

Рассчитаем влаговыделения по формуле:

$$W=G(d_2 - d_1).$$

В аудитории присутствует вентиляционный канал 140x270, площадь помещения составляет 45 м<sup>2</sup>, а высота полков 3 м. Исходя из этого, примем воздухообмен [3, с. 4]:

$$G=97,5 \text{ к\text{э}/ч.}$$

Таким образом, количественное значение влаговыделения составит:

$$W=97,5(7,9-3,9)=390 \text{ г/ч.}$$

По итогам проделанной работы можно сделать вывод, что на практике значения влаговыделений значительно меньше, чем при их теоретическом расчёте.

#### **Список цитированных источников**

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01–03. – Минск, 2004.
2. Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение» / Составители: С.Р. Сальникова, П.Ф. Янчилин. – Брест 2015. – 53 с.
3. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях: ГОСТ 30494-96. – 1999. – 7 с.

УДК 621.22.01 (75.8)

**Колодей А. В**

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Глушко К. А.*

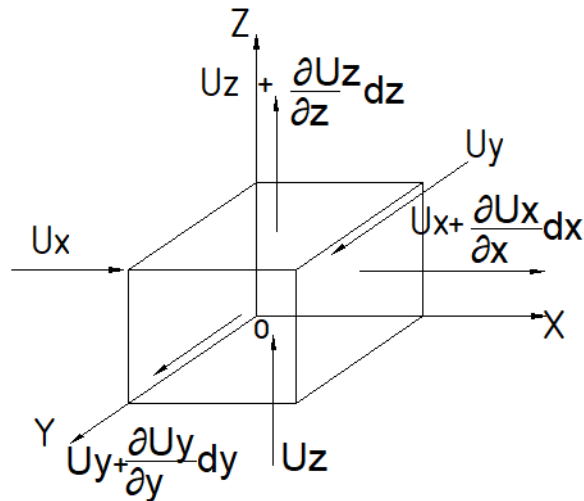
### **ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ (УРАВНЕНИЯ ЭЙЛЕРА)**

Теорию движения жидкости разрабатывали английский ученый Лаплас и французский ученый Эйлер. В частности Эйлер в основу модели движения жидкости положил исследование ее характеристик для неподвижной точки в системе декартовых осей координат [1]. Проекции скорости на соответствующие оси зависят от координат точки и времени:

$$\begin{aligned} p &= f(x, y, z, t); \\ u_x &= f(x, y, z, t); \\ u_y &= f(x, y, z, t); \\ u_z &= f(x, y, z, t); \end{aligned} \tag{1}$$

что можно видеть по изменению величины вектора скорости и его направления во времени.

При разработке модели равномерного движения жидкости Эйлер в системе координат представил куб, через плоскости которого проходят вектора скорости  $U_x$ ,  $U_y$ ,  $U_z$ . Изменение скорости на противоположной плоскости куба он выразил через ее приращение в виде частных производных  $\frac{\partial U_x}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial U_y}{\partial y}$ ,  $\frac{\partial U_z}{\partial z}$  на отрезках  $dx, dy, dz$  и времени  $dt$ , как показано на рис. 1.



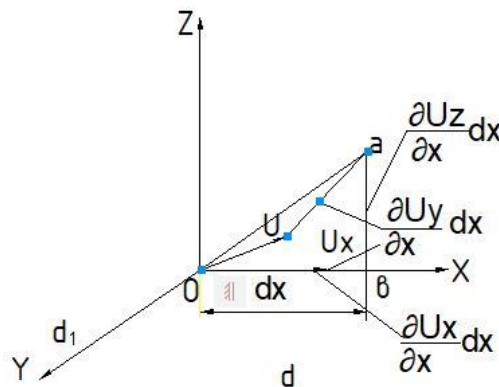
**Рисунок 1 – Изменение векторов скорости по Эйлеру для идеальной жидкости**

Так как абсолютная скорость  $u$  является функцией координат  $(x, y, z)$  и времени  $t$ , то полный дифференциал скорости в частных производных запишется в виде:

$$dU = \frac{\partial U_x}{\partial x} dx + \frac{\partial U_y}{\partial y} dy + \frac{\partial U_z}{\partial z} dz + \frac{\partial U}{\partial t} dt. \quad (2)$$

Важно представить, как формируется проекции скоростей на соответствующие координаты  $(x, y, z)$  в случае произвольной ориентации вектора скорости, ввиду того, что в этом случае имеют место линейные и угловые ее изменения.

Для этого представим систему координат, как показано на рис. 2, и проследим изменение проекции скорости  $U_x$  на координаты  $(x, y, z)$  плоскостях  $XOZ$ ,  $YOZ$ ,  $XOY$ .

