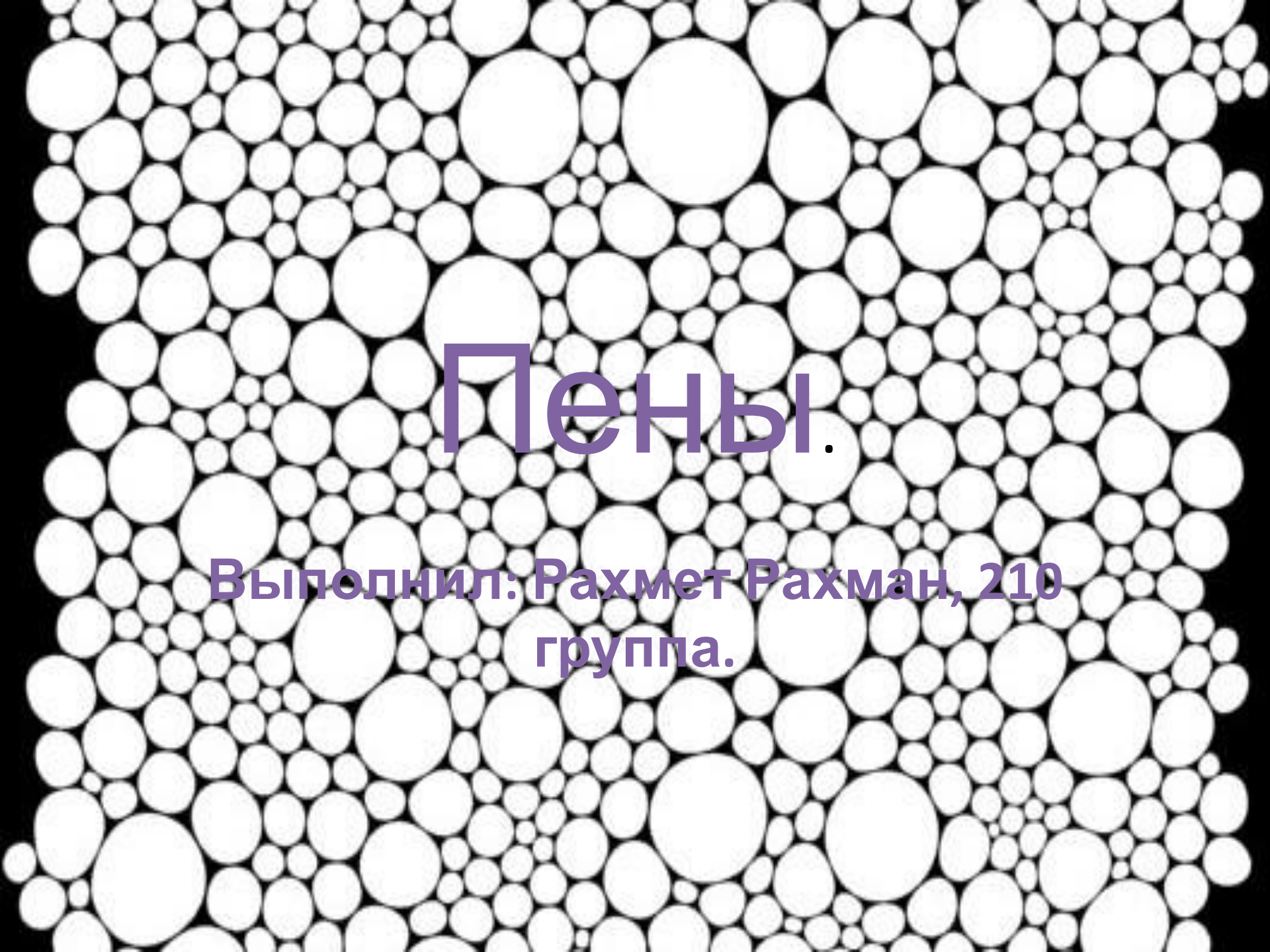




# Пены.

Выполнил: Рахмет Рахман, 210  
группа.

