

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ФІЗКОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ

Мікрогетерогенні системи
(Частина 1)

Білінгвальний навчально-методичний посібник

Запоріжжя-2016

УДК 544.77(072)

ББК 24.6я7

М59

Автори:

Каплаушенко А. Г., Пряхін О. Р., Варинський Б. О., Юрченко І. О.,
Щербак М. О.

Рецензенти:

Парченко В. В., професор кафедри токсикологічної та неорганічної хімії
Запорізького державного медичного університету, д. фарм. н..

Гладишев В. В., зав. кафедри технології ліків Запорізького державного
медичного університету, д.фарм.н..

Мікрогетерогенні системи (Частина 1): навчально-методичний посібник
/ А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін, Б.О. Варинський [та ін.]. – Запоріжжя, 2016. –
187 с.

Authors:

Kaplaushenko A. G., Pryakhin O. R., Varinskiy B. A., Iurchenko I. A.,
Shcherbak M. A.

Reviewers:

Parchenko V. V., Dr.hab., Professor of the Department of Toxicology and Inorganic
Chemistry, Zaporozhye State Medical University;

Gladychiev V. V., Dr.hab, Professor, Head of the Department of Medicinal
Preparations Technology, Zaporozhye State Medical University.

Microheterogeneous systems (Part 1) : teaching and methodical manual / A.
G. Kaplaushenko, O. R. Pryakhin, B. A. Varinskiy [et al.]. – Zaporozhye, 2016. –
187 p.

Навчальний посібник розглянуто та затверджено:

Цикловою методичною комісією з фармацевтичних дисциплін

(протокол №__ від _____р.),

Центральною методичною радою ЗДМУ

(протокол №__ від _____р.)

ЗМІСТ

1. Вступ.....	4
2. Глава 1. Системи з газоподібним дисперсійним середовищем.....	16
3. Глава 2. Системи з рідким дисперсійним середовищем.....	76
4. Глава 3. Системи з твердим дисперсійним середовищем. Композиційні матеріали.....	162
5 Література.....	186

ВСТУП

Дисперсні системи надзвичайно широко поширені в природі. Величезне значення вони мають і в сучасній техніці.

Дисперсні системи і колоїдно-хімічні явища спостерігаються далеко за межами Землі. Як відомо, міжзоряна матерія складається головним чином з газів і пилу, причому за допомогою спостережень за поглинанням світла було показано, що розмір порошинок, що містяться в космічному просторі, зазвичай не перевищує 30 мкм, тобто порошок мають типові колоїдні розміри.

Комети, що є газопопиловими хмарами, є, таким чином, колосальні дисперсні системи, а характерне світіння комет, що виникає в результаті освітлення найдрібніших часток променями Сонця, є ні чим іншим, як проявом світлорозсіювання. Залишається доки неясним, чим обумовлено тривале існування комет - величезною розрідженістю космічної газопопилової хмари і малою частотою зустрічей окремих часток один з одним, або відносною агрегативною стійкістю системи, що визначається яким-небудь чинником, наприклад електричним зарядом часток, який може виникати внаслідок адсорбції пиловими частками іонів. Як було встановлено, в космічному просторі міститься велика кількість іонів, що утворюються в результаті дії різних випромінювань на молекули газів.

Проблема створення сонячної системи, або, принаймні, проблема утворення планет, навколо Сонця також має пряме відношення до колоїдних явищ, що відмічав ще Ареніус. За космогонічними уявленнями Кейпера, Юри, В.Г. Фесенкова, сонячна система утворилася з газопопилової речовини. Згідно однієї з теорій утворення планет, розвиненою О.Ю. Шмідтом, планети виникли з газопопилової хмари, захопленої Сонцем, оскільки відомо, що в просторі нашої Галактики існує безліч таких хмар.

Земля і водойми, а також атмосфера, що їх оточує, є дисперсними системами. Вони постійно міняються, причому ці зміни викликає сама природа. Річки планети щорічно переміщують 16 млрд. тонн, а вітри видувають до 2.5 млрд. тонн породи (Еверест містить приблизно таку ж кількість породи), яка перетворюється на тверді частки дисперсної фази.

PREFACE

Dispersion systems is widely distributed in nature. They have great importance in modern engineering.

Disperse Systems and colloid-chemical phenomena observed far beyond Earth. As you know, interstellar matter consists mainly of gas and dust, and through observation by light absorption has been shown that the size of dust particles contained in outer space, typically less than 30 microns, that dust particles have typical colloidal dimensions.

Comets, which are gas-dust clouds is thus enormous dispersion systems, and luminescence characteristic of comets, resulting lighting smallest particle rays of the sun, is nothing but a manifestation of light scattering. It remains unclear until what is due to the continued existence of comets - huge sparsity cosmic gas and dust clouds and low frequency of meetings of individual particles with each other or relative aggregative stability of the system, defined by some factor, such as electric charge particles, which may be due to adsorption dust particles ions. It was found that in outer space contains a large number of ions formed as a result of radiation on different gas molecules.

The problem of creation of the solar system, or at least, the problem of the formation of planets around the sun also relates to the colloidal phenomena vidmichav Arrhenius yet. For cosmogonic ideas Kuiper, Jura, V.G. Fesenkov, solar system formed from gas and dust material. According to one theory formation of planets, developed O. Schmidt, the world emerged from the gas and dust clouds, captured the sun, since it is known that in the space of our galaxy, there are many such clouds.

Earth and water, and the atmosphere that surrounds them is dispersed systems. They are constantly changing, and these changes is nature itself. Rivers planet annually transfer 16 billion tons. And winds blow up to 2.5 billion. Tons species (Everest has about the same number of species), which is converted into solid particles dispersed phase.

Такими ж частками стають також пилок, насіння і залишки рослин. Аерозолі в атмосфері виникають за рахунок хімічних реакцій(за участю кисню, вуглекислого і інших газів) і вулканічних процесів.

Тверда зовнішня оболонка Землі завтовшки до 70 км утворює земну кору, яка є дисперсною системою. Верхня частина земної кори складається з осадових порід, середня формується тільки на материках і утворює гранітний шар, і, нарешті, нижня частина представляє суцільний базальтовий шар. Осадові породи земної кори складаються з окремих часток або агрегатів, між якими є поровий простір. Гранітні породи і базальт відносяться до дисперсних систем Т/Т.

Надра Землі мають незлічені багатства, яких належать природні копальни. Кам'яне вугілля, нафта, руда, торф і інші корисні копальни є складними дисперсними системами. Кам'яне вугілля, наприклад, нерідко містить в дрібнодисперсному стані сірковмісні мінерали, найчастіше пірит, сліди рослинних залишків та ін. Частина корисних копальни зустрічається в самородному стані, наприклад, у вигляді розсипів. З числа самородних елементів в колоїдному стані відомі сірка і вуглець. Колоїдний стан характерно також для миш'яку, золота і платини.

Верхня частина земної кори - почва і ґрунт - є складними дисперсними системами. Своєрідність ґрунту як дисперсної системи визначається роздробленим станом і різним співвідношенням трьох фаз : твердою, рідкою і газоподібною.

Ґрунти здатні адсорбувати і утримувати значну кількість газів, пари води, органічних і неорганічних речовин. Адсорбційна здатність ґрунтів визначається головним чином ґрунтовими колоїдами. Ґрунтові колоїди представляють тільки деяку частину ґрунту як складної дисперсної системи. У глинистих ґрунтах ця частина складає до 50% від маси ґрунту, в суглинних - до 30%, в піщаних - тільки 3%. Колоїди ґрунту мають різну поглинаючу здатність і легко адсорбують іони K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , H^+ до повного насичення. Чорноземні ґрунти поглинають переважно іони Ca^{2+} , а підзолисті - ще також H^+ і Al_3^+ .

These particles are the same as pollen, seeds and plant remains. Aerosols in the atmosphere are due to chemical reactions (involving oxygen, carbon dioxide and other gases) and volcanic processes.

The solid outer shell of the Earth to 70 km thick crust forms, which are dispersed system. The upper part of the crust consists of sedimentary rocks, the average is formed only on the mainland and forms a layer of granite, and finally, the lower part represents a continuous layer of basalt. Sedimentary rocks of the crust are composed of individual particles or aggregates between which is pore space. Granite and basalt rocks to disperse systems include T / T.

Earth's interior are countless wealth, which include natural resources. Coal, oil, ore, peat and other minerals are complex dispersion systems. Coal, for example, often contain fine state of sulfur minerals pyrite often, traces of plant residues and others. Some minerals found in the native state, such as placers. Among the native elements in colloidal sulfur and carbon are known. Colloidal state is also characteristic for arsenic, gold and platinum.

The upper part of the crust - Soil and soil - are complex dispersion systems. The peculiarity of the soil as determined by the disperse system as fragmented and different ratios of three phases: solid, liquid and gaseous.

Soils are able to absorb and hold a significant amount of gas, water vapor, organic and inorganic substances. Adsorption capacity of soil is determined mainly by soil colloids. Soil colloids are just some of the soil as a complex disperse system. In clay soils figure of 50% by weight of soil, loam - up to 30% in the sand - only 3%. Soil Colloids have different absorptive capacity and easily adsorb ions K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , H^+ to full saturation. Chernozem soils absorb mainly Ca^{2+} ions and podzolic - even as H^+ and Al^{3+} .

Адсорбовані катіони роблять безпосередній вплив на зростання і розвиток культурних рослин. Так, повне насичення ґрунту іонами K^+ , Na^+ і Mg^{2+} призводить до загибелі рослин. Наявність же цих іонів в ґрунті в невеликих кількостях, навпаки, на зростанні і розвитку рослин позначається сприятливо. Насиченість ґрунту іонами Ba^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} і Cu^{2+} виявилася згубною для усіх культур. Катіони ґрунту легко вступають в іонний обмін. За рахунок цього процесу змінюються склад і іонообмінні властивості ґрунтових колоїдів. Ґрунти як структуровані системи здатні до набрякання і гелеутворення.

Розмір і форма часток ґрунту, разом з їх природою, визначають водопроникність і поглинювальну здатність ґрунту. Піски, що мають невисоку дисперсність, легко пропускають воду, високодисперсні ж глини, навпаки, добре утримують вологу. Присутність лугів підвищує дисперсність і гідрофільність ґрунтів. В протилежність цьому солі кальцію коагулюють ґрунт і знижують її гідрофільність. На цьому засновано вапнування ґрунту, вживане для того, щоб знизити здатність ґрунту утримувати вологу. Останнім часом широко застосовуються так звані агенти, що структурують, на основі полімерів, внесення яких в ґрунт усуває ерозію і надає ґрунту бажані властивості.

У річкових водоймах містяться частки кремнезему, глинистих мінералів, гумусових речовин, оксидів заліза, карбонатів кальцію і магнію. У озерах і ставках суспензія утворюється з природного мулу. У морську воду річки приносять мінеральні і органічні частки; вони доповнюються живими істотами - бактеріями, планктоном. У воді океанів колоїдні розчини і грубі суспензії формуються продуктами життєдіяльності організмів і розкладання після їх загибелі.

Утворення дельт при впаданні річок в морі значною мірою є колоїдним процесом. У прісній воді річок зазвичай міститься величезне число зважених мінеральних часток з розмірами, близькими до колоїдних. Ці частки мають електричний заряд, як і більшість колоїдних часток.

Adsorbed cations have a direct impact on the growth and development of crops. Thus, complete saturation of the soil ions K^+ , Na^+ and Mg^{2+} results in the death of plants. The presence of these ions in the soil in small quantities, by contrast, the growth and development of plants affects favorably. Saturation of soil ions Ba^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} and Cu^{2+} was detrimental to all cultures. Cations soil easily come in ion exchange. By changing the composition of the process and ion exchange properties of soil colloids. Soils as structured systems capable of swelling and gelling.

The size and shape of the particles of soil, with their nature, determine permeability and pohlynyuvalnu capacity of soil. Sands with low dispersion, easy to pass water, highly dispersed clay is rather good at keeping moisture. The presence of alkali increases the dispersion and hydrophilic soils. In contrast, calcium coagulate the soil and reduce its hydrophilicity. This is based liming soil, used to reduce the ability of soil to retain moisture. Recently, widely used so-called agents that structure, polymer-based, making the soil which eliminates erosion and soil provide desired properties.

In river waters contained particles of silica, clay minerals, humic substances, iron oxide, calcium carbonate and magnesium. In lakes and ponds suspension formed from natural silt. In sea water the river brings mineral and organic particles; They are complemented by living creatures - bacteria, plankton. The water of the oceans colloidal solutions and suspensions formed crude products living organisms and decomposition after death.

The formation of deltas at the confluence of the rivers into the sea is largely a colloidal process. In fresh water rivers typically contains a huge number of suspended mineral particles with dimensions close to the colloid. These particles have electric charge, like most of colloidal particles.

При впаданні річок в морі в результаті змішення річкової води з морською, такою, що містить значну кількість електролітів, зважені частки втрачають стійкість, злипаються один з одним і у вигляді агрегатів осідають на дно, утворюючи мілини.

Мабуть, немає жодної галузі промисловості, яка в тому або іншому ступені не мала б справи з дисперсними системами і колоїдно-хімічними процесами. Наприклад, завданням металурга є отримання металу з оптимальною мікро- і ультрамікроструктурою, що здійснюється введенням в сплав певних присадок. У металообробній промисловості такі процеси, як загартування, відпал і плющення, також мають на меті зміна в потрібному напрямі мікроструктури металу.

Керамічне виробництво найтіснішим чином пов'язане з колоїдною хімією, оскільки основна сировина цього виробництва - глиняне тісто є концентрованою суспензією гідратованих силікатів алюмінію. Істотно, що якість глини визначається більше фізичними властивостями її часток (розмір, форма, стан поверхні), ніж хімічними властивостями.

Глини використовуються також як компоненти розчинів при бурінні, застосовуються в якості каталізаторів або носіїв каталізаторів, осушувачів і освітлювачів різних рідин, починаючи з вина і закінчуючи продуктами нафтопереробної промисловості.

Дуже широко використовуються дисперсні системи в якості будівельних матеріалів. Фундаментальні дослідження П.А. Ребіндера і його школи в області в'язучих засобів привели до створення конструкційних матеріалів, що мають підвищену міцність і ряд інших цінних властивостей.

З використанням дисперсних систем і колоїдно-хімічних процесів пов'язані і виробництва, що переробляють органічну сировину. Наприклад, технологія отримання паперу включає процеси диспергування рослинного волокна, приготування дисперсій різних проклеюючих агентів (каніфолі, штучних смол, каучуку) і відкладення на поверхні подрібненого волокна в результаті дії електролітів часток цих дисперсій, що коагулює, що надає паперу ряд цінних властивостей.

At the confluence of the rivers into the sea as a result of the mixing of river water with sea, deemed to contain significant amounts of electrolytes, suspended particles lose stability, clump together and form aggregates settle to the bottom, forming shoals.

Perhaps no industry, which to some extent had to deal with dispersed colloidal systems and chemical processes. For example, the task is to get metallurgist metal with optimum micro and ultramikrostrukturoyu that you enter in the alloy certain additives. In the metal industry processes such as tempering, annealing and rolling is also intended to change in the right direction microstructure of metal.

Ceramic production is closely associated with colloid chemistry as the main raw material of production - clay dough is concentrated suspension of hydrated silicates of aluminum. It is essential that quality clay is determined more physical properties of particles (size, shape, surface condition) than chemical properties.

Clays are also used as a component in drilling mud, used as catalysts or catalyst carriers, dryers and lighting of various liquids ranging from wine and finishing products refining industry.

It is widely dispersed systems are used as building materials. Fundamental research PA Rebinder and his school in astringents led to the creation of structural materials with high strength and a number of other valuable properties.

Using dispersion systems and colloidal chemical processes and related production, processing organic materials. For example, the technology of paper making process involves dispersing plant fiber preparing dispersions of different sizing agents (resin, synthetic resin rubber) and deposition of chopped fibers on the surface as a result of these electrolytes particle dispersions that coagulates, giving the paper a number of properties.

Фарбування волокна і дублення шкіри є також прикладом технологій, де основну роль грають колоїдні процеси. Фарбування і дублення полягає в дифузії колоїдних часток барвника або дубителя в тканину або голину, в коагуляції цих часток при зіткненні з елементарними волокнами і у фіксації зкоагульованих часток на елементарних волокнах.

У виробництві синтетичного каучуку, гуми і пластмас колоїдні процеси грають важливу роль. Так, емульсивна полімеризація, в результаті якої отримують дисперсії синтетичних канчуків (синтетичні латекси), це процес - що протікає в колоїдній системі. Гума і різні пластмаси зазвичай містять найдрібніші частки мінеральних наповнювачів, потрібні властивості, що надають їм, і тому повинні розглядатися як дисперсні системи.

Основною операцією виробництва лаків і фарб є подрібнення пігментів у відповідних середовищах до можливо більш високої міри дисперсності. Колір і криюча здатність лаків або фарб великою мірою залежать від розміру часток пігменту.

Багато основних операцій у фармацевтичній промисловості є по суті колоїдними процесами, а препарати, що виготовляються, у більшості своїй - дисперсні системи (порошки, емульсії, суспензії, золи).

Рослинні і тваринні організми складаються з розчинів і холодців високомолекулярних з'єднань. Тому біохімія і медицина найтіснішим чином пов'язана з хімією дисперсних систем. Помітимо також, що багато технологічних процесів харчової промисловості по суті є колоїдними процесами. У хлібопекарській промисловості при приготуванні тіста величезне значення мають явища набрякання, а при випіканні хліба - явища коагуляції. Приготування маргарину, соусів і майонезів є не що інше, як процес емульгування. У молочній промисловості отримання кислого молока і сиру є процесом коагуляції і синерезису. Нарешті, засолювання і варіння м'яса також зводяться до явищ коагуляції або, точніше, денатурації білків.

На дисперсні системи трьох сфер Землі - верхню частину земної кори, повітря і воду - чинить дію людина. В ході виробничої діяльності людей щорічно переміщається до 10 млрд. тонн різних порід і ґрунту.

Painting fibers and leather tanning technology is also an example where the main role is played colloidal processes. Dyeing and tanning is the diffusion of colloidal particles or dye the fabric of tannins or holynu in coagulation of particles in collisions of elementary fibers and fixing zkoahulovanyh elementary particles in fibers.

In the production of synthetic rubber, rubber and plastic colloidal processes play an important role. Yes, emulsion polymerization, resulting in dispersion are synthetic lash (synthetic latex), this process - which takes place in a colloidal system. Rubber and Plastics usually contain various tiny particles of mineral fillers useful properties that provide them, and therefore should be treated as dispersed systems.

The basic operation of the production of varnishes and paints are grinding pigments in appropriate environments to perhaps a higher degree of dispersion. Color and opaque paints or varnishes capacity largely depend on the particle size of the pigment.

Many basic operations in the pharmaceutical industry is essentially colloidal processes, and preparations are made, for the most part - dispersed systems (powders, emulsions, suspensions, ash).

Plant and animal organisms consist of solutions and gels macromolecular compounds. Therefore, biochemistry and medicine are closely linked to the chemistry of dispersed systems. Note also that many processes food industry is essentially a colloidal processes. In the baking industry for making dough great importance swelling phenomena, and baking bread - the phenomenon of coagulation. Cooking margarine, sauces and mayonnaise is nothing like emulsification process. In the dairy industry get yogurt and cheese is a process of coagulation and syneresis. Finally, salting and cooking meat also reduced to coagulation phenomena or, more precisely, denaturation of proteins.

