа, а температури нагрівання газів може змінюватися від 10 до 160 °С. Тоді густина та об'єм повітря може змінюватися в межах до 40% від початкового (табл.1).

Для розрахунку абсолютної, або динамічної в'язкості повітря користуються формулою Міллікена:

$$\mu = 1,745 \cdot 10^{-6} + 5,03 \cdot 10^{-9} \cdot t, \quad (1)$$

**Таблиця 1 – Залежність густини газів від їх вологовмісту і температури**

$\nu$ , м <sup>3</sup>	$\pm\nu$ %	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\pm\rho$ %	T, °К	t, °К	p, Па	d <sub>p</sub> , Па
1,32	-58,6	0,76	37,0	273	160	101325	0
1,14	-36,6	0,88	26,8	273	100	101325	0
1,02	-22,0	0,98	18,0	273	60	101325	0
0,83	0,0	1,20	0,0	274	0	101325	0
0,83	0,5	1,21	-0,5	273	0	101325	500
0,83	1,0	1,21	-1,0	273	0	101325	1000
0,82	1,5	1,22	-1,5	273	0	101325	1500
0,82	1,9	1,22	-2,0	273	0	101325	2000
0,81	2,9	1,24	-3,0	273	0	101325	3000
1,11	-32,7	0,90	24,6	273	100	101325	3000

Слід відмітити відмінність залежності кінематичної в'язкості від температури та тиску у рідин від газів. Так, у рідин зі зростанням температури вона, на відмінність від газів, зменшується.

**Висновки:** 1. Для виробничих параметрів зневоднення зерна в шахтних прямооточійних сушарках температура є більш впливовим фактором впливу на густину та питомий об'єм робочих газів.

2. На відмінність від рідин, динамічна в'язкість газів  $\mu$  зростає, а кінематична  $\nu$  (м<sup>2</sup>/с) зменшується до 11 % за параметрів тиску в шахтній зерносушарці та для параметрів доквілля "літо-зима" – до 30 %.

## ANALYSIS OF THE DENSITY AND VISCOSITY OF THE WORKING GASES IN THE SEDENTARY LAYER OF THE GRAIN

*I. Gaponyuk, doctor of technical Sciences, Professor, NUFT*

**Objective:** to establish the density of the working gases in the sedentary layer of the grain silo dryer.

**The results of the research.** The driving potential of the interphase Teploobmen significantly affected by the density of the working gases. The change of moisture content and temperature of gases and their density changes in known dependencies. However, if you move the working gas through a layer of porous bodies, its density may change under the influence of aerodynamic resistance of this layer. We have performed studies to determine the density of the working gases in terms of the threading layer of grain in the silo promotechina dryers under real conditions: shell flow rate of these gases, the drying conditions, thickness and condition of mobility of the layer of grain.

Under the terms of the movement of gases in the mine through a layer of grain dryers stationary grain thickness of 0.25 m with a fictitious speed of 0.4 m/s, the aerodynamic resistance for fine crops is 1,4...1,6 kPa and the temperature of the heating gases might vary from 10 to 160 °C. Then the density and volume of air can vary up to 40% of the initial (tab.1).

For calculation of absolute or dynamic viscosity of air use the formula Millikan:

$$\mu = 1,745 \cdot 10^{-6} + 5,03 \cdot 10^{-9} \cdot t, \quad (1)$$

**Table 1 – Dependence of the density of the gas from their moisture content and temperature**

$\nu, \text{M}^3$	$\pm\nu \%$	$\rho, \text{кг/М}^3$	$\pm\rho \%$	T, °K	t, °K	p, Па	$d_p, \text{Па}$
1,32	-58,6	0,76	37,0	273	160	101325	0
1,14	-36,6	0,88	26,8	273	100	101325	0
1,02	-22,0	0,98	18,0	273	60	101325	0
0,83	0,0	1,20	0,0	274	0	101325	0
0,83	0,5	1,21	-0,5	273	0	101325	500
0,83	1,0	1,21	-1,0	273	0	101325	1000
0,82	1,5	1,22	-1,5	273	0	101325	1500
0,82	1,9	1,22	-2,0	273	0	101325	2000
0,81	2,9	1,24	-3,0	273	0	101325	3000
1,11	-32,7	0,90	24,6	273	100	101325	3000

It should be noted the difference of the dependence of kinematic viscosity on temperature and pressure in liquids from gases. Thus, in liquids with increasing temperature it is, unlike the gases is reduced.

**Conclusions:** 1. For the production parameters of dehydration of the grain in mine promotechina the dryer temperature is a more influential factor influencing the density and specific volume of working gases.

2. Unlike liquids, the dynamic viscosity  $\mu$  of the gas increases and kinematic  $\nu$  ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) decreases to 11 % for pressure mine in the dryer and parameters of the environment "summer-winter" – up to 30 %.