Пена — дисперсная система с газовой дисперсной фазой и жидкой или твёрдой дисперсионной средой.

- Пены обычно являются сравнительно грубодисперсными высококонцентрир. системами (разб. системы типа газ жидкость наз. газовыми эмульсиями). Объемное содержание дисперсионной среды обычно характеризуют кратностью пены  $K$  отношением объема пены к объему дисперсионной среды. Различают низкократные пены ( $K$  от 3 до неск. десятков) и высокократные ( $K$  до неск. тысяч). Малоустойчивые (дина-мич.) пены существуют лишь при непрерывном смешении газа с пенообразующим р-ром в присут. пенообразователей 1-го рода (по классификации пен А. Ребиндера), напр. низших спиртов и орг. к-т. После прекращения подачи газа такие пены быстро разрушаются. Высокостабильные пены могут существовать в течение мн. минут и даже часов. К пенообразователям 2-го рода, дающим высокостабильные пены, относят мыла и синтетич ПАВ.

# Свойства пен

- Пены по своей природе близки к концентрированным эмульсиям, но дисперсной фазой в них является газ, а не жидкость. Пены получают из растворов поверхностно-активных веществ. Для повышения их устойчивости в растворы ПАВ добавляют высокомолекулярные вещества, повышающие вязкость растворов. В качестве характеристик пены используется комплекс свойств, всесторонне характеризующих пену.
- Пенообразующая способность раствора — количество пены, выражаемое её объёмом ( $\text{см}^3$ ) или высотой столба (м), которое образуется из заданного постоянного объёма пенообразующего раствора при соблюдении некоторых стандартных условий пенообразования в течение постоянного времени.
- Кратность пены, которая представляет собой отношение объёма пены к объёму раствора, пошедшего на её образование.
- Стабильность (устойчивость) пены — её способность сохранять общий объём, дисперсность и препятствовать вытеканию жидкости (синерезису). Часто в качестве меры стабильности используют время существования («жизни») выделенного элемента пены (отдельного пузырька или пленки) или определённого объёма пены.
- Дисперсность пены, которая может быть охарактеризована средним размером пузырьков, распределением их по размерам или поверхностью раздела «раствор-газ» в единице объёма пены.

# Пенообразование и разрушение пен

- Пены, в отличие от других дисперсных систем, состав которых определяется концентрацией дисперсной фазы, характеризуются содержанием дисперсионной среды.
- Пены являются крайне неустойчивыми дисперсными системами, так как плотность жидкости в сотни и даже тысячи раз превышает плотность газа, из которого формируются пузырьки пены. Пены считаются грубодисперсными системами: в момент пенообразования невооружённым глазом видны пузырьки пены. Масса и объём газовой дисперсной фазы непостоянны и быстро изменяются, размеры пузырьков сильно разнятся, поэтому пены можно считать полидисперсными системами. Пены являются типичными лиофобными дисперсными системами.
- Пены как дисперсные системы имеют свои особенности, которые определяются свойствами дисперсной фазы, дисперсионной среды и границы раздела фаз между ними, такими как: изменение энергии Гиббса, межфазное поверхностное натяжение, форма пузырьков (сферическая, полиэдрическая).

- Пены термодинамически неустойчивы, так как в них протекают процессы, ведущие к изменению строения и разрушению пен. К таким процессам относят:
- утоньшение плёнок и их последующий разрыв; в результате увеличивается средний размер ячеек при разрыве плёнок в объёме пены или уменьшается высота столба (слоя) пены, если разрываются плёнки, отделяющие поверхностные ячейки пены от внешней газовой среды; дисперсность пены падает.
- Диффузионный перенос газа из малых ячеек в более крупные (в полидисперсной пене) или из поверхностных ячеек во внешнюю среду; это приводит к исчезновению поверхностных ячеек и уменьшению высоты столба (слоя) пены.
- Отекание дисперсионной среды под действием силы тяжести (синерезис) в высокостабильных пенах, приводящее к возникновению гидростатически равновесного состояния, в котором кратность слоя пены тем больше, чем выше он расположен; в низкократных пенах синерезис ведёт к возникновению под пеной слоя жидкости.