In dispersed systems three areas of the Earth - the upper crust, air and water - does effect people. During the production activities of people moved annually to 10 billion.

Сюди входить здобич викопних і будівельних матеріалів, викиди і винесення порожньої породи, зокрема, при вскришних роботах, перепахування посівів, спорудження каналів, гребель, доріг, будівель, виїмка ґрунту під фундамент і так далі

У світі щороку в результаті згорання палива викидається в атмосферу більше 100 млн. тонн твердих речовин і понад 1 млн. тонн газоподібних. У перерахунку на душу населення щорічно скупчується більше 500 кг промислових і побутових відходів, які зливаються у водойми, викидаються в повітря, складуються у відвали. У більшості своїй відходи - це дисперсні системи.

Вода витрачається людьми у величезних кількостях - до 7 млрд. тонн щоденні, що за об'ємом еквівалентно стоку води в морі до десяти таких річок як Волга. Вода в природних водоймах забруднена, у тому числі і частками, що становлять дисперсну фазу. Вони утворюють дисперсні системи типу Т/Р, Р/Р, а іноді і Г/Р. Частіше утворюються складні дисперсні системи.

Більшою мірою, ніж природа, забрудненню води «допомагає» сама людина. Три чверті споживаної води потім перетворюється на стоки. Об'єм стоків обчислюється мільярдами кубометрів в добу. Потрапляючи у водойми, вони, у свою чергу, забруднюють їх. На дні річки Потомак, на якій розташований Вашингтон, шар відходів, що злежалися, досягає 3-х метрів.

Освіта, особливості і руйнування дисперсних систем, що знаходяться в трьох сферах Землі, нерозривно пов'язані з проблемою охорони довкілля. Серед хімічних дисциплін колоїдна хімія в цій проблемі відіграє важливу роль. Вона визначається не лише тим, що вода, повітря, численні викиди, стоки і відходи є дисперсними системами, але і тією обставиною, що за допомогою методів колоїдної хімії створюється можливість не допустити забруднення трьох сфер, витягнути багато цінних продуктів і створити безвідходні технології.

Tons of rocks and soil. This includes fossil prey and building materials, emissions and waste rock removal, particularly when stripping works perepahuvannya crops, construction of canals, dams, roads, buildings, excavation of soil under the foundation, etc.

In the world every year as a result of combustion into the atmosphere more than 100 million. Tons of solids and more than 1 mln. Tons gases. In terms of per capita annually collects more than 500 kg of industrial and household waste, which merge into the water, released into the air, stored in piles. Most of the waste - is dispersed systems.

Water consumed by people in large quantities - up to 7 billion. Tons daily, which is equivalent to the volume of water flow into the sea to ten rivers such as the Volga. Water in natural waters contaminated, including particles that are dispersed phase. They form a dispersed system of T / R, R / R, and sometimes H / P. More often formed complex dispersion systems.

To a greater extent than nature, water pollution "helps" the man. Three quarters of the water consumed is then converted into drains. Volume of wastewater billions of cubic meters per day. Getting into the water, they, in turn contaminate them. At the bottom of the Potomac, which is Washington layer of waste zlezhalyssa reaches 3 meters.

Education, especially the destruction and dispersion systems located in three areas of the Earth, is closely related to the problem of environmental protection. Among chemical disciplines colloid chemistry in this issue is important. She is determined not only by water, air, numerous emissions, effluents and waste is dispersed systems, but also the fact that using the methods of colloid chemistry creates an opportunity to prevent contamination of the three areas to pull a lot of products and create waste technologies.

ГЛАВА 1. СИСТЕМИ З ГАЗОПОДІБНИМ ДИСПЕРСІЙНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

1.1 АЕРОЗОЛІ

Аерозолями називають вільнодисперсні системи з газоподібним дисперсійним середовищем і дисперсною фазою, що складається з твердих або рідких часток. Відмінність аерозолів від ліозолів обумовлена, передусім, розрідженістю і меншою в'язкістю дисперсійного газового середовища. Тому броунівський рух в аерозолях відбувається набагато більше інтенсивно, а седиментація часток йде значно швидше, ніж в ліозолях. Інша істотна відмінність аерозолів від ліозолів полягає в тому, що в газовому середовищі не може відбуватися електролітична дисоціація і, отже, неможливе утворення подвійного електричного шару (ДЭС) з іонів навколо часток. У зв'язку з цими особливостями вчення про аерозолі розвивалося значною мірою самостійно своїми власними шляхами.

Класифікація аерозолів

Аерозолі класифікують по агрегатному стану дисперсної фази, по дисперсності і методам отримання. Виходячи з цього принципу, аерозолі ділять на *тумани(Р/Г) - дисперсна фаза складається з крапельок рідини, дими(Т/Г) - системи з твердими частками і пилу(Т/Г) - системи з твердими, але більшими частками*. Слід мати на увазі, що часто на практиці «дим» означає систему, що виникає при згоранні палива і містить як тверді частки сажі і золи, так і рідкі частки продуктів перегонки палива і краплі води, що утворилися в результаті конденсації пари води. Дими, в яких частки дисперсної фази адсорбували значну кількість вологи з атмосфери, очевидно, є одночасно і димами, і туманами. Такі системи, волога, що особливо часто утворюється при великому змісті, в задимленій атмосфері над великими промисловими містами, називаються англійським терміном «смог»(smog - smoke(дим) + fog(туман)).

По *дисперсності аерозолі з твердою дисперсною фазою розділяють на дими з частками від 10^{-9} до 10^{-5} м і пилу, розмір часток яких звичайний більше 10^{-5} м*. Тумани, як правило, складаються з досить великих крапельок розміром від 10^{-7} до 10^{-5} м.

CHAPTER 1. THE SYSTEM OF GASEOUS DISPERSION MEDIUM

1.1 AEROSOL

Aerosol called vlnodypersni system with gaseous dispersion medium and dispersed phase, consisting of solid or liquid particles. The difference of aerosols liozoliv due primarily sparsity and lower viscosity of the dispersion of the gas environment. Therefore Brownian motion in aerosols is much more intense and sedimentation of particles is much faster than liozolyah. Another significant difference from aerosols liozoliv is in a gaseous environment can be electrolytic dissociation and therefore can not be the formation of the electrical double layer (DƏS) of ions around the particle. Due to these features the teachings of aerosols largely independently developed their own ways.

Classification of aerosols

Aerosols are classified on the state of aggregation of the dispersed phase and dispersion methods to obtain. Based on this principle, aerosols are divided into *fog* (P / G) - dispersed phase consists of droplets of liquid, *smoke* (T / T) - a system of solid particles and *dust* (T / G) - solid system, but larger particles. Keep in mind that often in practice "smoke" means a system arising from the combustion of fuel and contains both solid particles of soot and ash particles and liquid distillate fuel and water droplets formed by condensation of water vapor. Fumes, in which particles of the dispersed phase adsorbably significant amount of moisture from the atmosphere, obviously, is both dymamy, and fog. Such systems, moisture most often formed when a large sense, a smoky atmosphere of large industrial cities, called the English term "smog» (smog - smoke (smoke) + fog (fog))

For aerosol *dispersion of a solid dispersed phase is divided into smoke with particles of 10^{-9} m and do 10^{-5} dust particle size are more usual 10^{-5} m. Fogs usually consist of relatively large droplets ranging in size from 10^{-7} to 10^{-5} m.*

За походженням системи з газовим дисперсійним середовищем розділяють, як і усі дисперсні системи, на диспергаційні і конденсаційні. Диспергаційні аерозолі, що утворюються при подрібненні твердих тіл або розпиленням рідин, як і ліозолі, отримані шляхом диспергування, мають досить великі частки і, як правило, полідисперсні. Аерозолі, отримані методом конденсації з пересиченої пари або в результаті хімічних реакцій, навпаки, зазвичай є високодисперсними системами з однорідними по розмірами частками. У таблиці 1.1 приведена класифікація аерозолів за вказаними ознаками.

Таблиця 1.1 Класифікація аерозолів

Назва системи	Тип системи	Розміри часток, м	Спосіб отримання
Дим	Т/Г	$10^{-9} - 10^{-5}$	конденсаційний
Пил	Т/Г	$>10^{-5}$	диспергаційний
Туман	Р/Г	$10^{-7} - 10^{-5}$	конденсаційний
Смог	Р, Т/Г	-	конденсаційний

Розрізняють аерозолі, що утворюються в земній атмосфері в результаті протікання різних природних процесів і отримані в результаті виробничої діяльності людини. Перші називаються *природними*, другі - *технічними*. Технічні аерозолі утворюються в процесі здобичі і переробки руд, вугілля, подрібнення матеріалів, виробництва цементу, спалювання палива і інших технологічних процесів.

Розмір і форма часток

Аерозолі охоплюють великий діапазон дисперсності, проте високо - і грубодисперсні аерозолі нестійкі. Перші - внаслідок частого зіткнення часток між собою і в замкнутій системі із стінками, другі - у зв'язку з великою швидкістю седиментації. Тому практично аерозолі займають область $10^{-4} - 10^{-7}$ м, як видно з приведених нижче даних(таблиця.1.2).

Таблиця 1.2 Розміри часток деяких типових аерозолів

Назва системи	Розмір часток, м
Туман(H ₂ O)	$5 \cdot 10^{-7}$
Пил природний	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-4}$

The origin of the system of gas dispersion medium divided as *all dispersed system, dysperhatsiyni and condensation*. Dysperhatsiyni aerosols generated during grinding of solids or liquids spray as liozoli obtained by dispersing, with large volumes and usually polydisperse. Aerosols obtained by condensation of supersaturated vapor or as a result of chemical reactions, however, are usually highly dispersed systems with uniform particle size. Table 1.1 shows the classification of aerosols for your symptoms.

Table 1.1 Classification of aerosols

Name system	Type of system	Particle size, m	Method for getting
Smoke	T/G	$10^{-9} - 10^{-5}$	condensing
Dust	T/G	$>10^{-5}$	dispersion
Fog	R/G	$10^{-7} - 10^{-5}$	condensing
Smog	R, T/G	-	condensing

There aerosols formed in the Earth's atmosphere as a result of the flow of various natural processes and the resulting production of human activity. The first called natural, the second - technical. Technical aerosols formed during the extraction and processing of ores, coal, grinding materials, cement, fuel combustion and other processes.

The size and shape of particles

Aerosols cover a large range of dispersion, but high - and coarse aerosols unstable. The first - due to frequent collisions of particles with each other and with the walls of a closed system, the second - due to high velocity sedimentation. Therefore, almost aerosols occupied region $10^{-4} - 10^{-7}$ m, as shown in the below data (Table 1.2).

Table 1.2 Some typical particle size aerosols

Name system	Particle size, m
Fog(H ₂ O)	$5 \cdot 10^{-7}$
Dust natural	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-4}$

Спори і пилок рослин	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Шаруваті хмари	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Дощові хмари	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$
Туман(H_2SO_4)	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Тютюновий дим	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-6}$
Дим(P_2O_5)	$5 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-6}$

Крива розподілу часток в аерозолі, тобто вміст в ній часток різних радіусів, залежить від походження аерозоля і процесів, що відбуваються в аерозолі після його отримання (агрегація, коалесценція, ізотермічна перегонка).

Форма часток аерозолів залежить від агрегатного стану речовини дисперсної фази. У туманах крапельки рідини шароподібні. У димах частки можуть мати найрізноманітнішу форму, наприклад, голчасту, пластинчасту, зіркоподібну. У димах частки можуть бути і складними агрегатами, тоді як в туманах зіткнення крапельок зазвичай призводить до коалесценції і утворення крапельок більшого розміру.

В результаті рихлості(пористості) часток аерозоля уявна щільність цих часток, визначена зазвичай прийнятими способами, часто значно менше щільності речовини, з якої вони складаються. Це можна бачити по значеннях щільності часток деяких димів, отриманих різними методами(таблиця. 1.3).

Таблиця 1.3 Щільність часток в димах

Речовина	Щільність $\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м ³		Спосіб отримання диму
	істинна	що здається	
Золото	19.3	0.2-8.0	випар в дузі вольты
Ртуть	13.6	0.07-10.8	нагрівання в човнику
Оксид магнію	3.6	0.24-3.48	спалювання металевого магнію
Хлорид ртуті	5.4	0.62-4.3	нагрівання в човнику

Розмір і форму часток визначають за допомогою звичайної мікроскопії, ультра - або електронній мікроскопії.

Spores and pollen of plants	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Layered clouds	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Cumulonimbus	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$
Fog(H ₂ SO ₄)	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Tobacco smoke	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-6}$
Smoke(P ₂ O ₅)	$5 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-6}$

Curve distribution of particles in the aerosol content in it that particles of different radii, depending on the origin and aerosol processes occurring in aerosols of receipt (aggregation, coalescence, isothermal distillation).

The form of aerosol particles depends on the physical state of matter dispersed phase. In the fog droplets of liquid globular. In dymah particles can have a variety of forms, such as needle, plate, star-shaped. In dymah particles can be complex units, while the fog droplets collision usually results in coalescence and formation of larger droplets.

As a result ryhlosti (porosity) aerosol particles imaginary density of the particles, defined generally accepted methods, often much less than the density of matter, which they are made. This can be seen in the density of particles some smokes obtained by different methods (Table. 1.3).

Table 1.3 The density of particles in the smoke

Substance	Density ρ 10^{-3} , кг/м ³		Methods for getting smoke
	true	it seems	
Aurum	19.3	0.2-8.0	evaporation in the arc volts
Mercury	13.6	0.07-10.8	heating in the boat
Magnesium Oxide	3.6	0.24-3.48	burning magnesium metal
Mercuric chloride	5.4	0.62-4.3	heating in the boat

The size and shape of particles determined by conventional microscopy, ultra - or electron microscopy.

Способи отримання аерозолів

Як і для ліозолів, способи отримання аерозолів діляться на *диспергаційні* і *конденсаційні*. Розглянемо найчастіше використовувані диспергаційні способи.

1. Розбризування розчину стислим повітрям. Цей спосіб один з найстаріших. Для його здійснення використовують пульверизатори різних конструкцій.
2. Розбризування в електричному полі. За цим способом аерозолі отримують таким, що розпилюванням речовини з пульверизатора, сполученого з одним з полюсів джерела електричної напруги. Аерозолі, що виходять, досить стійкі. Нині випускаються промислові апарати для отримання аерозолів лікарських речовин у такий спосіб.
3. Розбризування за допомогою ультразвуку. Цей метод дозволяє отримати аерозолі з високою концентрацією дисперсної фази. Його використовують для отримання аерозолів водних розчинів антибіотиків.
4. Розбризування рідин ультрацентрифугою. У такий спосіб можна отримувати аерозолі різних водних розчинів в значних об'ємах.

Диспергаційні методи лежать в основі отримання і використання багатьох важливих матеріалів і препаратів. Це, наприклад, отримання порошків шляхом помелу твердих матеріалів, розбризування форсунками рідкого палива (для інтенсифікації процесів горіння), отрутохімікатів для захисту рослин від шкідників, лаків і фарб при нанесенні захисних покриттів і так далі. У природі з виникненням аерозолів шляхом диспергування пов'язано утворення пилу.

Найважливішим фізичним методом отримання аерозолів є конденсація пари - наприклад, утворення туману. При зміні параметрів системи, зокрема, при пониженні температури, тиск пари може стати вище за тиск рівноважної пари над рідиною (чи твердим тілом) і в газовій фазі виникає нова рідка(тверда) фаза. В результаті утворюється туман(дим). Так отримують, наприклад, маскувальні аерозолі, що утворюються при охолодженні пари P_2O_5 , ZnO і інших речовин. Конденсаційне утворення аерозолів є причиною виникнення купчастих хмар, що містять краплі води, або пір'ястих, таких, що складаються з кристалів льоду в результаті їх гетерогенного зародження на порошинках і мікрокристалах солі.

Method for getting aerosols

As for liozoliv, ways to get aerosols are divided into dysperhatsiyni and condensation. Consider the most commonly used methods dysperhatsiyni.

1. spraying compressed air solution. This method is one of the oldest. To implement it, using spray guns of various designs.

2. spraying in an electric field. In this way aerosols are such that the substance of the spray gun spray, coupled with one of the poles of the voltage source. Aerosols, which are obtained fairly stable. Now manufactured industrial machines for aerosols of drugs in this way.

3. spraying using ultrasound. This method allows you to spray with a high concentration of the dispersed phase. It is used for aerosols of aqueous solutions of antibiotics.

4. spraying liquids ultracentrifuge. This way you can get different spray aqueous solutions in large volumes.

Dysperhative methods underlying the receipt and use of many important materials and products. This, for example, obtaining powder by grinding hard materials, spraying jets of liquid fuels (for combustion intensification) of pesticides to protect plants from pests, varnishes and paints when applying protective coatings and so on. In nature, the emergence of aerosols by dispersion associated formation of dust.

Most natural method of obtaining aerosols are steam condensation - for example, the formation of fog. If you change the parameters of the system, particularly when lowering the temperature, the vapor pressure can be higher than the equilibrium vapor pressure of the liquid (or solid) and in the gas phase, a new liquid (solid) phase. The result is a fog (smoke). Thus obtained, eg camouflage aerosols formed during cooling steam P_2O_5 , ZnO and other substances. Condensation aerosol formation is the cause of cumulus clouds containing water droplets or pinnate, those composed of ice crystals as a result of heterogeneous nucleation on dust particles and salt microcrystals.

Такі мікрочастинки утворюються при висиханні найдрібніших бризок морської води і піднімаються на велику висоту конвекційними потоками повітря.

Хімічні реакції, при яких можливе утворення аерозолів, можуть мати найрізноманітніший характер. Так, в результаті окислення при згоранні палива утворюються димові гази, що містять продукти з дуже малим тиском пари. Змішуючись з холоднішим повітрям, ці продукти конденсуються і утворюють паливневий дим. Дими виходять також при згоранні фосфору (P_2O_5), при взаємодії газоподібних аміаку і хлороводорода (NH_4Cl) в результаті фотохімічних реакцій, наприклад, при освітленні вологого хлору (туман хлористоводневої кислоти). Окислення металів на повітрі, що відбувається при різних металургійних і хімічних процесах, дуже часто супроводжується утворенням димів, що складаються з оксидів металів, наприклад, ZnO , MgO і так далі. Стійкі тумани можуть давати в суміші з повітрям такі речовини, як SO_3 і HCl . Нарешті, дим утворюється при зіткненні з вологим повітрям $AlCl_3$ - утворюється високодисперсний $Al(OH)_3$.

Оптичні властивості

Оптичні властивості аерозолів підкоряються, загалом, тим же законам, що і оптичні властивості ліозолів. Так, світлорозсіювання аерозолів описується рівнянням Релея

$$I_p = 24\pi^3 \left(\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + 2n_0^2} \right)^2 \frac{v^2}{\lambda^4} I_0, \quad (1.1)$$

де I_0 і I_p - інтенсивності світла, що падає і розсіяного, відповідно; n_0 і n_1 - показники заломлення дисперсійного середовища і дисперсної фази; v - часткова концентрація дисперсної системи; v - об'єм частки, λ - довжина хвилі світла, що падає. Слідую, проте, відмітити, що внаслідок великої різниці в щільності, а, означає, і в показниках заломлення дисперсійного середовища і дисперсної фази оптичні властивості аерозолів і, передусім світлорозсіювання проявляється дуже помітно. Завдяки великій здатності розсіювати світло аерозолі широко застосовуються для створення димових завіс. З усіх димів найбільшою здатністю розсіювати і відбивати світло володіє дим P_2O_5 - його маскуюча здатність береться зазвичай за одиницю.