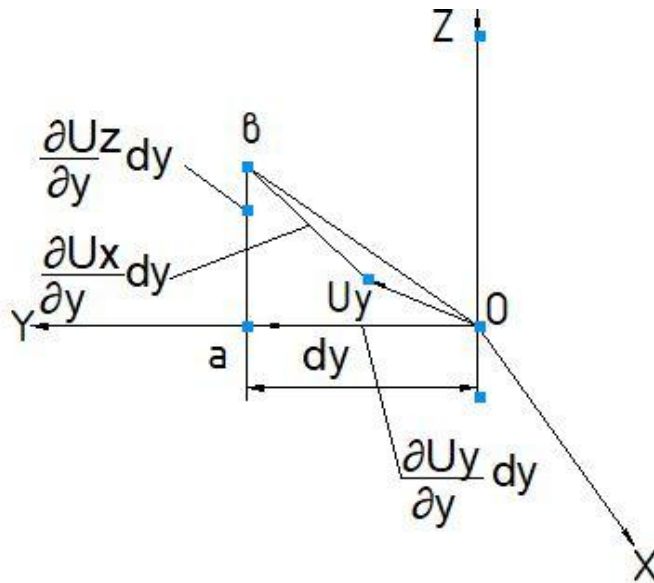


**Рисунок 2 – К анализу проекции скорости  $U_x$  на координаты  $(x, y, z)$  в плоскостях  $XOZ$ ,  $XOY$**

Произвольно ориентированный вектор  $U$  имеет свою проекцию  $U_x$  на ось координат  $OX$ , выражаемую отрезком  $ob$ . Для получения этой проекции вектор скорости  $U$  должен совершить два угловых перемещения и одно линейное. Первое угловое перемещение – это поворот вектора  $U$  в плоскости  $XOY$ . Его можно представить в виде косой частной производной  $\frac{\partial U_y}{\partial x} dx$ , как показано

на рис. 2. Второе угловое перемещение совершает вектор  $U$  в плоскости  $XOZ$ , его можно выразить косой частной производной  $\frac{\partial U_z}{\partial x} dx$ . Линейное изменение вектора скорости  $U$  на ось  $OX$  можно представить в виде прямой производной на собственную ось  $\frac{\partial U_x}{\partial x} dx$ . Изменение проекции вектора скорости во времени Эйлер представил частной производной  $\frac{\partial U_x}{\partial t} dt$ .

Описание проекции вектора скорости  $U$  на координатную ось  $OY$  произведем на основе анализа рис. 3.

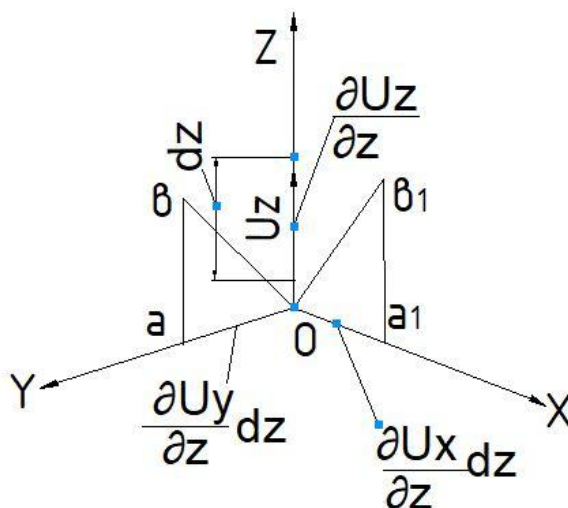


**Рисунок 3 – К анализу проекции скорости  $U_y$  на координаты  $(x,y,z)$  в плоскостях  $YOZ, XOY$**

Принципиальный подход в схеме анализа остается таким же как и в предыдущем случае. Для получения проекции  $U_y$  на ось  $OY$  вектор скорости  $U$  должен совершить также два угловых перемещения и одно линейное. Первое угловое перемещение – это поворот вектора  $U$  в плоскости  $XOY$ , его можно представить в виде косой частной производной  $\frac{\partial U_x}{\partial y} dy$ , как показано на рисунке 3.

Второе угловое перемещение совершает вектор скорости  $U$  уже в плоскости  $YOZ$ , его можно выразить косой частной производной  $\frac{\partial U_z}{\partial y} dy$ . Линейное изменение вектора скорости  $U$  на ось  $OY$  можно представить в виде прямой производной на собственную ось  $\frac{\partial U_y}{\partial y} dy$ . Изменение проекции вектора скорости во времени Эйлер представил частной производной  $\frac{\partial U_y}{\partial t} dt$ .

Изменение проекции вектора скорости  $U$  на координатную ось  $OZ$  произведем на основании рис. 4.



**Рисунок 4 – К анализу проекции скорости  $U_z$  на координаты  $(x,y,z)$  в плоскостях  $YOZ, XOY, XOZ$**

Изменение вектора скорости  $U$  на координатную ось  $OZ$  можно наблюдать по изменениям его проекций  $U_z$  в плоскостях  $YOZ, XOZ$ . Как и в предыдущих случаях, мы имеем два угловых перемещения и одно линейное, которые можно выразить, как следует из рис. 4, двумя косыми частными производными  $\frac{\partial U_x}{\partial z} dz$ ,  $\frac{\partial U_y}{\partial z} dz$  и одной линейной на собственную ось  $\frac{\partial U_z}{\partial z} dz$ .

