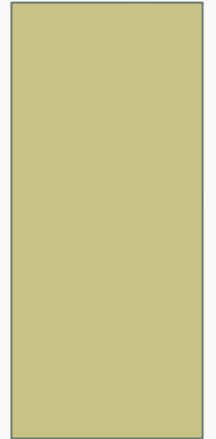


ЯВЛЕНИЕ КОНВЕКЦИИ

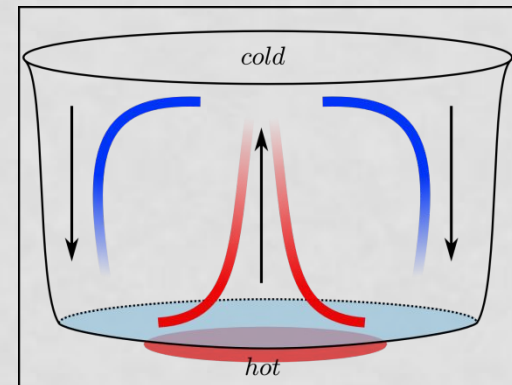
БЫЧКОВА АННА
ГРУППА 533



КОНВЕКЦИЯ

Конвекция – это вид теплообмена, при котором внутренняя энергия передается струями и потоками.

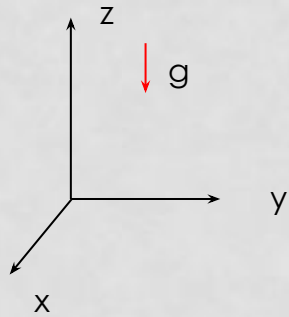
- Естественная - возникает в веществе самопроизвольно при его неравномерном нагревании в поле тяготения.
- Вынужденная - перемещение вещества обусловлено действием внешних сил (насос, лопасти вентилятора и т. п.)



ДЕМОНСТРАЦІЯ
ОПЫТА

НАЙДЕМ УСЛОВИЯ ОТСУТСТВИЯ КОНВЕКЦИИ

- Для простоты, предположим, что температура жидкости меняется только с высотой. Поле силы тяжести будем считать однородным. Будем пренебрегать процессами теплопроводности в жидкости.



$$\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y} = 0$$

$$dP = -\rho g dz$$

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -g\rho(z)$$

Пусть dv, dT, dP означают бесконечно малые приращения v, T, P в покоящейся жидкости при изменении высоты dz .

В силу уравнения состояния:

$$dv = \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial v}{\partial P} \right)_T dP$$

Предположим, элемент жидкости переместился вверх на dz под действием какого-то бесконечно малого возмущения.

Все происходит адиабатически.

$$dv_{\text{ад}} = \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P dT_{\text{ад}} + \left(\frac{\partial v}{\partial P} \right)_T dP$$

Индекс «ад» у dP мы опустили, так как приращение давления в элементе жидкости такое же, что и приращение давления в окружающей жидкости.

Если $dz > 0$, то элемент переместился вверх.

- $dv_{ад} > dv$, то элемент окажется относительно более легким, чем окружающая жидкость. Следовательно, будет подниматься еще выше, и равновесие жидкости окажется неустойчивым.
- $dv_{ад} < dv$, то давление окружающей жидкости вернет элемент в начальное положение, т.е. равновесие будет устойчивым.

$$dv_{ад} < dv$$
$$\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P dT_{ад} + \left(\frac{\partial v}{\partial P}\right)_T dP < \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial v}{\partial P}\right)_T dP$$
$$\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_{ад} < \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_P$$

Где $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$ - температурный коэффициент объемного расширения

Следовательно, можно сократить правую и левую часть на температурный коэффициент объемного расширения.

$$\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right) > \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_{ад}$$

Таким образом, чем больше температурные градиент $\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)$, тем более затруднена конвекция, тем устойчивее механическое равновесие жидкости.