These microcrystals formed during drying tiny spray of sea water and rise to great heights convection air flow.

Chemical reactions in which the formation of aerosols can be diverse in nature. Thus, as a result of oxidation of fuel combustion flue gases formed containing products with very low vapor pressure. Mingling with the colder air, these products are condensed to form palyvnevyy smoke. Fumes when burned out as phosphorus (P_2O_5), the interaction of gaseous ammonia and hlorovodoroda (NH_4Cl) as a result of photochemical reactions, such as light wet chlorine (hydrochloric acid mist). Oxidation of metals in the air, what happens when different metallurgical and chemical processes, often accompanied by the formation of smokes, consisting of metal oxides, for example, ZnO , MgO , and so on. Persistent fog can produce a mixture with air substances such as SO_3 and HCl . Finally, the smoke formed in contact with moist air $AlCl_3$ - Fine formed $Al(OH)_3$.

Optical properties

The optical properties of aerosols are subject, in general, the same laws as the optical properties liozoliv. Thus, light scattering aerosols described by Rayleigh

$$I_p = 24\pi^3 \left(\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + 2n_0^2} \right)^2 \frac{v^2}{\lambda^4} I_0, \quad (1.1)$$

where I_0 and I_p - intensity of light incident and scattered, respectively; n_0 and n_1 - refractive index dispersion medium and dispersed phase; v - partial concentration of dispersed systems; v - volume share, λ - wavelength of light incident. It should, however, be noted that due to the large difference in density and, hence, in the refractive index dispersion medium and dispersed phase and aerosol optical properties, especially light scattering appears very noticeable. Due to the large capacity aerosols scatter light widely used for creating smoke screens. Of all the fumes dissipate the greatest ability to reflect light and has a smoke P_2O_5 - its masking ability is usually taken as a unit.

Концентрацію важко доступних для дослідження аерозолів, наприклад, концентрацію води в хмарі, можна визначити за допомогою радіолокаторів. Спрямований радіопромінь, що «промацує» простір, пропускається джерелом у вигляді імпульсів через певні проміжки часу і реєструється на екрані осцилографа. За допомогою осцилографа реєструється і випромінювання, що повертається назад в результаті розсіяння об'єктом (хмарою). По інтервалу часу, що пройшов, від подання радіосигналу до прийому розсіяного променя, можна визначити відстань до об'єкту, а по інтенсивності відбитого променя можна судити про концентрацію дисперсної фази в об'єкті.

При опалесценції під дією білого світу безбарвні дисперсні системи виявляють блакитнувате забарвлення. Оскільки величина розсіювання світла обернено пропорційна до четвертого ступеню довжини хвилі світла, що падає, то розсіюються, головним чином, короткі хвилі. Навпаки, у світлі, що проходить, ці системи забарвлені в червоний колір, оскільки при проходженні через дисперсну систему із спектру в результаті розсіяння зникають промені синього кольору. Переважним розсіянням світла з малою довжиною хвилі пояснюється колір неба в різний час дня. Причина блакитного кольору неба вдень полягає в розсіюванні коротких хвиль сонячного світла атмосферою Землі. Абсолютне значення інтенсивності світла, розсіяного 1 м³ повітря, незначне, але воно стає помітним завдяки величезній товщині земної атмосфери і флуктуацій молекул газу. Помаранчевий або червоний колір неба при сході або заході Сонця пояснюється тим, що уранці або увечері спостерігається, головним чином, світло, що пройшло через атмосферу.

На залежності світлорозсіювання від довжини світлової хвилі засновано також застосування синього світла для світломаскування і червоного світла для сигналізації. Лампи синього кольору застосовують, коли хочуть, щоб вони залишилися непоміченими з літаків, оскільки сині промені при проходженні через досить товстий шар повітря, особливо, якщо в нім містяться частки пилу або туману, повністю розсіюються. Навпаки, коли хочуть, щоб світло не розсіювалося і було помітне в тумані, застосовують ліхтарі, що світяться червоним кольором.

The concentration inaccessible to study aerosols, such as the concentration of water in the cloud, can be determined by radar. Directional radio beam that "probe" space, skipped source in the form of pulses at regular intervals and recorded on the oscilloscope. Using an oscilloscope and recorded radiation comes back as a result of the scattering object (cloud). By the time interval elapsed from submission to acceptance of multiple signal beam can determine the distance to the object, and the intensity of the reflected beam can be seen on the concentration of the dispersed phase at a facility.

If opalescence under white light colorless dispersion systems exhibit bluish color. Since the magnitude of the scattering of light is inversely proportional to the fourth power of the wavelength of light that falls, scattered, mostly of waves. In contrast, in transmitted light, these systems are painted in red, because the passage through the system disperse the spectrum resulting from scattering rays blue fade. The predominant scattering of light from short wavelength explains the color of the sky at different times of the day. Reason blue sky day is scattering of short wave sunlight the Earth's atmosphere. The absolute value of the intensity of light scattered by 1 m³ of air, a slight, but it is noticeable due to the enormous thickness of the earth's atmosphere and fluctuations of gas molecules. Orange or red sky at sunrise or sunset because the morning or in the evening there is mostly light that has passed through the atmosphere.

In light scattering, depending on the length of the light wave is based also use blue light for blackout and red light signaling. Blue lamps are used, when they want them to go unnoticed by the aircraft as blue rays passing through a rather thick layer of air, especially if it contains particles of dust or mist completely dispersed. On the contrary, when they want to light rozsiyuvalosya was not visible in the mist, use lights that glow red.

Молекулярно-кінетичні властивості

Принципова відмінність аерозолів від систем з рідким дисперсійним середовищем полягає в тому, що довжина вільного пробігу молекул в газі може бути більше розмірів часток дисперсної фази. Згідно молекулярно-кінетичної теорії газів довжину вільного пробігу молекули, рівну середньому шляху між зіткненням її з іншими молекулами, обчислюють по рівнянню

$$\ell = \frac{1}{2\pi V n d^2} \quad (1.2)$$

де d - діаметр молекул, V - об'єм системи, $n = p/kT$ - число молекул в одиниці об'єму. Отже

$$\ell = \frac{kT}{2\pi V p d^2} \quad (1.3)$$

По порядку величини при атмосферному тиску довжина вільного пробігу молекули газу складає близько 10^{-7} м. Довжина вільного пробігу молекули рідини приблизно дорівнює її радіусу, тобто по порядку величини близька до 10^{-10} м.

При вивченні молекулярно-кінетичних властивостей аерозолів доцільно розділити їх на два класи:

1 – аерозолі з досить великими частками ($r \gg \lambda$), для яких закономірності носять гідродинамічний (точніше аеродинамічний характер). Рух часток у безперервному в'язкому середовищі описується законом Стоксу :

$$F = 6\pi r \eta U \quad (1.4)$$

де η - в'язкість середовища, U - швидкість руху частки, F – сила тертя

В'язкість газового дисперсійного середовища на декілька порядків нижча в'язкості рідини, тому броунівський рух аерозольних часток інтенсивніший.

Експериментальні дослідження підтверджують застосовність теорії броунівського руху Ейнштейна-Смолуховського. Проте і в цьому випадку необхідно враховувати відношення довжини вільного пробігу молекули до розмірів часток дисперсної фази. При $r \gg \lambda$ формула Ейнштейна-Смолуховського має вигляд

$$x = \sqrt{\frac{kTt}{3\pi\eta r}} \quad (1.5)$$

Molecular-kinetic properties

The principal difference between sprays of liquid dispersion medium is that the mean free path of the molecules in the gas may be greater than the particle size of the dispersed phase. According to the molecular-kinetic theory of gases mean free path of molecules Mid-way between its collision with other molecules, calculated according to the equation

$$\ell = \frac{1}{2\pi V n d^2} \quad (1.2)$$

where d - diameter molecules, V - volume of the system, $n = p / kT$ - the number of molecules per unit volume. Therefore

$$\ell = \frac{kT}{2\pi V p d^2} \quad (1.3)$$

In order of magnitude at atmospheric pressure the mean free path of the gas molecules is about 10^{-7} m. Mean free path of the liquid molecules is approximately equal to its radius, ie the order of magnitude close to 10^{-10} meters.

In the study of the molecular-kinetic properties of aerosols advisable to divide them into two classes:

1 - aerosols with a fairly large particles ($r \gg \lambda$), which are hydrodynamic laws (or rather aerodynamic nature). The movement of particles in a continuous viscous medium is described by Stokes:

$$F = 6\pi r \eta U \quad (1.4)$$

where η - viscosity of the medium, U - velocity of the particle, F – friction

The viscosity of the gas dispersion medium by several orders of lower viscosity as Brownian motion of aerosol particles intense. Experimental studies confirm the applicability of the theory of Brownian motion Einstein-Smoluchowski. However, in this case it is necessary to take into account the ratio of the mean free path of molecules to the particle size of the dispersed phase. If $r \gg \lambda$ Einstein-Smoluchowski formula has the form

$$x = \sqrt{\frac{kTt}{3\pi\eta r}} \quad (1.5)$$

Розглянемо тепер явища *термофореза, фотофорезу і термопреципітації*, пов'язані з молекулярно-кінетичними властивостями і характерні для дисперсних систем з газовим дисперсійним середовищем.

Явище термофореза полягає в русі часток аерозоля у напрямі зниження температури. При дотриманні умови $\lambda/r \gg 1$ (тобто коли частки малі) термофорез виникає внаслідок того, що на більше нагріту сторону частки молекули газу налітають з більшою швидкістю, ніж на менш нагріту, і, отже, передають частці імпульс у напрямі пониження температури. Якщо $\lambda/r \ll 1$, причина виникнення термофореза дещо складніша. Проте можна показати, що і при $\lambda/r \ll 1$ рух частки в полі температурного градієнта повинне також відбуватися у бік пониження температури.

Фотофорез, що полягає в пересуванні часток аерозоля при односторонньому їх освітленні. Пояснення фотофорезу складніше, ніж термофореза, оскільки розподіл температури усередині освітленої частки залежить від її розміру, форми, прозорості і коефіцієнта заломлення і, отже, може бути дуже різним. Для непрозорих часток зазвичай спостерігається позитивний фотофорез, тобто частки рухаються у напрямі світлового променя. Для прозорих часток може спостерігатися і негативний фотофорез у зв'язку з тим, що задня сторона частки може бути нагріта променями, що заломилися в частці, сильніше, ніж передня, звернена до джерела світла. Відомі випадки, коли малі частки деяких речовин виявляють негативний фотофорез, а великі - позитивний. Таке явище можна пояснити тим, що у міру збільшення часток інтенсивність світла, що пройшло через частку, ослабляється більшою мірою, тобто задня частина частки нагрівається менше.

Термофорез і фотофорез мають велике значення в русі атмосферних аерозолів, наприклад, при утворенні хмар. Термофорез водяних крапельок, зважених в повітрі, виникає при зіткненні холодних і теплих повітряних мас, а фотофорез відбувається в результаті освітлення хмар сонячними променями. Слід зазначити, що кінетична стійкість атмосферних аерозолів дуже своєрідна.

We now consider the phenomenon *termoforeza*, *photophoresis* and *termopretsypitatsiyi* related to molecular and kinetic properties characteristic of disperse systems with a gas dispersion medium.

The phenomenon is *termoforeza* aerosol particles moving in the direction of lowering the temperature. Under the terms of $\lambda / r \gg 1$ (ie, when small particles) *termoforez* arises from the fact that the hotter side of the gas molecules share raid at a faster rate than the less heated, and therefore the share transfer momentum in the direction of decreasing temperature. If $\lambda / r \ll 1$, the cause of *termoforeza* more complicated. However, we can show that at $\lambda / r \ll 1$ motion of a particle in the field of temperature gradient should also be in the direction of decreasing temperature.

Photophoresis that is moving particles in the aerosol-sided lighting. FAQ photophoresis harder than *termoforeza* as temperature distribution inside the illuminated particle depends on its size, shape, transparency and refractive index and hence can be very different. For opaque particles are usually observed positive photophoresis, ie, particles move in the direction of the light beam. For transparent particles may be a negative photophoresis due to the fact that the rear side of the particles can be heated rays that *zalomylysy*a share, more than the front facing the light source. There are cases where small particles of certain substances exhibit negative photophoresis and large - positive. This phenomenon can be explained by the fact that as the increase of the intensity of light passing through a portion weakened to a greater extent that the back of the particle is heated less.

Termoforez and photophoresis are important in the movement of atmospheric aerosols, such as the formation of clouds. *Termoforez* water droplets suspended in the air, there is the collision of cold and warm air masses and photophoresis is a result of light clouds sunlight. It should be noted that the kinetic stability of atmospheric aerosols is very peculiar.

Завдяки невеликому розміру крапельок і малої швидкості осідання ($5 \times 10^{-4} \times 10^{-3}$ м/с) вони як би зважені в атмосфері, і що піднімаються від землі порівняно слабких струмів теплого повітря вистачає для того, щоб хмари продовжували свій шлях над землею, рухаючись при цьому як єдине ціле. І тільки коли в результаті коалесценції або конденсації крапельки хмар або туманів стають більше критичного розміру, вони випадають у вигляді дощу.

Термопреципітація - це осадження часток аерозоля на холодних поверхнях, оскільки при зіткненні з такими поверхнями частки втрачають кінетичну енергію. Саме преципітацією пояснюється осадження пилу на стінах і стелі біля печей, радіаторів, ламп, а також в трубах.

Електричні властивості аерозолів

Явища, пов'язані з електричними властивостями аерозолів, мають дуже велике практичне значення. Так, рух і осідання часток аерозолів є причиною грозових явищ, а також причиною серйозних перешкод в роботі пристроїв, що управляють і стежать. Зміна умов утворення зародків рідкої фази дуже важлива для метеорології, для штучного дощування, в усіх технологічних процесах, пов'язаних з конденсацією пари.

Аерозольні частки набувають заряд або в процесі своєї освіти, або знаходячись в зваженому стані. Утворення заряджених часток спостерігається при розбризкуванні полярних рідин. Причина появи заряду у часток, що знаходяться в зваженому стані, - зіткнення їх один з одним, а також захоплення газових іонів. У атмосфері завжди є присутніми іони, поява яких викликана, зокрема, дією природної радіації. На відміну від золів, що знаходяться в розчині електроліту, величина заряду на частках аерозоля є випадковою величиною, визначеного, головним чином, зіткненнями з іонами газів. Таким чином, частки однакових розмірів і одного складу можуть мати різні за величиною (і навіть по знаку) заряди, що змінюються в часі абсолютно випадково. У звичайних умовах газових іонів дуже мало і частки аерозоля стикаються з ними рідко (одно зіткнення за період від декількох секунд до декількох хвилин). При зіткненні нейтральна частка може отримати заряд, а у зарядженої частки він може збільшитися, зменшитися або нейтралізуватися.

Due to the small size of the droplets and low sedimentation rate (5×10^{-4} – 7×10^{-3} m / s) as if they are suspended in the atmosphere, and rising from the ground relatively weak currents of warm air is enough to cloud following him above the ground, while moving as one. It was only as a result of condensation droplets coalescence or clouds or mists become more critical size, they fall as rain.

Thermoprecipitation – is an aerosol particle deposition on the cold surface, since the collision with the surfaces of particles lose their kinetic energy. It explains precipitation dust deposition on the walls and ceiling near stoves, heaters, lamps and pipes.

The electrical properties of aerosols

The phenomena associated with the electrical properties of aerosols have very great practical importance. Thus, movement and subsidence of aerosol particles is the cause thunderstorms and cause serious interference with devices that are managed and monitored. Changing conditions of formation of germ liquid phase is very important for meteorology, artificial irrigation in all technological processes associated with condensation of steam.

Aerosol particles acquire a charge or in the course of their education or being suspended. The formation of charged particles observed in the polar spraying liquids. The cause of the charge of the particles that are suspended - clash them together and capture gas ions. In the atmosphere is always present ions, whose appearance caused, in particular, the influence of natural radiation. Unlike sols that are in electrolyte solution, the charge on aerosol particles is a random variable defined mainly by collisions with ions gases. Thus, the particles of the same size and composition may have a different value (and even sign) charges that vary over time by chance. Under normal conditions, the gas ions is very small and aerosol particles collide with them rarely (one collision for a period of several seconds to several minutes). The collision of neutral particles can get a charge, and the charged particle it can increase, decrease or neutralized.

Таким чином, заряд частки в аерозолях постійно міняється. Проте, загалом, все ж можна вважати, що заряд частки аерозолю тим більше, чим більше її розміри. На практиці також встановлено, що частки аерозолів металів і їх оксидів несуть негативний заряд, наприклад, Fe_2O_3 , MgO , Zn , ZnO , і, навпаки, частки аерозолів неметалів і їх оксидів заряджені, як правило, позитивно - SiO_2 , P_2O_5 і так далі. Позитивно заряджені також частки $NaCl$, вугілля, крохмалю; частки борошна несуть негативний заряд.

За відсутності специфічної адсорбції на поверхні часток аерозолів (тобто за умови однакової адсорбованості позитивних і негативних іонів) величини їх зарядів коливатимуться біля середнього нейтрального значення, оскільки вірогідність зустрічі з позитивними і негативними іонами однакова. Таким чином, електричні властивості аерозолів відбивають тепловий рух іонів, часток, і їх можна характеризувати за допомогою статистичних законів. Наприклад, вірогідність придбання часткою якого-небудь заряду визначається вираженням Ейнштейна для вірогідності флуктуацій :

$$W \sim \exp(-A/kT), \quad (1.6)$$

де A - робота, необхідна для здійснення флуктуації (в даному випадку робота заряджання частки).

Внаслідок того, що діелектрична проникність повітря ($\epsilon \sim 1$) багато нижче, ніж у води, для заряджання до однакового заряду часток в аерозолях потрібно здійснення більшої роботи, ніж для гідрозолів. Внаслідок цього середній заряд часток виявляється нижче, ніж в гідрозолях, і сильно флуктує від частки до частки. Відповідно до теорії флуктуацій, величина середнього заряду визначається співвідношенням

$$q^2 = 4\pi\epsilon_0rkT \quad (1.7)$$

Для часток з радіусом $r \sim 10^{-6}m$ при $T \sim 300$ До і $kT \sim 4.2 \times 10^{-21}$ Джоуля маємо

$$q^2 \approx 4.7 \times 10^{-37} (\text{Кл})^2; \quad q \approx 7 \times 10^{-19} \text{ Кл } (\sim 4qe).$$

Експерименти і розрахунки показують, що заряди часток аерозолів за відсутності специфічної адсорбції дуже малі і зазвичай перевищують елементарний електричний заряд не більше ніж в 10 разів.

Thus, the charge particles in aerosols is constantly changing. However, in general, it is possible to assume that the charge aerosol particles is greater, the greater its size. In practice, also found that aerosol particles of metals and their oxides have a negative charge, for example, Fe_2O_3 , MgO , Zn , ZnO , and. Conversely, the proportion of non-aerosols and their oxides charged is usually positive - SiO_2 , P_2O_5 and so on. The positively charged particles and NaCl , coal, starch; flour particles are negatively charged.