Группируя изменения проекции вектора скорости в виде частных производных  $U_x$  на оси  $OX, OY, OZ$ , можно записать уравнение полного дифференциала этой проекции с учетом фактора времени в виде:

$$dU_x = \frac{\partial U_x}{\partial x} dx + \frac{\partial U_x}{\partial y} dy + \frac{\partial U_x}{\partial z} dz + \frac{\partial U_x}{\partial t} dt; \quad (3)$$

Аналогично группируя изменения проекции векторов скорости  $U_y, U_z$  на оси  $OX, OY, OZ$  можно записать уравнения полного дифференциала этих проекций с учетом фактора времени в виде:

$$\begin{aligned} dU_y &= \frac{\partial U_y}{\partial x} dx + \frac{\partial U_y}{\partial y} dy + \frac{\partial U_y}{\partial z} dz + \frac{\partial U_y}{\partial t} dt; \\ dU_z &= \frac{\partial U_z}{\partial x} dx + \frac{\partial U_z}{\partial y} dy + \frac{\partial U_z}{\partial z} dz + \frac{\partial U_z}{\partial t} dt. \end{aligned} \quad (4)$$

Из этих уравнений, разделив левую и правую часть на  $dt$ , Эйлер получил систему дифференциальных уравнений для проекций ускорения, которая имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{dU_x}{dt} &= \frac{\partial U_x}{\partial x} U_x + \frac{\partial U_x}{\partial y} U_y + \frac{\partial U_x}{\partial z} U_z + \frac{\partial U_x}{\partial t}; \\ \frac{dU_y}{dt} &= \frac{\partial U_y}{\partial x} U_x + \frac{\partial U_y}{\partial y} U_y + \frac{\partial U_y}{\partial z} U_z + \frac{\partial U_y}{\partial t}; \\ \frac{dU_z}{dt} &= \frac{\partial U_z}{\partial x} U_x + \frac{\partial U_z}{\partial y} U_y + \frac{\partial U_z}{\partial z} U_z + \frac{\partial U_z}{\partial t}. \end{aligned} \quad (5)$$

Полагаем, что данная графическая интерпретация позволит облегчить понимание (восприятие) абстрактной математической модели движения идеальной жидкости Эйлера.

#### Список цитированных источников

1. Чугаев, Р.Р. Гидравлика: Учебник для вузов. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 672 с.

УДК 628.84

**Конон Е. В.**

**Научный руководитель: ст. преподаватель Янчилин П. Ф.**

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ В КАФЕ ПРИ ПОМОЩИ СПЛИТ-СИСТЕМЫ

Основной задачей специалистов в области вентиляции, кондиционирования и охраны воздушного бассейна является создание в помещениях различного назначения такого микроклимата, при котором обеспечиваются благоприятные условия для выполнения работ и нормальной деятельности человека. Современные системы кондиционирования воздуха — это сложный комплекс в кластере систем климатизации, в них применяется большое количество функциональных блоков и агрегатов, которые технологически взаимосвязаны и взаимозависимы. Эффективность работы таких систем, их технико-экономические характеристики во многом зависят от принятых схем [1].

Теплопоступления от искусственного освещения:

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 216 \cdot 0,06 \cdot 1 = 2592 \text{ Вт}$$

Теплопоступления от солнечной радиации:

$$Q_p = 5724,3 \cdot \left( \frac{2 \cdot 74,1 \cdot 0,31 + 9,8 \cdot 0,31 + 0,5 \cdot 164,77 \cdot 0,36 + 1,5 \cdot 164,77 \cdot 0,36}{74,1 + 74,1 + 9,8 + 164,77 + 164,77} \right) = 1968 \text{ Вт.}$$

Газовые выделения в помещение:

$$V_{\text{CO}_2} = 18 \cdot 100 = 1800 \text{ л/ч.}$$

Поступление тепла и влаги от людей

В Холодный период года тепло- и влагопоступления от одного человека определены по таблице 5.1 [3] с учетом температуры внутреннего воздуха в помещении  $t_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$  и интенсивности физической нагрузки людей (в состоянии покоя). Тогда от 100 человек:

$$Q_{\text{я}} = 90 \cdot 100 = 9000 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{п}} = 120 \cdot 100 = 12000 \text{ Вт}$$

$$W = 40 \cdot 50 + 34 \cdot 50 = 3700 \text{ г/ч}$$

Теплый период года тепло- и влагопоступления от одного человека определены по таблице 5.1 [3] с учетом температуры внутреннего воздуха в помещении  $t_{\text{в}} = 25^\circ\text{C}$  и интенсивности физической нагрузки людей (в состоянии покоя). Тогда от 100 человек:

$$Q_{\text{я}} = 60 \cdot 100 = 6000 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{п}} = 95 \cdot 100 = 9500 \text{ Вт}$$

$$W = 50 \cdot 50 + 42,5 \cdot 50 = 4625 \text{ г/ч}$$

Согласно расчёту, в кафе был принят следующий воздухообмен:  
 $L=10161,7 \text{ м}^3/\text{ч.}$