# Структура пен

- Для пен, особенно высокократных, характерна ячеистая пленочно-каналовая структура, в которой заполненные газом ячейки разделены тонкими плёнками. Три плёнки, расположенные под углом  $120^\circ$ , сливаются в канал, четыре канала с углом между ними около  $109^\circ$  образуют узел. Наиболее типичной формой ячейки в монодисперсной пене является пентагональный додекаэдр (двенадцатигранник с пятиугольными гранями), часто с 1-3 дополнительными гранями; среднее число плёнок, окружающих ячейку, обычно близко к 14. В низкократной пене форма ячеек близка к сферической и размер плёнок мал.

# Твёрдые пены.

- Системы с твёрдой дисперсионной средой и газовой дисперсной фазой — Г/Т часто называют твёрдыми пенами. Твёрдые пены, так же как и жидкие пены, вследствие большого размера пузырьков газовой фазы обычно относят к микрогетерогенным или даже грубодисперсным системам.
- Примером природной твердой пены может служить пемза — пористая, губчато-ноздреватая очень лёгкая горная порода вулканического происхождения, применяемая как абразив для полировки и шлифования, а также в строительном деле для изготовления пемзобетона. Из искусственных твёрдых пен можно указать пеностёкла и пенобетоны, широко применяемые в качестве строительных и изоляционных материалов. Достоинствами этих материалов являются малая плотность, малая теплопроводность и довольно большая прочность, обусловленная их ячеистой структурой и прочностью дисперсионной среды. Сюда же надо отнести искусственные губчатые материалы, изготовленные на основе полимеров (микропористая резина, различные пенопласты).



Схематич. изображение структуры пен с высокой кратностью.

- Пены являются типичными лиофобными дисперсными системами (см. Лيوфильность и лиофобность); они в принципе термодинамически неустойчивы, т. к. в них протекают процессы, ведущие к изменению строения и разрушению пен. К таким процессам относят: 1) утоньшение пленок и их послед. разрыв; в результате увеличивается средний размер ячеек при разрыве пленок в объеме пены или уменьшается высота столба (слоя) пены, если разрываются пленки, отделяющие поверхностные ячейки пены от внеш. газовой среды; дисперсность пены падает. 2) Диффузионный перенос газа из малых ячеек в более крупные (в полидисперсной пене) или из поверхностных ячеек во внеш. среду; это приводит к исчезновению поверхностных ячеек и уменьшению высоты столба (слоя) пены. 3) Отекание дисперсионной среды под действием силы тяжести(синерезис) в высокостабильных пенах, приводящее к возникновению гидростатически равновесного состояния, в к-ром кратность слоя пены тем больше, чем выше он расположен; в низократных пенах синерезис ведет к возникновению под пеной слоя жидкости.

# Применение

- В ряде случаев практического применения пен важны такие их свойства, как вязкость, теплопроводность, электропроводность, оптические свойства и т. д. Пены находят широкое применение во многих отраслях промышленности и в быту:
- В быту: пенные моющие средства для ванн, чистки ковров и мебели.
- В пожаротушении: при возгорании ёмкостей с легко воспламеняющимися жидкостями, при тушении пожаров в закрытых помещениях — в подвалах, на судах и в самолётах.
- В строительстве: устройство кровли, гидроизоляция и утепление фундаментов, звукоизоляция стен.

- В горнорудной промышленности: использование пенной флотации для обогащения полезных ископаемых; предотвращение промерзания полигонов для добычи полезных ископаемых открытым способом в условиях Крайнего Севера; изготовление взрывоустойчивых и изолирующих перемычек в шахтах и рудниках.
- В отделке текстильных материалов.
- В кулинарии: кондитерские пены, муссы, торты, бисквиты и др.
- В сфере развлечений: пенные вечеринки, дискотеки, шоу.
- Пены с твёрдыми тонкими стенками (аэрогели, пенопласты) широко используются для изготовления тепло- и звукоизолирующих материалов, спасательных средств, упаковки и др.