In the absence of specific adsorption on the surface of aerosol particles (ie, the same conditions adsorbovanosti positive and negative ions) values of charges fluctuate around the average value neutral, since the probability of meeting with positive and negative ions of the same. Thus, the electrical properties of aerosols reflect the thermal motion of the ions, particles, and can be characterized by statistical laws. For example, the probability of acquisition of any charge is determined by Einstein expression for the probability of fluctuations:

$$W \sim \exp(-A/kT), \quad (1.6)$$

where A - the work required for the fluctuations (in this case, the work charge particles).

Because the air permittivity ($\epsilon \sim 1$) is much lower than that of water, to charge to the same charge particles in aerosols should exercise more work than hydrosol. As a result, the average particle charge is lower than the hydrosol and fluctuate greatly from particle to particle. According to the theory of fluctuations, the value of the average charge is given by

$$q^2 = 4\pi\epsilon_0rkT \quad (1.7)$$

For particles with a radius $r \sim 10^{-6} \text{ m}$ et $T \sim 300$ to $kT \sim 4.2 \times 10^{-21}$ Joule have

$$q^2 \approx 4.7 \times 10^{-37} (\text{Кл})^2; \quad q \approx 7 \times 10^{-19} \text{ Кл} (\sim 4qe).$$

Experiments and calculations indicate that aerosol particle charge in the absence of specific adsorption is very small and usually exceed the elementary electric charge no more than 10 times.

Це дозволило встановити дискретний характер заряду іонів і виміряти абсолютну величину заряду електрона, що і було виконано Міллікеном, що спостерігав за електрофорезом крапельок масляного туману (на тлі їх броунівського руху). Міллікен встановив, що заряд часток завжди виявлявся кратним одній і тій же величині $1,6 \times 10^{-19}$ Кл(заряд електрона).

Специфічна адсорбція газових іонів на частках аерозолів значно ускладнює оцінку зарядів часток. Така адсорбція характерна для часток, що мають хімічну спорідненість до газових іонів, або для систем, в яких електричний потенціал на міжфазній межі виникає ще при їх утворенні. Міжфазний потенціал може виникнути за умови різко вираженої відмінності полярних властивостей середовища і дисперсної фази. Прикладом можуть бути аерозолі води і снігу; орієнтація молекул води на поверхні часток за оцінкою А.Н. Фрумкіна обумовлює електричний потенціал близько 0,25 В. Електричний заряд на частках може з'явитися і в процесі диспергування полярних речовин, коли частки, відриваючись, захоплюють заряд з поверхні макротіла (*балоелектризація*). Балоелектричний ефект пов'язаний з розривом ДЕС і нерівномірним розподілом зарядів на дочірніх крапельках. Досвід показує, що великі і дрібні краплі при розриві набувають заряди різних знаків.

Розглянемо тепер електричні процеси, що протікають у великих об'ємах аерозолу, частки якого придбали заряди одним з можливих способів, наприклад, внаслідок орієнтації полярних молекул рідкої фази.

Осідання заряджених часток призводить до виникнення потенціалу осідання, інакше кажучи, електричного поля у вертикальному напрямі. Якщо не брати до уваги силу тяжіння і вважати, що частка рухається уздовж електричного поля, то, коли частка придбаває постійну швидкість руху, і електрична сила дорівнюватиме силі тертя :

$$Eq = BU \quad (1.8)$$

де E - напруженість поля, q - заряд частки.

При дотриманні закону Стоксу швидкість руху частки рівна

$$U = \frac{Eq}{6\pi\eta r} \quad (1.9)$$

It is possible to establish discrete ion battery and measure the absolute value of the electron charge, which was done Milliken, who watched the oil mist droplets electrophoresis (against their Brownian motion). Milliken found that the charge particles always detected multiple same size $1,6 \times 10^{-19}$ Cl (electron charge).

The specific adsorption of gas ions to aerosol particles complicates the assessment of charges particles. This adsorption characteristic of the particles have a chemical affinity for the gas ions, or for systems in which the electric potential on Interface is even in their formation. Interphase potential may be subject to pronounced differences polar properties of the medium and the dispersed phase. Examples are spray water and snow; orientation of water molecules on the surface of the particles according to AN Frumkin causes the electric potential of about 0.25 V. The electric charge on the particles may be in the process of dispersion and polar substances when particles coming off, taking over the charge of the surface makrotila (*baloelektryzatsiya*). Baloelektrychnyy effects associated with ECT gap and uneven distribution of charge on the droplets subsidiaries. Experience shows that large and small drops at break take charges of different signs.

We now consider the electrical processes occurring in large amounts of aerosol particles which charges acquired one of the possible ways, eg, due to the orientation of polar molecules of the liquid phase.

Subsidence of charged particles causes sedimentation potential, in other words, the electric field in the vertical direction. If you do not take into account the gravity and assume that the particle moves along the electric field, when the shares acquires a steady speed of movement, and electrical power equal to the power of friction:

$$Eq = BU \tag{1.8}$$

where E - field strength, q - charge particles.

Under the law Stokes velocity of the particle is equal to

$$U = \frac{Eq}{6\pi\eta r} \tag{1.9}$$

При обліку гравітаційного поля, напрям якого протилежний до електричного поля, швидкість руху частки виражається рівнянням:

$$U = \frac{mg - Eq}{6\pi\eta r}, \quad (1.10)$$

де m - маса частки.

Важливою відмінністю аерозолів від рідких дисперсних систем є відсутність електронейтральності системи в цілому. Суспензії, емульсії, ліозолі в макрокількостях не мають заряду, в них дотримується закон електронейтральності. Аерозолі ж навіть у великих кількостях можуть мати значний статичний заряд, а седиментація призводить до його нерівномірного розподілу в системі, що створює серйозні труднощі при розгляді закономірностей зміни властивостей аерозолів. Проте розрахунки, наприклад, напруженості електричного поля в хмарах, можна провести за допомогою простих співвідношень.

У хмарах постійно змінюється дисперсність крапель води, внаслідок чого відбувається седиментаційне розділення часток за розміром і відповідно по електричному заряду. В результаті нижній шар хмари придбаває негативний заряд, а верхній шар залишається позитивно зарядженим. Напруженість виникаючого електричного поля можна оцінити, приймаючи, що при седиментації встановлюється стаціонарний стан, коли конвективний струм, обумовлений перенесенням зарядів краплями, що падають, компенсується струмом провідності в газі, що протікає в протилежному напрямі (обумовленим виникаючим градієнтом потенціалу), тобто

$$i_k = i_p. \quad (1.11)$$

Конвективний струм і струм провідності визначаються відповідно виразами

$$i_k = qvU \quad (1.12)$$

$$i_p = \kappa E \quad (1.13)$$

де v - часткова концентрація, κ - питома електропровідність аерозоля.

Зважаючи на вираження з електростатики, що зв'язує заряд q і потенціал ϕ для сферичної частки, маємо:

When taking into account the gravitational field, which is opposite to the direction of the electric field, the velocity of the particle is expressed by the equation:

$$U = \frac{mg - Eq}{6\pi\eta r}, \quad (1.10)$$

where m - mass of the particle.

An important difference from liquid aerosols dispersed systems is the lack of the electrical system as a whole. Suspensions, emulsions, liozoli in makrokilkostyah no charge, they comply with the law of electroneutrality. Aerosols are even in large amounts can have a significant static charge, and sedimentation results in its uneven distribution in the system that creates serious difficulties when considering the patterns of change in the properties of aerosols. However, calculations, for example, the electric field in the clouds, can be made using simple ratios.

In the clouds changing dispersion of water droplets, resulting in sedimentation separation particle size and therefore the electric charge. As a result of the lower cloud layer acquires a negative charge, and the top layer is positively charged. Tensions arising electric field can be estimated assuming that sedimentation is set at steady state, when convection current due to charge transfer drops falling, offset current conduction in the gas flowing in the opposite direction (caused by emerging potential gradient), ie

$$ik = ip. \quad (1.11)$$

Convective current and conduction current determined in accordance with expressions

$$ik = qvU \quad (1.12)$$

$$in = \kappa E \quad (1.13)$$

where v - partial concentration, κ - the electrical aerosol.

Given the expression of electrostatics, connecting charge q and φ potential for spherical particles have:

$$q = \varphi r. \quad (1.14)$$

Підставляючи вираження(1.10) в(1.12) і враховуючи(1.11), отримаємо

$$\frac{\varphi r v (m g - \varphi r E)}{6 \pi \eta r} = \kappa E \quad (1.15)$$

чи

$$E = \frac{\varphi v m g}{6 \pi \eta \kappa + v r \varphi^2}. \quad (1.16)$$

Отримане рівняння дозволяє оцінити напруженість електричного поля, що виникає в хмарах, якщо відомий електричний потенціал на поверхні краплі. Приймаючи $\varphi = 0,25 \text{ В}$, $\eta = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$, $\kappa = 4 \cdot 10^{-14} \text{ См/м}$, радіус крапель $r = 10^{-5} \text{ м}$ і $m = 5 \cdot 10^{-12} \text{ кг}$ при $v = 10^{10} \text{ часток/м}^3$, отримаємо $E \sim 20 \text{ кВ/м}$. Це значення по порядку близьке до спостережуваного. Проте при значній полідисперсності крапель хмари, а також при конвекційних струмах, обумовлених вітром, в хмарі можуть виникати і набагато більші напруженості ($E > 30 \text{ кВ/м}$), такі, що призводять до грозових явищ.

Агрегативная стійкість аерозолів

Аерозолі, маючи при високій дисперсності досить високу седиментаційну стійкість, зазвичай є дуже агрегативно нестійкими системами, і в них завжди йде процес коагуляції. Цим пояснюється порівняно недовгий термін життя будь-якого аерозолі. Істотно, що максимальну нестійкість проявляють аерозолі з найбільш великими і з найбільш дрібними частками. Перші системи нестійкі із-за великої швидкості осідання їх часток, другі не можуть довго існувати внаслідок інтенсивного броунівського руху, що призводить до зіткнення часток і утворення агрегатів.

Коагуляція аерозолів, що являється, як правило, процесом швидкої коагуляції, зазвичай протікає значно швидше, ніж коагуляція ліозолів. Розрахунки показують, що швидкість коагуляції сильно зростає зі збільшенням часткової концентрації аерозолі (таблиця.1.4)

$$q = \varphi r. \quad (1.14)$$

Substituting expression (1.10) in (1.12) and taking into account (1.11), we obtain

$$\frac{\varphi r v (mg - \varphi r E)}{6\pi\eta r} = \kappa E \quad (1.15)$$

or

$$E = \frac{\varphi v m g}{6\pi\eta\kappa + v r \varphi^2}. \quad (1.16)$$

The equation allows us to estimate the electric field arising in the clouds, if you know the electric potential on the surface of the drop. Taking $\varphi = 0,25$ B, $\eta = 1,7 \cdot 10^{-5}$ Pa · s, $\kappa = 4 \cdot 10^{-14}$ cm / m radius drops $r = 10^{-5}$ m and $m = 5 \cdot 10^{-12}$ kg at $v = 1010$ particles / m³, we get $E \sim 20$ kV / m. This value is close to the order observed. However, when a large polydispersity cloud droplets, as well as convection currents caused by the wind, the cloud may have much greater intensity ($E > 30$ kV / m) such that lead to thunderstorms.

Agregative stability aerosols

Aerosols, having high dispersion of relatively high sedimentation stability, aggregation is usually very unstable systems, and they are always in the process of coagulation. This explains the relatively short lifespan of any aerosol. It is essential that the maximum instability aerosols show with the biggest and the smallest particles. The first systems are unstable because of the high speed sedimentation of particles, the latter can not long exist due to intense Brownian motion, resulting in collisions of particles and the formation of aggregates.

Coagulation of aerosols, which is usually a process of rapid coagulation usually occurs much faster than the coagulation liozoliv. Calculations show that the rate of coagulation strongly increases with partial aerosol concentration (tabl.1.4)

Таблиця 1.4 Залежність швидкості коагуляції від концентрації аерозолію

Початкова часткова концентрація часток в об'ємі, рівному $1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$	10^{12}	10^{10}	10^8	10^5
Час зменшення концентрації на два порядки	частка секунди	15-30 с	30 хв.	декілька діб

З цих даних виходить, що незалежно від початкової концентрації, через декілька хвилин після його отримання часткова концентрація аерозолію не перевищує 10^6 - 10^8 часток/ м^3 . Це приблизно в 108 разів менше часткової концентрації ліозолів (наприклад, звичайний золь золота містить близько 10^{15} часток в 1 см^3). Таким чином, як в природі, так і у виробничих умовах, ми майже завжди маємо справу з дуже розбавленими аерозолями.

Приведені дані характеризують швидкість коагуляції аерозолів тільки в першому наближенні. На швидкість руйнування систем з газовим дисперсійним середовищем, окрім частоти зіткнень, впливають і інші чинники. Так, коагуляції аерозолів сприяє полідисперсність і анізодіаметрична форма часток. Руйнування аерозолів прискорюється за наявності в них протилежно заряджених часток. Навпаки, якщо частки аерозолію мають однаковий по знаку і досить великим за величиною зарядом, то спостерігається розсіяння часток. На швидкість коагуляції аерозолію, звичайно, впливають конвекційні потоки, механічне перемішування, ультразвукові коливання, оскільки усі ці дії збільшують вірогідність зіткнення часток один з одним

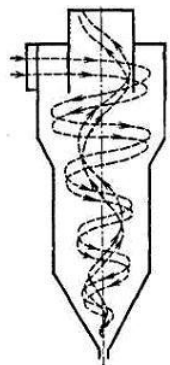


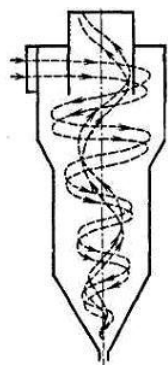
Рис. 1.1. Рух газу в циклоні

Table 1.4 Dependence of coagulation of aerosol concentration

The initial partial concentration of particles in a volume equal to $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$	1012	1010	108	105
Time concentrations decrease by two orders	of a second	15-30 s	30 min.	several days

From these data it appears that regardless of the initial concentration, a few minutes after receiving partial aerosol concentration does not exceed 106-108 particles / m^3 . This is about 108 times smaller partial concentration liozoliv (eg ordinary gold sol contains about 1015 particles per 1 cm^3). Thus, both in nature and in a production environment, we almost always have to deal with very dilute aerosols.

The data describing the rate of coagulation of aerosols only a first approximation. The rate of destruction of the gas dispersion medium other than collision frequency, influenced by other factors. Yes, promotes coagulation of aerosols and polydispersity anizodiametrychna form particles. Destruction of aerosols is accelerated by the presence in them of oppositely charged particles. Conversely, if the aerosol particles are the same in sign and big enough for the charge, the observed scattering particles. The rate of coagulation of aerosol certainly affect convection currents, mechanical mixing, ultrasonic vibrations, since all these actions increase the likelihood of collision of particles with each other.



Pic. 1.1. The movement of gas in the cyclone

Необхідно відмітити, що в аерозолях, як і в ліозолях, можуть змінюватися розміри часток не лише за рахунок явищ коалесценції і агрегації, але і внаслідок ізотермічної перегонки дисперсної фази, що призводить до укрупнення великих часток за рахунок випару дрібніших. У атмосфері великих промислових міст при вологості, близькій до 100%, відбувається конденсація пари води на частках диму і пилу. Тому кількість опадів над містами набагато перевищує середні для цієї місцевості значення.

Випар крапельок туману може приводити у відповідних умовах до переходу аерозолу в гомогенну систему подібно до того, як розчинення дисперсної фази ліозоля призводить до утворення істинного розчину.

Виділення дисперсної фази з аерозолу шляхом зміни швидкості і напрямку потоку аерозолу (*інерційне осадження*) здійснюють зазвичай за допомогою пилових камер або відцентрових віддільників, що називаються *циклонами*. При зміні напрямку газових потоків на частки діють сили інерції : ударяючись об стінки газоходів, вони різко втрачають швидкість і осідають. Циклони є металевими циліндрами, в яких аерозоль рухається по спіралі зверху вниз. При цьому частки осідають на стінках циліндра, а звільнений від них газ піднімається по спеціальній трубці і виводиться з циклону. Рух газу в циклоні схематично показаний на рис.1.1. Цей спосіб застосовується лише для руйнування порівняно грубих аерозолів, що містять частки діаметром більше 3 мкм.

За допомогою *фільтрації від газової фази можна відокремити набагато дрібніші частки. Фільтри застосовують в протигазах для затримання часток отруйних димів, для отримання стерильного повітря і у ряді інших випадків. Існують сітчасті і волокнисті фільтри*

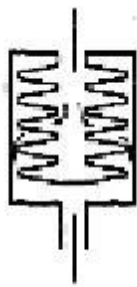


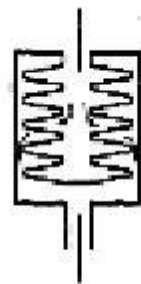
Рис. 1.2. Схема фільтру з розвиненою поверхнею

It should be noted that in aerosols, as in liozolyah can change the size of the particles is not only due to coalescence and aggregation phenomena, but also because of isothermal distillation dispersed phase, leading to consolidation of large particles by evaporation smaller. In the atmosphere of large industrial cities with humidity close to 100%, the condensation of water vapor on particles of smoke and dust. Because rainfall over cities is much higher than the average value for the area.

Evaporation of droplets of mist can result in appropriate conditions for the transition in homogeneous aerosol system just before the dissolution of the dispersed phase liozolya leads to the formation of a true solution.

Bold dispersed phase of aerosol by changing the speed and direction of flow aerosol (*inertial deposition*) usually carried out by means of centrifugal dust separator chambers or called cyclones. If you change the direction of gas flow into shares are forces of inertia: udaryayuchys the wall flues, they rapidly lose speed and deposited. Cyclones are metal cylinders, which moves in a spiral spray down. Thus the particles settle on the cylinder walls, and released them gas rises through a special tube and is derived from the cyclone. The movement of gas in the cyclone schematically shown in *Img.1.1*. This method applies only to the destruction of relatively coarse aerosols containing particles with diameters greater than 3 microns.

By filtering from the gas phase can be separated much smaller particles. Filters used in gas masks for particles of toxic fumes detention for sterile air and in some other cases. There mesh and fiber filters.



Img. 1.2. Scheme filter developed surface

Сітчасті фільтри служать для затримання порівняно грубих часток аерозолів. Їх виготовляють з одного або декількох шарів тканини або металевої сітки. Дія цих фільтрів ґрунтована на механічному затриманні великих часток, що не проходять через осередки сітки, а також на інерційному осадженні часток. Ефективність сітчастих фільтрів помітно збільшується у міру забивання їх відфільтрованою дисперсною фазою, оскільки в результаті утворення на поверхні фільтру шару пилу зменшується діаметр отворів, через який протікає потік аерозолу. Тому іноді на тканинні фільтри перед їх використанням наносять азбестовий пил, особливо ефективний при фільтрації; або при очищенні тканинних фільтрів на їх поверхні доцільно залишати частину пилового шару.