ВЫЧИСЛИМ АДИАБАТИЧЕСКИЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАДИЕНТ

$$ds = \left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_P dT_{\text{ад}} + \left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T dP = 0$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial z}\right)_{\text{ад}} = \left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_P \left(\frac{dT}{dz}\right)_{\text{ад}} + \left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T \left(\frac{dP}{dz}\right)$$

В силу равенств $\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_P = \frac{C_p}{T}$, $\left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$ и $\frac{dP}{dz} = -\rho g = -\frac{g}{v}$

Получаем

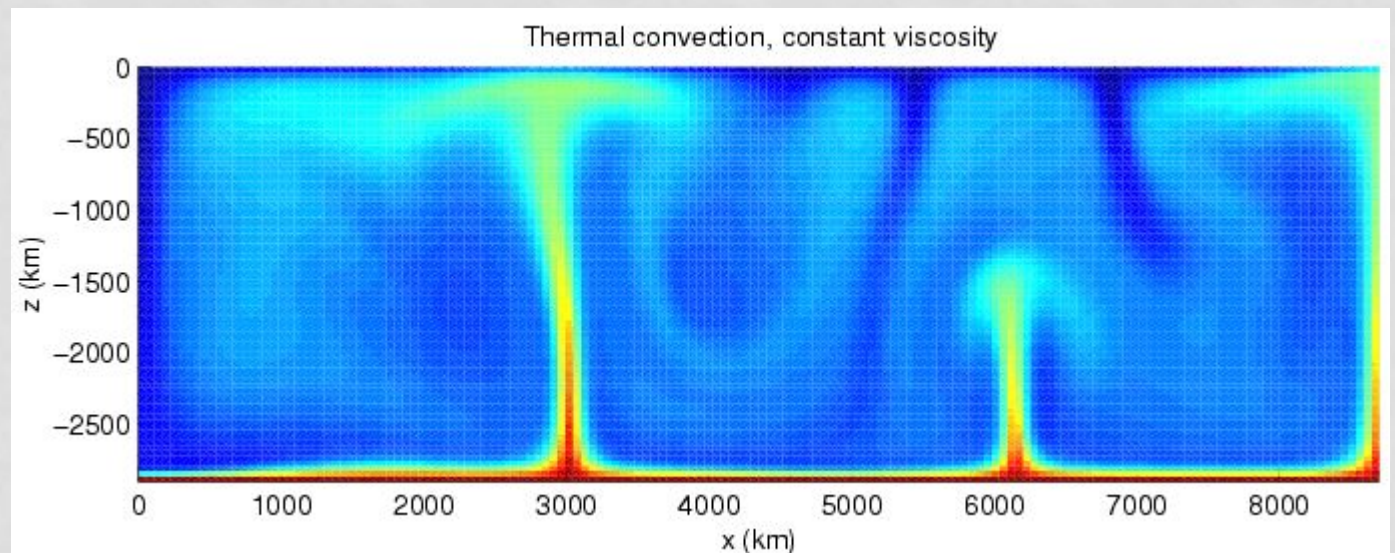
$$\left(\frac{\partial s}{\partial z}\right)_{\text{ад}} = \frac{C_p}{T} \left(\frac{dT}{dz}\right)_{\text{ад}} + \frac{g}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P = 0$$

Выражаем $\left(\frac{dT}{dz}\right)_{\text{ад}}$

$$\left(\frac{dT}{dz}\right)_{\text{ад}} = - \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P \frac{g T}{v C_p}$$

ПОДСЧИТАЕМ ЧИСЛЕННО ДЛЯ ВОДЫ

-10^{-1} K/m



ВЫВОД

Из полученных данных, можем сделать вывод.

Если температура воды(воздуха) повышается с высотой, то система в механическом отношении устойчива. Но устойчивое равновесие возможно и тогда, когда с высотой температура воздуха понижается. Однако это понижение не может превосходить примерно одного градуса на 10 метров высоты.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Д.В. Сивухин «Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика»
- Интернет ресурс
«<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F>»