

22.01.2026 Тема: Фазовые переходы. Преобразование энергии в фазовых переходах.

Инструкция: изучите теоретический материал, обращая внимание на производственные примеры.

Выполните предложенные задания. Запись в тетрадь подчеркнутого материала, рисунок графического представления фазовых переходов. Задача в тетрадь.

Блок 1. Теория: Агрегатные состояния и фазовые переходы в технике

1. Три агрегатных состояния:

Газ: Частицы движутся хаотично, расстояния между ними велики. Не имеют собственной формы и объема.

Пример на производстве: Сжатый воздух в пневмоинструменте (дрели, гайковерты), природный газ в магистралях.

Жидкость: Частицы колеблются и "перескакивают", сохраняя "ближний порядок". Имеют собственный объем, но принимают форму сосуда.

Пример на производстве: Охлаждающая жидкость (тосол) в системе ЧПУ станка, моторное масло в двигателе, гидравлическая жидкость в прессах и подъемниках.

Твердое тело (кристаллическое): Частицы колеблются около узлов кристаллической решетки, сохраняя " дальний порядок". Имеют собственную форму и объем.

Пример на производстве: Металлы (сталь, алюминий), из которых изготавливаются детали, полупроводниковые кристаллы (кремний) в микропроцессорах.

2. Фазовые переходы (с поглощением или выделением энергии):

Плавление / Кристаллизация:

Пример: Сварка. При плавлении электрода и кромок детали энергия поглощается. При остывании и кристаллизации шва энергия выделяется в окружающую среду.

Испарение (парообразование) / Конденсация:

Пример: Система охлаждения двигателя.

Антифриз, испаряясь в радиаторе, поглощает избыточное тепло от двигателя. Пар конденсируется, отдавая тепло атмосфере.

Кипение – частный случай испарения по всему объему жидкости при определенной температуре и давлении.

Пример: Паровой котел ТЭЦ. Вода кипит при высоком давлении, образует пар, который вращает турбину для выработки электроэнергии. Давление влияет на температуру кипения!

Возгонка (сублимация) / Десублимация:

Пример: Сушка древесины в вакуумных камерах. Лед в порах древесины возгоняется сразу в пар, минуя жидкую фазу, что ускоряет процесс.

3. Насыщенный пар и его свойства в технике:

Насыщенный пар – пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью (число испаряющихся молекул равно числу конденсирующихся).

Свойство: Его давление не зависит от объема, а зависит только от температуры. При сжатии насыщенного пара часть его конденсируется.

Пример: Автоклав для стерилизации. Повышая температуру, мы резко увеличиваем давление насыщенного пара внутри. Это давление не зависит от того, сколько еще пара мы накачаем – "лишний" пар сконденсируется. Это обеспечивает стабильные и контролируемые параметры стерилизации.

4. Влажность воздуха на производстве:

Абсолютная влажность (ρ): Масса водяного пара в единице объема воздуха ($[г/м^3]$).

Относительная влажность (φ): Отношение текущего давления пара к давлению насыщенного пара при той же температуре.

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н.п.}}} \cdot 100\%$$

Точка росы – температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы пар стал насыщенным и началась конденсация.

Пример 1: Цех покраски автомобилей. Слишком низкая влажность – краска быстро сохнет, образуя дефекты. Слишком высокая – на поверхности детали может выпасть роса (достигнута точка росы), что приведет к отслоению краски. Необходим контроль влажности гигрометрами.

Графическое представление фазовых переходов



Пример 2: Склад электронных компонентов. Высокая влажность может вызвать коррозию контактов и окисление. Конденсат выводит оборудование из строя.

5. Поверхностное натяжение и смачивание:

Поверхностное натяжение (σ) – сила, действующая вдоль поверхности жидкости и стремящаяся ее сократить. Жидкость ведет себя как упругая пленка.

$\sigma = F / l$, где F - сила поверхностного натяжения, l - длина границы поверхности.

Пример: Пайка микросхем. Припой должен хорошо смачивать (растекаться) по контактам, а не собираться в каплю. Для этого используют флюс – вещество, которое уменьшает поверхностное натяжение припоя и улучшает смачивание.

Капиллярность – подъем или опускание жидкости в узких трубках (капиллярах) due to поверхностному натяжению.

$$h = \frac{2\sigma}{\rho gr}$$

Формула высоты уровня жидкости в капилляре для случая идеального смачивания

Пример: Подача смазки в узкие зазоры подшипников качения происходит за счет капиллярных сил.

Блок 2. Расчеты (в тетрадь)

В цехе при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ давление водяного пара составляет 1.4 кПа. Давление насыщенного пара при этой температуре равно 2.33 кПа. Определите относительную влажность воздуха в цехе. Достаточна ли она для комфортной работы?

Дано: $t = 20^{\circ}\text{C}$, $p = 1.4 \text{ кПа} = \underline{\hspace{2cm}}$ Па, $p_{\text{н.п.}} = 2.33 \text{ кПа} = \underline{\hspace{2cm}}$ Па.

Найти: $\varphi - ?$

Решение:

$$\varphi = (p / p_{\text{н.п.}}) * 100\% = (\underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}}) * 100\% \approx \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Ответ: $\varphi \approx \underline{\hspace{2cm}} \%$. Влажность $\underline{\hspace{2cm}}$ (нормальная/пониженная/повышенная).

Блок3. Вопросы на закрепление (устно)

- Чем принципиально отличается поведение насыщенного пара от идеального газа при сжатии?
- Почему капля воды на обезжиренной металлической пластине растекается, а на поверхности листа лотоса собирается в шарик?