Волокнисті фільтри виготовляють з фільтрувального паперу, спеціального картону і деяких інших волокнистих матеріалів. Внаслідок значного гідравлічного опору ці фільтри застосовуються лише при невеликих швидкостях течії аерозолу. З метою підвищення продуктивності волокнистих фільтрів їх часто виготовляють з «розгорнутою»(збільшеною) поверхнею. Характер течії аерозолу у волокнистому фільтрі дуже складний, оскільки потік, огинаючи окремі, безладно розташовані волокна, увесь час змінює свій напрям. Дія волокнистих фільтрів зводиться до інерційного осадження, прилипанню частки, що рухається, до якого-небудь виступу на поверхні волокна з подальшою фіксацією. Різні чинники діють неоднаково на різні явища, на яких ґрунтовано виділення дисперсної фази при фільтрації аерозолу.

У замкнутому об'ємі, наприклад, в порі діаметром d , руйнування аерозолу може відбуватися внаслідок седиментації (більших) і дифузії (дрібних) часток до стінок пори і подальшого осідання на них. Час руйнування аерозолів в результаті седиментації складає $t_{\text{сед}} \sim d/U$ (де $U = mg/6\pi\eta r$ - швидкість руху частки радіусу r в середовищі з в'язкістю η), а в результаті дифузії - $t_{\text{диф}} \sim d^2/D$ (де $D \approx kT/6\pi\eta r$ - коефіцієнт дифузії часток). Конкуренція цих двох чинників призводить до того, що у фільтрах з порами радіусу 10^{-5} - 10^{-4} м найбільш стійкими виявляються частки середніх розмірів 10^{-7} - 10^{-6} м, для яких $t_{\text{сед}} \approx t_{\text{диф}}$, тобто mgd рівне декільком kT .

Mesh filters are used for relatively coarse particles detention aerosols. They are made of one or more layers of fabric or metal mesh. Priming effect of these filters for mechanical arrest of large particles that do not pass through the grid cells, as well as inertial deposition of particles. Efficiency mesh filter increases markedly as the pile of filtered dispersed phase as a result of the formation of the surface layer of filter dust reduced diameter holes through which flows the stream spray. So sometimes by fabric filters before using them causing asbestos dust is particularly effective in filtering; or when cleaning the filter fabric on the surface it is advisable to leave some dust layer.

Fibrous filters are made of filter paper, special cardboard and some other fibrous materials. Due to significant hydraulic resistance of these filters are applied only at low speeds the flow of aerosol. To improve performance fiber filters are often made of "expanded" (increased) surface. The nature of the aerosol flow in fibrous filter is very complex, because the flow, skirting separate, randomly arranged fibers, always changing direction. Action fibrous filter is reduced to inertial deposition, adhesion of particles moving to any performance at the fiber surface with subsequent fixation. Various factors act differently on different phenomena, which Priming selection dispersed phase in an aerosol filtration.

In a closed volume, such as pore diameter d , destruction spray may occur due to sedimentation (larger) and diffusion (small) particles to the walls of the pores and subsequent settling on them. The destruction of aerosols resulting sedimentation is $t_{sed} \sim d / U$ (where $U = mg / 6\pi\eta r$ - velocity of the particle radius r in a medium of viscosity η), as a result of diffusion - $t_{df} \sim d^2 / D$ (where $D \approx kT / 6\pi\eta r$ - diffusion coefficient of particles). The competition of these two factors leads to the fact that the filters with pore radius $10^{-5} - 10^{-4}$ of the most stable particles are of medium size $10.7 - 10.6$ m, which $t_{sed} \approx t_{df}$, mgd is equal to several kT .

Уловлювання таких часток представляє досить складне завдання. Ефективність уловлювання істотно покращується за рахунок використання фільтрів з дуже звивистими порами (фільтри Петрянова).

Руйнування аерозолію під дією ультразвуку відоме давно, але тільки в 80-і роки ХХ - го століття воно почало набувати практичного значення. Згідно однієї з теорій, дія ультразвуку на аерозолі, так само як і на ліозолі, пояснюється тим, що в усіх реальних полідисперсних системах різні за розміром частки в різному ступені захоплюються коливаннями середовища. В результаті цього дрібні частки, що мають велику амплітуду коливань, як би «прочісують» аерозоль. Це сприяє тому, що вони швидше стикаються з більшими, майже нерухомими частками. Проте проти цієї теорії говорить та обставина, що найдрібніші частки, що найенергійніше коливаються, залишаються в звуковому полі незкоагульованими.

Згідно іншої теорії ультразвукова коагуляція обумовлюється тяжінням між частками, що рухаються, в ультразвуковому полі. Таке тяжіння може виникнути між частками аерозолію, якщо вони здійснюють швидкий, паралельний і однаково спрямований рух. Потрібні всього секунди для того, щоб туман, що рухається в ультразвуковому полі, зкоагулював на 90%. Отримані в результаті коалесценції великі краплі легко відділяються від газу в звичайних циклонах.

Ультразвук застосовують для руйнування сірчистоокислотних і інших виробничих туманів. Нині для осадження аерозолів ультразвуком розроблені промислові установки продуктивністю до 1000 м³/хв. На жаль, в ультразвуковому полі залишається незкоагульованою зазвичай сама високодисперсна частина туману. Інший недолік полягає в тому, що ультразвук малоефективний при руйнуванні сильно розбавлених систем.

Широко застосовуються мокрі уловлювачі - скрубери. У таких апаратах частки змочуються і осідають на дно. Проте уловлюються в основному великі частки(більше 3÷5 мкм); для дрібних часток, що знаходяться у бульбашках газу, вірогідність взаємодії з рідиною менша.

Capture such particles presents quite a challenge. Capture efficiency is improved significantly by the use of filters with a pore winding (Petryanov filters).

Destruction aerosol under ultrasound has long been known, but only in the 80 years of the twentieth - century it began to acquire practical significance. According to one theory, the effect of ultrasound on aerosols, as well as on liozoli, because all real polydisperse systems of different size particles in varying degrees admire fluctuations environment. As a result, small particles with large amplitude oscillations as a "combing" aerosol. This ensures that they are likely to have more, almost immobile particles. But against this theory says the fact that the tiny particles that vary the most energetic remain in the sound field nezkoahulovanymy.

According to another theory ultrasonic coagulation is caused by the attraction between particles moving in an ultrasonic field. This attraction can occur between aerosol particles if they make fast, parallel and equally directed motion. Takes only seconds to fog moving in the ultrasonic field zkoahulyuvav 90%. The resulting coalescence large droplets easily separated from the gas in conventional cyclones.

Ultrasound is used for the destruction sirchystokyslotnyh and other industrial fog. Now for the deposition of aerosols ultrasound developed industrial installations with 1000 m³ / min. Unfortunately, in the ultrasonic field is usually very nezkoahulovanoyu of superfine mist. Another drawback is that ultrasound is ineffective in the destruction of highly dilute systems.

Widely used wet traps - scrubbers. In these devices share wetting and settle to the bottom. However, caught mainly large particles (more than 3 ÷ 5 mm); for small particles that are in the bubbles of gas, the probability of interaction with the fluid less.

У промисловості для руйнування аерозолів з метою очищення газових сумішей широко використовують дію електричного поля. У *електрофільтрі Коттреля* при пропусканні диму або туману через електричне поле високої напруги часткам аерозолію повідомляється заряд. Зарядження часток, викликане адсорбцією іонів, (переважно негативних), що виникають в результаті іонізації повітря при коронному розряді (напруга 70-100 тис. вольт), забезпечує електрофорез і осадження часток на аноді. Електрофільтри ефективно затримують частки розміром більше 1 мкм.

Схематичне облаштування одного з елементів батареї звичайного електрофільтру показано на рис. 1.3.

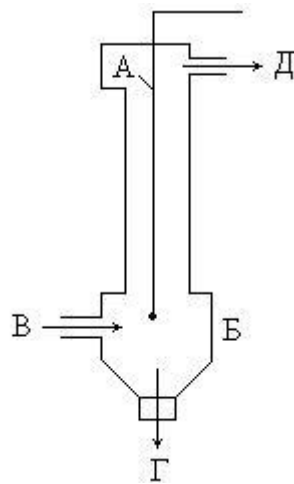


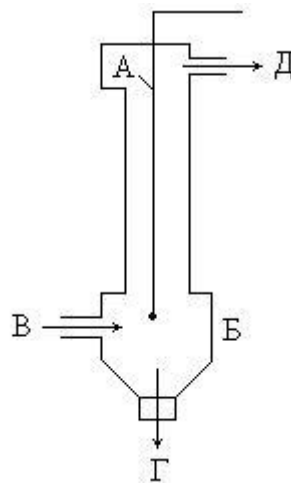
Рис. 1.3. Схема електрофільтру

Електричне поле виникає між негативним коронуючим електродом А і позитивним електродом, яким служить металева труба Б. На електроди подається постійний струм високої напруги. Аерозоль поступає в елемент через патрубок В. Під дією електричного поля і іонного вітру частки аерозолію, що отримали негативний електричний заряд, спрямовуються до анода, ударяються об нього і осідають. Частки, що осіли і втратили заряд, обсипаються в низ труби і видаляються з неї через бункер Г. Очищений газ йде з фільтру через патрубок Д.

Є електрофільтри, в яких процеси зарядження і осадження часток просторово розділені. У таких електрофільтрах утворюється значно менше продуктів окислення повітря (оксидів азоту, озону та ін.), тому їх застосовують для кондиціонування повітря.

In the industry for the destruction of aerosols to clean gas mixtures commonly used action of an electric field. In Cottrell Kottrelya by passing through smoke or fog high voltage electric field of aerosol particles reported charge. Charge particles caused by adsorption of ions (mostly negative) resulting from the ionization of air at a corona discharge (voltage 70-100 thousand. Volts), provides electrophoresis and particle deposition on the anode. Electric effectively delaying share larger than 1 micron.

A schematic arrangement of a conventional electrostatic battery cells as shown in Img. 1.3.



Img. 1.3. Scheme of electric

The electric field occurs between the negative electrode koronyruchym A and a positive electrode, which serves as a metal pipe B. electrodes fed DC high voltage. Spray comes in a tube element B. When an electric field and ion wind aerosol particles that were negative electrical charge, are directed to the anode, hit about him and settle. The particles settled and lost charge, crumbling to the bottom of the pipe and remove it from the tank through G. The purified gas leaves the filter through the pipe D.

There electrostatic where charging and deposition of particles spatially separated. In such electrostatic formed significantly less oxidation products of air (nitrogen oxides, ozone, etc.), So they are used for air conditioning.

Ряд методів руйнування аерозолів ґрунтується на їх *коагуляції*.

Коагуляція атмосферних аерозолів може бути викликана розкиданням з літака високодисперсного піску, частки якого несуть електричний заряд, по знаку зворотний заряду часток аерозолу. Інший метод штучного розсіювання хмар і туманів за допомогою коагуляції полягає в тому, що розпиляло в аерозоль розчинів гігроскопічних речовин, наприклад, концентрованих розчинів хлориду кальцію. Крапельки цієї рідини захоплюють крапельки води, укрупнюються і випадають у вигляді дощу. Для руйнування переохолоджених атмосферних аерозолів можна застосовувати також порошки йодиду срібла або свинцю, частки яких є зародками і викликають в хмарах утворення кристалів льоду.

Ефективним методом штучного розсіювання хмар і туманів, цілком реабілітуючим себе на практиці, є метод з використанням твердого діоксиду вуглецю. Цей метод застосовний при температурі повітря нижче 0оС і при краплинній структурі хмар або туману, тобто для переохолодженого аерозолу. Твердий діоксид вуглецю, що розкидається в такому аерозолі, з температурою – 79,8° викликає швидке охолодження прилеглого до неї шару повітря і в нім утворюється величезне число крижаних кристалів, які служать далі центрами кристалізації. Кристали швидко ростуть, продовжуючи зростання і після виходу із зони штучного охолодження, оскільки тиск насиченої пари води над льодом менше, ніж над водою. Досягнувши критичного розміру, кристали випадають з аерозолу у вигляді сніжинок. Досвід показав, що утворення снігу при такому методі розсіювання хмар відбувається через 5-7 хв., а через 15-30 хв. зона, в яку був введений діоксид вуглецю, повністю звільняється від туману. Слід зазначити, що при занадто великих кількостях CO₂, а також малому вмісті води в аерозолі, або малому переохолодженні, процес розсіювання не йде або йде дуже повільно.

Практичне значення аерозолів

Аерозолі відіграють важливу роль в найрізноманітніших областях. У природі вони обумовлюють практично усі метеорологічні(дощ, сніг, туман, веселка) у тому числі і грозові явища.

Several methods of destruction aerosols based on their coagulation.

Coagulation of atmospheric aerosols can be caused by spreading of the aircraft highly sand particles which carry electrical charge opposite in sign of the charge particle aerosol. Another method of artificial scattering of clouds and fogs using coagulation is a spray that sprayed solutions hygroscopic substances such as concentrated solutions of calcium chloride. Droplets of liquid capture water droplets become larger and falls as rain. For the destruction of supercooled atmospheric aerosols can be used as powders or silver iodide of lead, which is the proportion of embryos in the clouds and cause the formation of ice crystals.

An effective method of artificial scattering of clouds and fog, it is rehabilitating in practice, is a method of using solid carbon dioxide. This method is applied at temperatures below 0°C air and a drop in the structure of clouds or fog, ie supercooled spray. The solid carbon dioxide, which is scattered in such aerosols with temperature -79.8 causes rapid cooling of adjacent air layer formed therein and a huge number of ice crystals that are more centers of crystallization. The crystals are growing rapidly, continuing growth and after leaving the area of artificial cooling, because water vapor pressure over ice is less than the water. Having reached the critical size crystals fall out of the aerosol in the form of snowflakes. Experience has shown that the formation of snow at this method of scattering clouds occurs after 5-7 min., And after 15-30 minutes. zone, which was introduced carbon dioxide, completely free of fog. It should be noted that in too large quantities of CO_2 and low content of water sprays or small supercooling process of scattering is not or is very slow.

The practical significance of aerosols

Aerosols play an important role in various fields. In nature they cause almost all weather (rain, snow, fog, rainbow) including storm events.

Аерозолі беруть участь в процесах утворення ґрунтів з пилу, переносимого вітром(лесові ґрунти в південних районах). Концентрація аерозолів в атмосфері після великих вивержень вулканів збільшується, і це може впливати на кліматичні умови.

Відому роль грають аерозолі у біології - пилок рослин, спори бактерій і плісняви, а також легке насіння переноситься в природі у формі аерозолів.

Нині аерозолі широко застосовуються в медицині при лікуванні простудних, інфекційних і алергічних захворювань легенів. Штучні аерозолі вже понад 100 років застосовуються для інгаляцій. Саме аерозольне лікування виявилось найбільш ефективним при захворюванні верхніх дихальних шляхів. Багато препаратів побутової хімії, косметичні і парфумерні вироби використовують у вигляді аерозолів.

Багато аерозолів шкідливі для здоров'я людини. Дим виробництва забруднює робочі приміщення і околиці підприємств, знищує рослинність. У промислових містах за наявності в атмосфері великих кількостей аерозолів(диму, пилу і тому подібне) і високої вологості повітря відбувається утворення смогу.

Пил, що утворюється при роботі різного роду машин, - дробарок, млинів, вальців, пристосувань, що просіюють, і так далі забруднює виробництво, потрапляючи між частинами машин, що труться, прискорює їх знос, створює антисанітарні умови для праці людини, особливо при недотриманні відповідних правил техніки безпеки. Дуже небезпечні аерозолі, що містять найдрібніші частинки оксидів деяких металів (*Pb*, *Zn* та ін.), кремнезему (*SiO₂*), які, потрапляючи в легені у вигляді мікроскопічних твердих осколків, руйнують легеневу тканину, а також знижують опірність організму відносно легневих інфекцій, зокрема сприяють зараженню туберкульозом. *Подібний пиловий фіброз* легенів може супроводжуватися смертельним результатом.

Утворення аерозолів у вугільних шахтах, борошномельних підприємствах, що виробляють цукор, може викликати вибухи, оскільки дисперсна фаза цих аерозолів має велику питому поверхню.

Aerosols are involved in the formation of soil dust transported by wind (loess soils in the southern regions). The concentration of aerosols in the atmosphere after a major volcanic eruptions increases, and this may affect the climate.

Certain role played by aerosols in biology - pollen, bacteria and mold spores and seeds carried by light in nature in the form of aerosols.

Today aerosols are widely used in medicine in the treatment of colds, infectious and allergic lung disease. Artificial sprays for more than 100 years used for inhalation. It aerosol treatment was most effective for upper respiratory tract. Many drugs household chemicals, cosmetics and perfumes are used as aerosols.

Many aerosols are harmful to human health. Smoke production pollutes office space and neighborhood businesses, destroys vegetation. In industrial towns in the presence of large amounts of atmospheric aerosols (smoke, dust, etc.) and high humidity is the formation of smog.

The dust generated when using different kinds of machines - crushers, mills, roller devices, sieved, and so on polluting production, falling between the machine friction accelerates wear them, creating unsanitary conditions for labor rights, especially for non-compliance relevant safety regulations. Very dangerous aerosols, tiny particles containing oxides of some metals (Pb, Zn, etc.), Silica (SiO₂), are entering the lungs in the form of microscopic solid fragments, destroying lung tissue and reduce the body's resistance relative to lung infections, including contribute to TB infection. Such dust pulmonary fibrosis may be accompanied fatal.

The formation of aerosols in coal mines, flour mills producing sugar can cause explosions, because these aerosols dispersed phase has a large surface area.

В результаті величезної площі зіткнення аерозолів з повітрям і малої теплопровідності процеси окислення часток протікають з великою швидкістю, що супроводжується розігріванням системи, а потім вибухом.

Вибухи аерозолів небезпечніше, ніж вибухи газів, оскільки перехід з твердого або рідкого стану речовини в газоподібне супроводжується набагато більшим збільшенням системи, чим при газових реакціях. Вибухи можуть бути злокалізовані додаванням до вказаних аерозолів якого-небудь індиферентного пилу. Так, наприклад, в шахтах підвішують ящики з вапняним пилом, який висипається при локальному вибуху і обмежує його подальше поширення.

1.2 ПОРОШКИ

Порошки є вільнодисперсними системами з газоподібним дисперсійним середовищем і твердою дисперсною фазою, яка складається з часток розміром від 10^{-8} до 10^{-4} м. Порошки зазвичай полідисперсні. Проблема отримання монодисперсних порошоків не розв'язана до теперішнього часу.

Газоподібний характер дисперсійного середовища і висока концентрація твердих часток надають порошкам властивості сипких тіл. З іншого боку, оскільки площа контактів між частками порошку мала, в системі є канали і порожнечі, тому в цілому порошки мають капілярну структуру.

Класифікація порошоків

Порошки класифікують залежно від розмірів часток :

пісок $2 \cdot 10^{-2}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ м

пил.... $2 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ м

пудра.... $< 2 \cdot 10^{-6}$ м.

Розміри часток

Розміри первинних часток порошоків коливаються в дуже широких межах, тому порошки можуть бути віднесені як до типових колоїдних систем, так і до мікрогетерогенних

Розміри часток порошоків, а, отже, і їх питома поверхня мають величезне значення для їх практичного застосування.

As a result, a vast area of contact between aerosols from air and low thermal conductivity of oxidation occurring particles at high speed, accompanied by overheating of the system, and then an explosion. Explosions aerosols dangerous than gas explosions since the transition from a solid or liquid state of matter in gaseous accompanied by a much larger increase in the system than in gas reactions. Explosions can be zlokalizovani addition to these aerosols any indifferent dust. For example, in mines suspended boxes with lime dust, which is poured at a local explosion and limiting its spread.

1.2 POWDERS

Powders are vilnodispersny systems of gaseous dispersion medium and hard dispersed phase consisting of particles ranging in size from 10^{-8} to 10^{-4} m. Usually polydisperse powders. The problem of obtaining monodisperse powders are not resolved by now.

The gaseous nature of the dispersion medium and high concentrations of particulate powders provide bulk properties of bodies. On the other hand, since the contact area between the particles of powder had the system has channels and cavities, so in general powders having a capillary structure.

Classification of powders

Powders are classified according to particle size:

send ... $2 \cdot 10^{-2}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ m

dust... $2 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ m

powder... $< 2 \cdot 10^{-6}$ m.

The particle size

Sizes primary particle powders vary very widely because powders can be classified as typical colloidal systems and to microheterogeneous

The particle size powders and, consequently, their specific surface are of great importance for their practical application.

Так, яскравість забарвлення і криюча здатність пігментів (титанові білила, оксид заліза), посилююча дія наповнювачів (сажа, оксиди цинку і магнію), смакові властивості порошків, вживаних в харчовій промисловості(кава, какао, цукрова пудра, борошно), сильно залежать від їх дисперсності.

Розміри часток можна визначати мікроскопічно, методами седиментації і ситового аналізу. Питому поверхню порошків визначають або по адсорбції азоту на частках, або шляхом фільтрації рідини через порошок, або, нарешті, шляхом просмоктування через нього повітря.

Ситовий аналіз здійснюють, просіюючи суху пробу через дротяні або шовкові сита. Цей метод зводиться до визначення масового відсотка окремих фракцій, що залишаються послідовно на ситі з дрібнішими отворами. Недолік методу - неможливість досліджувати фракцію, що проходить через найдрібніше сито і містить частки різних розмірів.

Седиментаційний аналіз точніший. Для аналізу по цьому методу спочатку готують суспензію, яку потім досліджують. Суть цього методу викладена у будь-якому підручнику по колоїдній хімії. Цим методом можна визначити мінімальний, максимальний і найбільш вірогідний радіуси, полідисперсність порошку, а також знайти функцію розподілу часток по розмірах(фракційний склад порошку).

Адсорбційний метод - застосовується для пористих порошків. Він ґрунтується на існуванні прямої залежності між величиною адсорбції Γ_{∞} і величиною питомої поверхні $S_{уд}$:

$$S_{уд} = \Gamma_{\infty} N_a S_0, \quad (1.21)$$

де S_0 - площа, займана однією молекулою адсорбованого на порошок газу.

Способи отримання

Залежно від властивостей матеріалу, призначення і економічних міркувань порошки отримують різними способами, які підрозділяють на фізико-механичні і фізико-хімічні.

1. *Фізико-механічні(диспергаційні)* способи отримання порошків ґрунтовані на процесах подрібнення твердих матеріалів дробленням.

Thus, brightness and color opaque ability pigments (titanium white, iron oxide), increasing performance fillers (carbon black, zinc oxide and magnesium), the taste of powders used in the food industry (coffee, cocoa, powdered sugar, flour), are highly dependent on their dispersion.

The particle size can be determined microscopically, sedimentation methods and sieve analysis. Determine the specific surface of powders or nitrogen adsorption on particles or liquid by filtration through a powder, or, finally, by draw air through it.

Sieve analysis is carried out, prosiyuyuchy dry sample through wire or silk screens. This method reduces to determining the mass percent of individual fractions that are consistent with the sieve with smaller openings. The disadvantage of the method - the inability to investigate fraction passing through the sieve and contains the smallest particles of different sizes.

Sedimentation analysis more precise. To analyze this method to first prepare a suspension, which is then investigate. This method is described in any textbook on colloid chemistry. This method can determine the minimum, maximum and most likely radii, polydispersity powder, and find the distribution function of particle size (fractional composition powder).

Adsorption method - used for porous powders. It is based on the existence of a direct relationship between the size and the magnitude of H_{∞} adsorption specific surface S_{ud} :

$$S_{y\delta} = \Gamma_{\infty} N a S_0, \quad (1.21)$$

where S_0 - area occupied by one molecule adsorbed on the powder gas.

Methods for getting

Depending on the properties of the material, purpose and economic reasons powders are different ways that are divided into physical and mehanychni and physico-chemical.

1. Physical and mechanical (*dysperhatsiyini*) processes for powder grinding process grounded on solid materials fragmentation.

Часто основною метою при диспергаційних методах отримання порошків ставлять досягнення певної міри дисперсності, тому головну увагу приділяють полегшенню подрібнення. Для цього застосовують понижувачі твердості (ефект Ребіндера), а також проводять попередню обробку матеріалу. Наприклад, для надання крихкості титану і танталу їх нагрівають в атмосфері водню і переводять в гідриди, які після подрібнення при нагріванні у вакуумі розкладаються до чистого металевого порошку.

Порошки з частками сферичної форми з тугоплавких металів(вольфрам, молібден, ніобій) отримують в низькотемпературній плазмі дугового і високочастотного розрядів. Проходячи зону плазми, частки плавляться і округляються під дією поверхневого натягнення, потім охолоджуються і тверднуть.

Методом того, що розпиляло рідких середовищ можна отримати порошки легкоплавких металів і сплавів(свинець, олово, алюміній). Розпиляло можна проводити за допомогою повітря, газів і пари.

2. У основі *фізико-хімічних способів* виробництва порошків лежать процеси окислення, відновлення, електролізу і так далі, тому хімічний склад початкових матеріалів і порошків не однаковий. Так, порошки сажі і «білої сажі» (аеросила) отримують шляхом спалювання відповідно вуглеводнів до елементарного вуглецю при браку кисню і спалюванні SiCl_4 до SiO_2 (аеросилів). Висока міра дисперсності продуктів забезпечується великою мірою пересичення їх пари. Оксид цинку(цинкові білила) отримують, окислюючи пари цинку повітрям при температурі 3000 С. Металеві порошки отримують шляхом відновлення оксидів за допомогою природного газу, водню, твердих відновників. Водень, як найбільш дорогий реагент, застосовується для важко відновлюваних оксидів W, Mo, Ni, Co.

Високодисперсні порошки металів і сплавів високої міри чистоти отримують електролізом водних розчинів солей. Широке поширення має виробництво високодисперсних металевих порошків з карбонілів $\text{Mx}(\text{CO})_4$ – летких сполук, що утворюються при обробці металів оксидом вуглецю при $P \approx 200$ атм і $T \approx 200^\circ\text{C}$.

Often the main goal at dysperhatsiynyh methods of obtaining powders pose achieve a certain degree of dispersion, so the main attention is paid to facilitate grinding. To do this, use ponyzhuvachi hardness (Rehbinder effect), and conduct pre-processing of the material. For example, to provide embrittlement of titanium and tantalum them heated in a hydrogen atmosphere and transferred to hydrides that after grinding when heated in vacuum to decompose pure metal powders.

Powders with spherical particles of refractory metals (tungsten, molybdenum, niobium) are in the low-temperature plasma arc and high-frequency discharges. Passing Zone plasma particles are melted and rounded by the action of surface tension, then cooled and solidified.

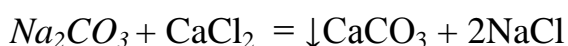
The method that the sprayed liquid media available powders fusible metal (lead, tin, aluminum). Sawed can be performed with air, gases and vapors.

2. The basis of *physical and chemical methods* to produce powders are oxidation, reduction, electrolysis and so on, because the chemical composition of primary materials and powders are not the same. Thus, carbon black powder and "white black" (Aeros) is produced by burning hydrocarbons according to elemental carbon and lack of oxygen to the combustion of SiCl_4 SiO_2 (aerosil). The high degree of dispersion products provided largely supersaturation of vapor. Zinc oxide (zinc white) obtained by oxidizing zinc vapor with air at a temperature of 3000 C. The metal powder produced by reduction of oxides using natural gas, hydrogen, reducing solid. Hydrogen, the most expensive reagent used for difficult renewable oxide W, Mo, Ni, Co.

Fine-grained powders of metals and alloys of high purity by electrolysis of aqueous solutions of salts. Widespread production is highly powdered metal carbonyls with $\text{M}_x(\text{CO})_4$ - volatile compounds formed during the processing of metals carbon monoxide at $P \approx 200$ atm and $T \approx 2000\text{c}$.

При нагріванні карбоніли, випаровуючись і розкладаючись, утворюють дрібний металевий порошок (термічна дисоціація), а, стикаючись з нагрітою поверхнею, покривають її шаром металу.

Дуже часто для отримання порошоків застосовують метод осадження з розчинів в результаті коагуляції золів або в результаті хімічних реакцій між електролітами. Цим методом(що відноситься до конденсаційних) отримують порошки різних речовин. Наприклад, обложена крейда виходить по реакції:



Спочатку після осадження в рідкому середовищі утворюються суспензії, а після фільтрації і сушки - порошки.

Властивості порошоків

Порошки характеризуються такими властивостями, як насипна щільність, злипаємість, сипучість(плинність), гігроскопічність, змочуваність і так далі. Залежно від призначення того або іншого порошку окремі його властивості набувають пріоритетного значення.

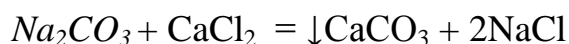
Під *насипною щільністю* розуміють масу одиниці об'єму порошку, що вільно насипається в яку-небудь ємність. Сюди входить об'єм внутрішніх пір часток і проміжний простір між ними. Насипна щільність в грубих порошках майже не залежить від розміру часток, оскільки визначається відношенням сили тяжіння часток до пропорційної їй сили тертя між ними. Проте у міру збільшення дисперсності порошку починають позначатися міжмолекулярні сили, що збільшують силу тертя між частками і сприяють утворенню більше рихлої структури; тому насипна щільність починає зменшуватися.

Під *злипаємістю* мають на увазі *схильність часток порошку до утворення агрегатів*. Ця властивість обумовлена когезійною взаємодією часток порошку один з одним.

Відомо, що деякі порошки сильно «порошать» при пересипанні, а інші при тій же дисперсності не порошать. Вона збільшується при зростанні розмірів часток до відомої межі і зменшується зі збільшенням вологості порошку. Тому гідрофобні порошки(наприклад, тальк), що не звожуються, розпилюються краще за гідрофільних(кварц, вапняк).

When heated, carbonyls, evaporating and decomposing to form fine metallic powder (thermal dissociation), and, when confronted with the heated surface, cover it with a layer of metal.

It is often used for powder deposition method from solution by coagulation of sols or as a result of chemical reactions between electrolytes. This method (related to condensation) are powders of different substances. For example, besieged chalk obtained by the reaction:



Initially after deposition in a liquid medium formed suspension, and after filtration and drying - powder.

The properties of powders

Powders are characterized by such properties as bulk density, zlypayemist, flowability (fluidity), water absorption, wettability, and so on. Depending on the purpose of a powder of some of its properties take priority.

During understand a lot of bulk density per unit volume of powder, freely poured in some capacity. This includes the internal volume of the particles and then the intermediate space between them. Bulk density in coarse powder is almost independent of particle size, as determined by the ratio of gravity to the proportional shares her strength friction between them. However, with increasing dispersion powder starting to affect intermolecular forces that increase the friction force between the particles and promoting the formation of more loose structure; as bulk density begins to decrease.

During zlypayemostyu imply susceptibility powder particles to aggregate formation. This property is due to the interaction of cohesive powder particles together.

It is known that some powders strongly "pylyat" when pouring, while others with the same dispersion not pylyat. It increases with increasing particle size to a certain limit and decreases with increasing humidity powder. Therefore hydrophobic powders (eg talc) not moistened, sprayed best hydrophilic (quartz, limestone).

Порошки з м'яких пластичних матеріалів розпилюються гірше, ніж з твердих. Монодисперсні порошки розпилюються краще за полідисперсних, оскільки в останніх міра заповнення простору, а, отже, і число точок зіткнення між частками більше, ніж в перших.

Сипучістю називають рухливість часток порошку один відносно одного і здатність переміщатися під дією зовнішньої сили. Сипучість залежить від розміру часток, вологості і міри ущільнення порошку.

Близькою до сипучості є властивість *плинності* порошоків. Як і сипучість, плинність порошку залежить від характеру контакту між частками порошку. На величину плинності впливають щільність, розмір і форма часток, стан їх поверхні, вологість.

Гігроскопічність і змочуваність - це здатність порошку поглинати вологу з довкілля. Поглинання вологи призводить до зміни багатьох властивостей порошоків. Гігроскопічність обумовлена розчинністю порошку у воді, проте вона властива і деяким водонерозчинним порошкам. В цьому випадку поглинання вологи йде як адсорбція молекул води поверхнею часток, а потім як капілярна конденсація в твердих пористих тілах. Очевидно, що для протікання цих процесів поверхня часток має бути гідрофільною.

Зміст вологи в матеріалі виражають величинами вологості або вологовміст.

Вологістю називають відношення маси вологи в матеріалі до усїєї маси матеріалу(сухій речовині разом з вологою). *Вологовміст* - це відношення маси вологи в матеріалі до маси абсолютно сухого матеріалу.

Гігроскопічність порошку можна зменшити або збільшити шляхом його обробки ПАВ. Наприклад, добавка до гідрофільного порошку олеїнової кислоти сприяє утворенню моношару, орієнтованого назовні вуглеводневими радикалами. Поверхня часток порошку стає гідрофобною, а порошок - менш гігроскопічним.

Powders of soft plastic material sprayed worse than solid. Monodispersed powder sprayed best polydisperse as a last measure of filling space and, consequently, the number of points of collision between particles larger than the former.

Flowability of the powder particles called mobility relative to each other and the ability to move under the influence of an external force. Flowability depends on the particle size, moisture content and degree of compaction of powder.

Close to a property yield of flowability of powders. As flowability, powder fluidity depends on the nature of the contact between the particles of powder. The magnitude of the fluctuation affect the density, size and shape of the particles, the condition of the surface moisture.

Hygroscopicity and wettability - the ability to absorb moisture from the powder environment. The absorption of moisture leads to change many properties of powders. Hygroscopicity powder due to solubility in water, but it is common and some insoluble powders. In this case, moisture absorption is as adsorption of water molecules particle surface, and then as capillary condensation in porous solid bodies. Obviously, for the occurrence of these processes, the surface must be hydrophilic particles.

Moisture content in the material expressing quantities of moisture or moisture content.

Humidity is the ratio of the mass of water in the material to the mass of material (dry matter with moisture). Moisture - the ratio of the mass of water in the material to the mass of absolutely dry material.

Hygroscopicity powder can reduce or enlarge by his treatment of PAH. For example, the addition to the hydrophilic powder oleic acid promotes the formation of a monolayer oriented outwards hydrocarbon radicals. The surface becomes hydrophobic powder particles and powder - less hygroscopic.

Абразивність порошоків і пилю, характеризуючи твердість часток, їх форму, розмір і щільність, має значення в технологічних процесах для розрахунку часу зносу устаткування і розробці заходів для попередження стирання стінок апаратів і трубопроводів.

Електропровідність порошоків зазвичай характеризується величиною *питомого електричного опору (R_{уд}) шару порошку, яке дорівнює електричному опору при проходженні струму через куб порошку із стороною, рівною 1 м.* Залежно від величини *R_{уд}* порошки підрозділяють на три групи: що добре проводять, середньо проводять і що мало проводять. Електрична провідність порошоків залежить від вологості, температури, хімічного складу, розміру і щільності упаковки часток.

Горючість і вибуховість порошоків і пилю характеризується такими даними, як температура самозаймання в шарі порошку, температура спалаху, максимальний тиск вибуху, мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню(окисника) в пилі та ін. Вказані характеристики не є константами речовини, оскільки залежать від умов тепловідводу, параметрів хмари газової суспензії, підведення окисника, що утворюється, і визначаються експериментальним шляхом.

Дуже важливою властивістю порошоків є здатність до *гранулювання*. Гранулюванням називають процес освіти в порошкоподібній масі конгломератів (гранул) кулястої або циліндричної форми, більш менш однорідних за величиною. Цей процес може йти мимоволі, оскільки призводить до зменшення поверхневої енергії Гіббса.

Гранулювання широко використовують в технології виробництва порошкоподібних продуктів. Це пояснюється багатьма позитивними якостями гранульованих продуктів - меншою розпилюємостю і злежується, більшою стійкістю при зберіганні, зручністю розфасовки і дозування(наприклад, гранульована сажа).

Гранулювання можна викликати добавкою до порошку певної кількості рідини. Змочуючи поверхню часток, рідину утворює на них шар з підвищеною в'язкістю, завдяки чому частки склеюються.

Abrasive powder and dust, characterizing the hardness of particles, their shape, size and density, is important in industrial processes for timing equipment wear and developing measures to prevent abrasion apparatus walls and pipelines.

The electrical conductivity of powders usually characterized by resistivity (R_{ud}) layer of powder, which is an electrical resistance when current passes through the powder cube of side equal to 1 m. Depending on the size R_{ud} powders are divided into three groups: well-transmitting medium hold and having conduct. The electrical conductivity of powders depends on humidity, temperature, chemical composition, size and packing density of the particles.

Flammability and explosiveness powder and dust is characterized by data such as temperature spontaneous combustion in a layer of powder, flash point, the maximum pressure explosion explosive minimum oxygen content (oxidant) in the dust, and others. These specifications are constants not matter, because it depends on the conditions of heat, the gas cloud parameters slurry supply oxidant formed and determined experimentally.

A very important feature is the ability to powder granulation. Granulation is the process of education in the powder mass conglomerates (granules) spherical or cylindrical, more or less uniform in size. This process can go spontaneously, since it leads to a decrease in surface energy Gibbs.

Granulation is widely used in technology of powder products. This is due to many positive qualities of granular products - rozpylyuyemostyu and less compressed, more stability during storage, ease of packaging and dispensing (eg granulated carbon black).

Granulation can cause additive powder to a certain amount of liquid. Damping surface particles, liquid forms a layer them with high viscosity, so that particles stick together.

Цей процес здійснюється в умовах безперервного перемішування порошкоподібної маси у барабані, що обертається, і оптимального змочування. Якщо змочуючої рідини недостатньо, то виходять дрібні гранули і залишається незв'язаний порошок. У надлишку змочуючої рідини утворюються великі грудки різних розмірів. Наприклад, оптимальна вологість для гранулювання суперфосфату - 22-23%.

Цікаві роботи по гранулюванню порошків проведені С.С. Воюцким і сотр. Гранулюючи різні види сажі, оксид цинку і інші порошкоподібні матеріали, вони показали можливість гранулювання сухих порошків. При обкатці у барабані спочатку утворюються агрегати-зародки в результаті злипання часток під дією ненасичених силових полів їх поверхні. Потім відбувається налипання нових часток на зародки за рахунок когезійної взаємодії між ними і подальше зростання гранул.

Процес гранулювання грає велику роль у фармацевтичній промисловості, оскільки гранули є однією з лікарських форм. Крім того, гранули служать проміжним продуктом, з якого потім шляхом пресування отримують пігулки. Номенклатура ліків, що випускаються у вигляді порошків, пігулок і гранул досить широка і складає до 80% готових лікарських засобів. По складу фармацевтичні порошки можуть бути одно- і багатокomпонентними.

У гранульованому виді випускають також пральні порошки, добрива, засоби для боротьби з хворобами рослин і комахами і так далі

Застосування порошків

Багато речовин і матеріали, вживаних в промисловості і сільському господарстві, а також харчові продукти і промислові товари є порошками, наприклад: пилоподібне паливо, сажа, борошно, цукор, какао, абразиви, сухі фарби і пігменти, піротехнічні матеріали, різноманітні будівельні матеріали(цемент, крейда, вапно), мінеральні добрива і інсектофунгіциди, лікарські препарати, миючі засоби, парфумерні і косметичні вироби і так далі

У таблиці 1.5 приведені дані про розміри часток деяких порошків і вказана сфера їх застосування.

This process is carried out in a continuous mixing the powder mass in the drum rotating and optimal wetting. If the damping fluid enough, we get small granules and powder remains unbound. In excess damping fluid formed large clumps of different sizes. For example, the optimum moisture content for the granulation of superphosphate - 22-23%.

Interesting work by granulating powders made SS Voyutskym and et al. Granulating various types of carbon black, zinc oxide, and other powdered materials, they have shown the possibility of dry granulation of powders. In the run-in drum machine originally formed as a result of germ-particle adhesion under unsaturated force fields their surface. Then the new particles sticking to germs through cohesive interaction between them and the further growth of granules.

Granulation process plays an important role in the pharmaceutical industry as one of the pellet dosage forms. In addition, the granules are an intermediate product, which then by extrusion pills. The range of drugs that are produced in the form of powders, pills and granules rather wide and up to 80% of medicines. The composition of pharmaceutical powders can be single and multi.

In granular form also produces detergents, fertilizers, weed and plant diseases and insects, etc.

The use of powders

Many substances and materials used in industry and agriculture, and food and industrial products are powders, eg pulverized fuel, soot, flour, sugar, cocoa, abrasives, dry paints and pigments, pyrotechnic materials, different construction materials (cement chalk, lime), fertilizers and insektofunhitsydy, pharmaceuticals, detergents, perfumes and beauty products, etc.

Table 1.5 presents data on particle size powders and some indicated their scope.

Таблиця 1.5. Сфери застосування деяких порошків

Найменування порошку	Діаметр часток мкм	Сфера застосування
Канальна газова сажа	0,03-0,09	наповнювачі гумових сумішей
Пічна газова сажа	0,1-0,3	і пластмас, пігменти,
Лампова сажа	0,3-0,6	друкарські фарби
Оксид цинку	0,2-0,8	Білий пігмент
Оксид магнію	0,2-0,5	Наповнювач гумових сумішей
Оксид заліза	0,3-1,5	Червоний пігмент
Титанові білила	0,2-0,7	Білий пігмент
Сульфат барію	1-3	Білий пігмент і наповнювач
Обложена крейда	1-5	Парфумерія
Каолін	2-20	Наповнювач, фарфорове виробництво
Рисовий крохмаль	6-10	Парфумерія

Дані, приведені в таблицю. 1.5 дозволяють віднести перші 7 порошків віднести до колоїдних систем, а інші - до мікрогетерогенних, таких, що утворюють в повітрі і воді седиментаційно-нестійкі системи.

Нанопорошки

Оскільки речовина при переході від грубодисперсного стану до стану з розміром часток < 100 нм різко змінює ряд своїх фундаментальних властивостей, то для позначення цієї відмінності в середині 70-х років минулого століття в СРСР був запропонований термін ультрадисперсні порошки(УДП).

Нині на заході і в Росії для позначення подібних систем використовується термін нанопорошки. У частках такого розміру велика відносна доля атомів, що знаходяться на поверхні. Атомні зв'язки поверхневих атомів виявляються такими, що частково не компенсуються. Це істотним чином змінює механічні, електричні, оптичні і інші властивості речовини. Нанопорошки мають великий, в порівнянні з традиційними порошками, запас енергії, що проявляється в цілому ряду їх унікальних фізичних і хімічних властивостей, які знаходять усе більш широке застосування в найрізноманітніших галузях промисловості.

Table 1.5. Areas of application of certain powders

Name of powder	The diameter of the particles μm	Scope of use
Channel black	0,03-0,09	fillers, blends of rubber and plastics, pigments, inks
Pichna carbon black	0,1-0,3	
Lamp Black	0,3-0,6	
Zinc Oxide	0,2-0,8	White pigment
Magnesium Oxide	0,2-0,5	Filling rubber compounds
Iron oxide	0,3-1,5	carmine
Titanium white	0,2-0,7	White pigment
Barium sulfates	1-3	White pigment and filler
Precipitated chalk	1-5	Perfumery
Kaolin	2-20	Filling, porcelain production
Rice starch	6-10	Perfumery

The data presented in the table. 1.5 can be attributed first 7 powders attributed to colloidal systems, and others - to microheterogeneous such forming in the air and water sedimentation-unstable system.

Nanopowders

Since the substance in the transition from state to state coarse particle size of <100 nm dramatically changes the number of its fundamental properties, then to indicate that the differences in the mid 70-ies in the USSR was proposed term ultra powders (UDP).

Today in the west and Russia to refer to such systems, the term nanopowders. In large parts of this size, the share of atoms located on the surface. Atomic bonds surface atoms are those that partially compensated. This significantly alters the mechanical, electrical, optical and other properties of matter. Nanopowders are large compared to conventional powders, energy supply, resulting in a number of unique physical and chemical properties, which are becoming more widely used in various industries.

Зміна фундаментальних властивостей традиційних матеріалів в нанодисперсному стані (зниження температури початку плавлення, теплоти випару, енергії іонізації, роботи виходу електронів та ін.) відкриває щонайширші можливості в області створення новітніх матеріалів і технологій, принципово нових приладів і пристроїв. Нині розроблені методи отримання і досліджені властивості порошкових систем найрізноманітнішого складу на основі *Fe, Ni, Co, Cu, Ag, W, Mo*, оксидів *Fe, Ni, Co, Cu, Al, Mg, Ti*.

Нанопорошки з "особливими" властивостями отримують, в основному, методом випару-конденсації в умовах швидкого охолодження. Випар матеріалу здійснюють різними способами: в плазмовому струмені, пропусканням струму, лазерним або електронним променем та ін. Проте надшвидке охолодження є обов'язковою умовою.

Отримання ультрадисперсних порошоків в імпульсній плазмі конденсаторного розряду характеризується надзвичайно високими швидкостями охолодження високотемпературного стану реакційної системи, досягнутого під впливом високоенергетичного імпульсу розрядного струму. Швидкість охолодження істотно вища, ніж у більшості процесів плазмового отримання ультрадисперсних порошоків з використанням плазми стаціонарних видів розряду. Завдяки цьому зменшується розмір часток, що утворюються, а також пригнічується зростання часток шляхом їх злиття при зіткненні.

Розроблений спосіб отримання нанопорошків методом електричного вибуху дротів. Через відрізок металевого дроту (фольга) пропускається імпульс струму, під дією якого дріт руйнується на найдрібніші частинки і пару. Розлітаючись з великою швидкістю, продукти руйнування швидко охолоджуються, і утворюється високодисперсний порошок. Залежно від роду газу, що оточує руйнований дріт, можна отримувати порошки металів, сплавів, порошки хімічних сполук або порошки композиційних сполук. Дисперсність порошку, структура часток і інші властивості визначаються параметрами розрядного контуру, матеріалом і геометричними розмірами дроту (фольга) і характеристиками газового середовища, в якому робиться вибух.

Changing the fundamental properties of traditional materials in nanodispersed state (decrease the melting temperature, heat of vaporization, ionization energy, electron work function and so on.) Offers broadest capabilities in the field of advanced materials and technologies of innovative instruments and devices. Currently, developed and tested methods for systems of various properties of powder composition based on Fe, Ni, Co, Cu, Ag, W, Mo, oxides of Fe, Ni, Co, Cu, Al, Mg, Ti.

Nanopowders of "special" properties are mainly by evaporation-condensation in the rapid cooling. Evaporation material is carried out in different ways: in a plasma jet, passing current, laser or electron beam and others. However, super-fast cooling is a must.

Getting ultrafine powders pulsed plasma discharge capacitor is characterized by extremely high rates of cooling high temperature state of the reaction system made under the influence of high pulse discharge current. Cooling rate is much higher than most plasma processes to obtain ultrafine powders using stationary plasma species level. This reduces the size of the particles formed and inhibited the growth of particles by merging them in a collision.

A method for obtaining nanopowders by electrical explosion of wires. After a period of metal wire (foil) current pulse is passed, under which the wire breaks the smallest particles and vapor. Flying off at high speed, debris quickly cooled and formed Fine powder. Depending on the type of gas surrounding the wire destructible, you can get powders of metals, alloys, powders, chemicals or powders composite connections. Dispersion powder particle structure and other properties are determined by the parameters of the discharge circuit, material and physical size wire (foil) and characteristics of the gaseous medium, which is a blast.

На основі цього способу відпрацьований технологічний процес отримання порошків з керованими властивостями.

Є виробу, де нанопорошки грають головну роль. Наприклад, це фотонні кристали або тонкі плівки. При правильному розташуванні часток строго заданого розміру вони здатні розкладати світло, а це треба для систем оптичного зв'язку. Інше застосування плівок з наночастками - нові облаштування магнітної пам'яті. У них кожна частка служить одним бітом інформації, а щільність, з якою частки і, відповідно, інформацію можна розмістити на плівці, в тисячі раз перевищує нинішню. Ці роботи пов'язані із створенням наносхем для електроніки наступного покоління. Така електроніка дозволить створювати принципово нові пристрої. Річ у тому, що чим тонше плівка, яку наносять на основу мікросхеми, тим менше в ній напруги. Плівки нанометрової товщини можна отримувати з таких речовин, які зовсім нещодавно застосовували для виготовлення електроніки було неможливо.

Уміння формувати тонкі плівки, причому робити їх не суцільними, а у вигляді окремих острівців нанометрового розміру, так звані квантові точки, дає можливість створювати потужні лазери, необхідні для нового покоління систем оптичного зв'язку.

Розробляється економічна технологія отримання з відроблених фотографічних фіксажних розчинів нанопорошків срібла. Нанодисперсне срібло пропонується використати при виробництві друкованих плат, в медицині для стерилізації розчинів, в побутових фільтрах для очищення води, в санітарній кераміці і інших областях.

Розроблені способи переробки різних твердих і рідких залізовмісних відходів і матеріалів, у тому числі відходів електролізного виробництва і низько збагачених концентратів заліза, що дозволяють отримувати нанопорошки заліза і оксидів заліза.

Застосовуються нанопорошки і в якості біологічно активних добавок.

Based on this method worked technological process of obtaining powders with controlled properties.

There are items where nanopowders play a major role. For example, it photonic crystals or thin films. With proper arrangement of particles of a given size is strictly they are able to spread the light, which is necessary for optical communication systems. Another application of films of nanoparticles - a new arrangement of magnetic memory. They each particle is one bit of information, and the density at which the particles and, therefore, the information can be placed on the film, a thousand times greater than the present. These works associated with the creation nanoshem for next-generation electronics. Such electronics will create entirely new device. The fact that the thinner the film, which is applied to the substrate chip, the smaller the voltage. Nanometer film thickness can be obtained from the following substances recently used for the manufacture of electronics was impossible.

The ability to form a thin film, and they do not solid, but as separate islands of nanometer size, called quantum dots, makes it possible to create powerful lasers needed for the next generation optical communication systems.

Developed with technology for economic vidroblenyh photographic solutions fiksazhnyh nano silver. Silver nanoparticle proposed to be used in the manufacture of printed circuit boards, medicine for sterilization solutions for domestic water filters in sanitary ceramics and other areas.

Methods of processing various solid and liquid waste iron materials, including waste electrolysis production and low enriched concentrates of iron, which give nanopowders iron and iron oxides.

Nanopowders and used as dietary supplements.

ГЛАВА 2. СИСТЕМИ З РІДКИМ ДИСПЕРСІЙНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

2.1 СУСПЕНЗІЇ

Суспензіями називають мікрогетерогенні системи з рідким дисперсійним середовищем і твердою дисперсною фазою з розмірами часток вище, ніж в золях, тобто в діапазоні 10^{-6} - 10^{-4} м. Концентровані суспензії називають пастами, пульпами, шламами.

Способи отримання суспензій

Суспензії мають ряд загальних властивостей з порошками, вони подібні по дисперсності. Якщо порошок помістити в рідину і перемішати, то вийде суспензія, а при висушуванні суспензія знову перетворюється на порошок. Тому способи отримання суспензій і порошоків однакові, лише при отриманні суспензій з'являється додаткова технологічна стадія - змішування порошку з дисперсійним середовищем.

Концентровані суспензії(пасти) можуть бути отримані як в результаті осідання більше розбавлених суспензій, так і безпосередньо розтиранням порошоків або масивних твердих тіл з рідинами.

Властивості суспензій

Оскільки частки суспензій мають порівняно великі розміри(вони видимі в мікроскоп), суспензії не виявляють осмотичного тиску і броунівського руху, вони не здатні до дифузії.

Суспензії одночасно поглинають і розсіюють світло. При цьому на відміну від опалесцируючих золів суспензії проявляють каламутність не лише при бічному освітленні, але і у світлі, що проходить. Проте суспензії, так само як і золи, здатні проявляти подвійне променезаломлення в потоці.

На поверхні часток суспензії, так само як і на поверхні агрегатів в золях, утворюється подвійний електричний шар. Електрокінетичний потенціал суспензій має величину того ж порядку, що і ζ -потенціал часток типових золів. Під дією електролітів суспензії коагулюють, тобто їх частки злипаються, утворюючи агрегати. Швидкість коагуляції в суспензіях не залежить від теплового зіткнення часток і не може наслідувати закономірності теорії кінетики коагуляції Смолуховського.

CHAPTER 2. OF LIQUID DISPERSION MEDIUM

2.1 SUSPENSIONS

The suspension system called microheterogeneous liquid dispersion medium and hard dispersed phase with particle sizes higher than sols, ie in the range of 10^{-6} - 10^{-4} . Concentrated paste called slurry, the pulp slurry.

Methods for getting suspensions

Suspensions have some common properties of powders, they are similar to dispersion. If you put the powder into the liquid and mix, you get a suspension, but when dried slurry again turns to powder. Therefore, how to obtain suspensions and powders are the same, only upon an additional suspensions technological stage - mixing the powder with the dispersion medium.

The concentrated suspension (paste) can be obtained as a result of subsidence more dilute suspensions and directly grinding powders or bulk solids from liquids.

Properties suspensions

Since particles suspensions are relatively large size (they are visible under a microscope), the suspension does not reveal osmotic pressure and Brownian motion, they are not capable of diffusion.

Suspensions both absorb and scatter light. Thus unlike opalescent sols suspension turbidity show not only a side light, but in transmitted light. However, suspension, as well as ash able to show birefringence in the stream.

On the surface of the particles of the suspension, as well as on the surface aggregates in sols formed electric double layer. Electrokinetic potential suspension has a value of the same order as the ζ -potential common shares sols. Under the influence of electrolytes coagulated suspension, ie their share coalesce to form aggregates. The rate of coagulation in suspension is independent of thermal collisions of particles and can not follow the laws of Smoluchowski coagulation kinetics theory.

Вона пов'язана в основному з властивостями поверхневих шарів. У певних умовах в суспензіях, так само як і в золях, утворюються просторові коагуляційні *структури, здатні до синерезису* - мимовільного зменшення об'єму системи з одночасним виділенням з нього дисперсійного середовища.

Явища *тиксотронії і реопексії* при дотриманні відповідних умов проявляються у суспензій майже завжди більшою мірою, чим у ліофобних золів.

Тиксотронія - це здатність структур після їх руйнування в результаті якої-небудь механічної дії мимоволі відновлюватися в часі.

Реопексія - утворення структурованих систем з агрегативно нестійких суспензій і золів з сильно анізодіаметричними частками при обертанні посудини.

Седиментаційна і агрегативна стійкість суспензій

Суспензії седиментаційно нестійкі: частки їх осідають під дією сили тяжіння, якщо щільність дисперсної фази не дуже близька до щільності дисперсійного середовища і в'язкість цього середовища не дуже велика. Проте седиментаційно-нестійка суспензія може бути як агрегативно стійкою (частки її можуть осідати кожна окремо, не коагулюючи), так і агрегативно нестійкою: частки її, осідаючи, зчіплюються під дією міжмолекулярних сил і утворюють агрегати-пластівці; осідання проходить дуже швидко. Агрегативну стійкість суспензії придбавають тоді, коли їх частки покриті сольватними оболонками, що складаються з молекул дисперсійного середовища. Такі оболонки перешкоджають зчепленню часток, будучи (для розбавлених суспензій) чинником стабілізації.

Щоб утворилася сольватна оболонка на частках суспензії, дисперсійне середовище повинне добре змочувати поверхню часток дисперсної фази. Тому агрегативно стійкі у воді суспензії гідрофільних мінеральних порошоків ($CaCO_3$, $BaSO_4$, Al_2O_3) і суспензії гідрофобної сажі у бензолі, оскільки вода добре змочує мінеральні порошки, а неполярна рідина (бензол) - сажу. Якщо ж змочування недостатньо, то сольватна оболонка не утворюється, і відбувається коагуляція.

It is associated mainly with the properties of the surface layers. Under certain conditions, the suspensions, as well as in sols formed coagulation spatial structure capable of syneresis - involuntary reduction in volume system with simultaneous release him dispersion medium.

Phenomena Thixotropy and Rheopecty the necessary conditions occur in suspensions almost always more than the lyophobic sols.

Thixotropy - the ability to structures after their destruction as a result of some mechanical action spontaneously recover in time.

Rheopecty - creation of structured aggregation of unstable suspensions and sols of particles strongly anisodiametrychnymy the rotation of the vessel.

Sedimentation and aggregate stability of suspensions

Suspensions sedimentation unstable, share them settle by gravity, if the density of the dispersed phase is not very close to the density and viscosity of the dispersion medium of this environment is not very large. However, sedimentation-unstable suspension can be a stable aggregation (particles can settle it individually, not coagulating) and aggregation unstable, share it, settling, mesh under the influence of intermolecular forces and form aggregates flakes; sedimentation takes place very quickly. Ahrehatyvnyuyu suspension acquire resistance when their shares are covered solvation shell composed of molecules of the dispersion medium. These membranes prevent adhesion of particles being (for dilute suspensions) stabilizing factor.

To form a solvation shell particles in suspension, dispersion medium should wets the surface of the particles of the dispersed phase. Therefore, aggregation stable in water suspension hydrophilic mineral powders (CaCO_3 , BaSO_4 , Al_2O_3) and hydrophobic carbon black suspensions in benzene as well water wets mineral powders and non-polar liquid (benzene) - soot. If wetting is not enough, the solvation shell is formed, and coagulate.

Іноді при коагуляції суспензій утворюються великі пластівці, погано змочувані середовищем і спливаючі на поверхню. Таке явище називається *флокуляцією*.

Агрегативна стійкість суспензій полярних мінеральних порошоків обумовлена не лише сольватацією, але і утворенням ДЭС на межі розділу фаз внаслідок поверхневої дисоціації іоногенних мінеральних часток.

Суспензії полярних мінеральних порошоків в неполярних рідких вуглеводнях агрегативно нестійкі, частки в них коагулюють, утворюючи пластівці, внаслідок чого розділення середовища і фази відбувається швидко. Так поведуться, наприклад, суспензії оксиду заліза або алюмінію у бензолі. Проте ці суспензії можна зробити агрегативно стійкими, якщо до бензолу додати яке-небудь ПАВ, наприклад, олеїнову кислоту. Молекули олеїнової кислоти, адсорбуючись на поверхні часток полярної фази, наприклад Al_2O_3 , орієнтуються, прикріплюючись полярними групами $-COOH$ до поверхні часток порошку; неполярні вуглеводневі ланцюги орієнтуються в дисперсійне середовище. Таку поверхню бензол добре змочує, і навколо часток Al_2O_3 утворюється оболонка з молекул ПАВ - гідрофобізація поверхні.

Нестійка також суспензія сажі у воді. Але і її можна зробити стійкою, додаючи до води ПАВ. Орієнтація молекул буде протилежною, тобто неполярні вуглеводневі радикали зв'яжуться з неполярною поверхнею сажі, а полярні групи, орієнтовані назовні, створять на поверхні часток сажі гідрофільні оболонки, що забезпечують змочування водою і сольватацію часток - *гідрофілізація* поверхні (рис. 2.1).

Отже, агрегативно стійкі суспензії полярних порошоків в полярних рідинах і неполярних порошоків в неполярних рідинах. Суспензії в різних середовищах стабілізують, додаючи до дисперсійного середовища розчинне в ній ПАВ. Останнє адсорбується на частках, вирівнює різницю полярності між часткою і середовищем і робить можливим утворення сольватної оболонки навколо часток дисперсної фази.

Sometimes coagulation suspensions formed large flakes, poorly wetted environment and pop to the surface. This phenomenon is called flocculation.

Aggregate stability of suspensions polar mineral powders due not only solvation, but D O S formation at the interface due to the dissociation of ionic surface mineral particles.

Suspensions polar mineral powders in nonpolar liquid hydrocarbons aggregation unstable particles they coagulate to form flakes, resulting phase separation medium and is fast. So behave, such as suspension of iron oxide or alumina in benzene. However, these suspensions can be made resilient aggregation when added to benzene that some surfactants, such as oleic acid. The molecules of oleic acid on the surface of the particles adsorb by their polar phase, such as Al_2O_3 , focus, attaching polar groups $-\text{COOH}$ powder particles to the surface; nonpolar hydrocarbon chains are oriented in the dispersion medium. This well wets the surface of benzene and Al_2O_3 particles formed around the shell of molecules surfactants - surface hydrophobicity.

Unstable as carbon black suspension in water. But it can be made stable by adding surfactants to water. Targeting molecules will be opposite, ie non-polar hydrocarbon radicals will contact nonpolar surface of carbon black and polar groups oriented outward create soot particles on the surface of the hydrophilic membrane, providing water and wetting solvation particles - hidrofilizatsiya surface (Img. 2.1).

Thus, aggregation stable suspension of powdered polar polar liquids and powders in nonpolar nonpolar liquids. Suspensions in different environments stabilize, adding to the dispersion medium soluble PAHs in it. Last adsorbed on the particles, levels polarity difference between the share and the environment and makes possible the formation of solvation shell around the particles of the dispersed phase.

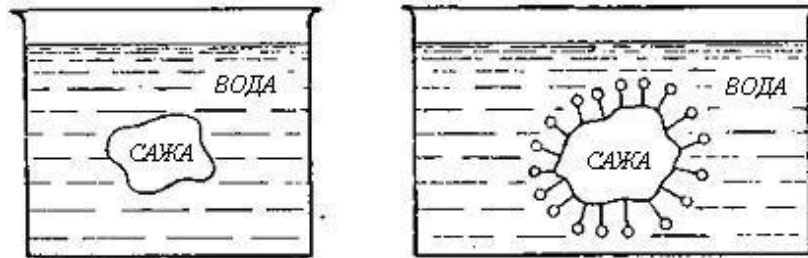
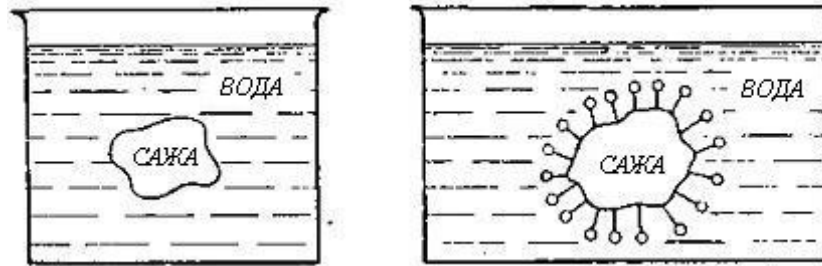


Рис. 2.1. Схема стабілізації суспензій у вуглеводневому середовищі

Стабілізуючи за допомогою ПАВ деякі структуровані пасти, можна зробити їх текучими. Наприклад, пасти Al_2O_3 або цементу у вазеліновій олії - структуровані і крихкі, оскільки поверхня часток полярного порошку погано змочена олією, і сили зчеплення часток нічим не ослаблені. Проте якщо до пасти додати трохи олеїнової кислоти, вона стає пластично-текучою, оскільки олеїнова кислота, адсорбуючись на полярних частках порошку, змінює їх поверхню і робить добре змочуваними вазеліновою олією. Взаємодія між вазеліновою олією і поверхнею часток порошку послабляє дію сил молекулярного зчеплення, екрануючи їх сольватним шаром.

Агрегативно стійкі і нестійкі суспензії проявляють істотні відмінності при утворенні опадів в результаті коагуляції. У агрегативно стійких системах осідання часток відбувається повільно і формується дуже щільний осад. Пояснюється це тим, що поверхневі шари перешкоджають агрегації часток. Ковзаючи один по одному, частки можуть перейти в положення з мінімальною потенційною енергією. У агрегативно нестійкій системі осідання часток відбувається значно швидше внаслідок утворення агрегатів. Проте осад, що утворюється, має набагато більший об'єм, оскільки частки зберігають те випадкове взаємне розташування, в якому вони опинилися при першому ж контакті, сили зчеплення між ними сумірні з їх силою тяжіння або більше її. Дослідження показують, що найбільш вірогідні цепочечні і спіральні первинні агрегати, з яких потім виходять опади великого об'єму.

Відмінності седиментаційних об'ємів агрегативно стійких і нестійких суспензій найчіткіше проявляються при середніх розмірах часток. Великі частки нестійких систем завдяки значній силі тяжіння утворюють щільніший осад, а дуже дрібні частки в стійких системах осідають повільно, і опади виходять надзвичайно рухливими.



Img. 2.1. Scheme stabilize suspensions in hydrocarbon environments

Stabilizing the help of some structured surfactant paste, you can make them mobile. For example, Al_2O_3 or cement paste in vaseline oil - structured and fragile as polar powder particle surface badly soaked with oil, and traction particles does not weakened. However, if you add a little pasta to oleic acid, it becomes plastic and fluid as oleic acid, adsorbuyuchys polar fractions powder, changing their surface and make a well wetted vaseline oil. Interaction between vaseline oil and powder particle surface weakens the effect of molecular adhesion forces, shielding their solvation layer.

Aggregate stable and unstable suspensions exhibit significant differences in the formation of precipitation by coagulation. In a stable system of aggregation of particles sedimentation is slow and very dense precipitate formed. The reason is that the surface layers prevent the aggregation of particles. Sliding one by one, particles can move to the position of minimum potential energy. In an unstable system aggregation settling particles is much faster due to the formation of aggregates. However precipitate formed, has a much larger volume as particles that remain random relative position in which they found themselves at the first contact, adhesion forces between them commensurate with their gravity or over it. Studies show that the most likely chained and primary coil units, from which large amounts of rain out.

Differences sedimentation volume aggregation of stable and unstable suspensions most clearly manifested in the average size of the particles. The large proportion of unstable due to large gravity form a dense sediment, and very small particles in stable systems accumulate slowly and rain out extremely mobile.

Колоїдний захист

Як відомо, типові колоїдні системи дуже чутливі до дії електролітів. Проте при введенні в золь або суспензію певних ВМС і довголанцюгові ПАВ і утворенні на поверхні часток відповідного адсорбційного шару стійкість системи може бути істотно підвищена. Таке явище дістало назву *колоїдного захисту*.

Речовинами, здатними обумовлювати колоїдний захист, є білки, вуглеводи, пектини, а для систем з неводним дисперсійним середовищем - каучук. Часто ці речовини називають *захисними колоїдами*, хоча така назва є неправильною і пояснюється лише історичною традицією. Сучасна назва подібних речовин - стабілізатори.

Колоїдний захист пов'язаний з дією адсорбційно-сольватного чинника. Великого розвитку досягають сольватні шари в результаті адсорбції довголанцюгових ПАВ і ВМС. Великі розміри молекул, що несуть власні сольватні оболонки, створюють на поверхні часток адсорбційно-сольватні шари значної протяжності і щільності, які перекривають не лише першу, але і другу потенційну яму. Стійкість таких сильно ліофілізованих суспензій близька до стійкості ліофільних систем. Наявність таких шарів доводиться електронномікроскопічними знімками. Наприклад, адсорбційні шари метилцелюлози на частках полістиролу мають товщину 70-100 Å.

Численні дослідження властивостей адсорбційно-сольватних шарів, що проводилися Ребіндером і його школою, показали, що ці структури слід розглядати як двовимірні квазікристалічні прошарки, а у разі адсорбції ВМС - як ліофільні плівкові драгли. Такі шари мають опір зрушенню і високу в'язкість і не устигають «видавитися» за короткий час зіткнення часток, утворюючи, таким чином, «структурно-механічний бар'єр», що перешкоджає контакту часток. Ребіндер підкреслював, що разом з цим, для стабілізації важливо, щоб поверхневе натягнення на зовнішній поверхні адсорбційно-сольватного шару було мале і не різко зростало на підступах до частки. Інакше, коагуляція відбувається шляхом зчеплення оболонок.

Colloidal protection

As you know, typical colloidal systems are very sensitive to electrolytes. However, when injected into the sol or suspension of certain long-chain surfactants and their adsorption on the surface of the respective particles adsorbed layer stability of the system can be significantly increased. This phenomenon was called *colloidal protection*.

Substances that can cause the colloidal protection are proteins, carbohydrates, pectin, and for systems with non-aqueous dispersion medium - rubber. Often these substances are called protective colloids, although this name is incorrect and due to the historical tradition. The modern name of these substances - stabilizers.

Colloidal protection associated with the action adsorption-solvate factor. Grand reach of solvation layers as a result of long-chain surfactant adsorption and their adsorption on the surface of the respective particles adsorbed layer stability of the system can be significantly increased. This phenomenon was called *colloidal protection*. The large size of the molecules that carry their solvation shell to create the particle surface adsorption-solvation layers of considerable length and density, which cover not only the first but also the second potential well. The stability of lyophilized much close to the stability of suspensions lyophilic systems. The presence of these layers have electron microscope images. For example, adsorption layers methylcellulose to the polystyrene particles have a thickness of 70-100 Å.

Numerous studies the properties adsorption-solvation layers held Rehinder and his school have shown that these structures should be seen as a two-dimensional layers Quasicrystal and in case of adsorption their adsorption on the surface of the respective particles adsorbed layer stability of the system can be significantly increased. This phenomenon was called *colloidal protection* - as lyophilic film jelly. These layers have resistance and high shear viscosity and do not have time "vydavytysya" in a short time the collision of particles, forming thus "*structural-mechanical barrier*" that prevents contact of the particles. Rehinder emphasized that with this, it is important to stabilize to surface tension on the outer surface adsorption-solvate layer was small and not growing rapidly on the outskirts of the particles. Otherwise, coagulation occurs by coupling shells.

Макромолекули білків і інших полімерів розгортаються в адсорбційному шарі таким чином, що гідрофільні частини звернені до водної частини, утворюючи в ній вільні петлі і складки сегментів ланцюгів. Ще більшу міцність мають змішані плівки, що утворюються при введенні малорозчинних ПАВ в адсорбційний шар желатину. Орієнтація молекул ПАВ полярними групами у бік желатину створює додаткові контакти. Ці плівки представляють великий інтерес як моделі біологічних мембран.

Адсорбційні шари структуруються внаслідок орієнтації молекул і бічної когезії (тяжіння полярних груп, утворення водневих зв'язків і так далі). Міцність полімерних шарів збільшується в часі (на відміну від шарів ПАВ), досягаючи граничного значення лише через декілька годин внаслідок уповільненої дифузії макромолекул і повільної їх орієнтації на межі розділу фаз.

Стабілізація, обумовлена особливими структурно-механічними властивостями адсорбційних шарів, може привести до практично необмеженого підвищення стабільності дисперсних систем аж до повної їх фіксації, утворення суцільних просторових структур - драглів. Таким чином, адсорбційні макромолекулярні шари є дуже сильним чинником стабілізації, забезпечуючи стійкість дисперсних систем навіть при дуже високих концентраціях дисперсної фази.

Разом із структурно-механічними властивостями (висока в'язкість і механічна міцність), стабілізуюча дія цих шарів обумовлена і іншими причинами. Так, в проміжку між двома частками, оточеними адсорбційно-сольватними шарами, відбувається збільшення концентрації, а, отже, виникає осмотичний розклинюючий тиск.

Вплив електричних зарядів на міцність макромолекулярних адсорбційних шарів виявляється складнішим, ніж у разі сольватних шарів, утворених низькомолекулярними ЛГШИ або чистим розчинником. Підвищення заряду (наприклад, в результаті дисоціації іоногенних груп макромолекул), що посилює в усіх випадках гідратацію, разом з цим створює сили відштовхування між макромолекулами, зменшуючи бічну когезію, а, отже, і міцність.

Macromolecules proteins and other polymers are deployed in the adsorbed layer so that the hydrophilic part facing the water part, forming it free loops and folds segments chains. Even greater durability with mixed film formed when administered in soluble surfactants adsorption layer of gelatin. The orientation of the molecules of surfactant polar groups toward gelatin creates additional contacts. These films are of great interest as models of biological membranes.

Adsorption layers are structured due to the orientation of molecules and lateral cohesion (attraction of polar groups, hydrogen bonds, etc.). The strength of the polymer layers increases over time (as opposed to layers PAHs), reaching the limit value in a few hours due to slow diffusion of macromolecules and slow their orientation at the interface.

The stabilization due to specific structural and mechanical properties of adsorption layers can lead to a virtually unlimited increase in stability of disperse systems up to a total fixation, continuous formation of spatial structures - jelly. Thus, macromolecular adsorption layers is very strong factor of stabilization, ensuring stability of disperse systems, even at very high concentrations of the dispersed phase.

Together with structural and mechanical properties (high viscosity and mechanical strength), stabilizing effect of these layers is caused by other reasons. So, in between two particles surrounded adsorption-solvation layers, an increase in concentration, and hence there osmotic disjoining pressure.

Effect of electric charges on the strength of macromolecular adsorption layers is more complicated than in the case of solvation layers formed by low-LIHSY or pure solvent. Increased charge (for example, by ionic dissociation groups of macromolecules) that enhances hydration in all cases, with this creates repulsive force between macromolecules, reducing lateral cohesion and, consequently, the strength.

Встановлено, що міцність адсорбційних шарів желатину виявляється найбільшою в ізоелектричній точці (ІЕТ) (при рН = 4.7). Таким чином, можна свідомо управляти міцністю адсорбційних шарів, а, отже, і стійкістю дисперсних систем, змінюючи рН, концентрацію іонів, вводячи добавки ПАВ, електролітів і так далі.

Нарешті, при зближенні таких часток відбувається різке зниження ентропії внаслідок обмеження свободи руху сегментів ланцюгів, у зв'язку з перекриттям полімерних шарів. Чиннику ентропії стабілізації в сучасних роботах надається велике значення.

Стабілізатори надають золю або суспензії властивості розчину цієї речовини. Наприклад, частинки кварцу або металу, захищеного адсорбційним шаром білку, стійкі, обртимі, і по своїй поведінці не відрізняються від макромолекул білку. У присутності ВМС золи, взагалі невіддатливі концентрації до високого вмісту дисперсної фази, можна випарувати насухо, і потім отриманий сухий залишок можна знову розчинити. Прикладом таких дисперсних систем можуть служити медичні бактерицидні препарати - *протаргол і коларгол* - золі металевого срібла, захищені білками. Вони зберігаються у вигляді щонайтонших порошоків і «розпускаються» у воді. Цікаво, що бактерицидна дія, властива важким металам, не екранується білковою оболонкою.

Електрофоретична рухливість $U_{\text{эф}}$ часток, що адсорбували достатню кількість стабілізатора, зазвичай рівна $U_{\text{эф}}$ молекул полімеру. Нарешті, захищені дисперсії при додаванні електролітів не підкоряються правилу Шульце-Гарди, а поведуться як розчини стабілізатора, причому для виділення дисперсної фази в осад потрібно ту ж кількість електроліту, що і для осадження ВМС. Істотно також, що реагент, здатний осаджувати захисну речовину, осаджує і захищену дисперсію навіть у тому випадку, якщо початковий золь індиферентний до цього реагенту. Так, золі, захищені желатином, втрачають стійкість при додаванні таннідів, що утворюють з желатином нерозчинну сполуку, тоді як незахищені золи не чутливі до дії таннідів.

It was established that the strength of adsorption layers of gelatin is most in isoelectric point (YЭT) (pH = 4.7). Thus, we can consciously control the strength of adsorption layers, and, consequently, the stability of disperse systems, changing the pH, ion concentration, introducing additives surfactants, electrolytes, and so on.

Finally, the approach of these particles is a sharp decrease in entropy due to restrictions on freedom of movement chain segments, due to the overlapping polymer layers. Entropy factor of stabilization in the current work is of great importance.

Stabilizers provide sol solution or suspension properties of the substance. For example, particles of quartz or metal adsorption layer protein secure, stable, reversible, and by their behavior does not differ from the protein macromolecules. In the presence of Navy ash concentration generally intractable to the high content of dispersed phase can be evaporated to dryness, and then the resulting dry residue can be dissolved again. Examples of such dispersed systems may serve as medical antibacterial drugs - Protargolum and collargol - metallic silver ash protected proteins. They are stored in the form of powders schonaytonshyh and "dissolved" in the water. Interestingly, the bactericidal effect inherent heavy metals are not screened protein shell.

Electrophoretic mobility Uэф particles adsorbuvaly sufficient amount of stabilizer, usually equal Uэф molecules. Finally, by dispersion by adding electrolytes do not obey the rule Schulze-Hardy, and behave as stabilizer solutions, and to highlight the dispersed phase precipitated need the same amount of electrolyte and deposition Navy. It is essential also that the reagent capable besiege protective substance sedimented dispersion and secure even if the initial sol indifferent to this reagent. Yes, ash, by gelatin lose stability when added tannidiv forming insoluble compounds with gelatin, while unprotected ash is not sensitive to tannidiv.

Для характеристики захисної дії різних ВМС Зігмонді запропонував так зване *золоте число*.

Під *золотим числом* мають на увазі число мг ВМС, яке необхідно додати до 10 мл червоного золю золота для того, щоб запобігти його коагуляції при введенні в систему 1 мл 10 %-го розчину NaCl.

Для визначення захисної дії ВМС замість золю золота використовують також золі срібла, гідроксиду заліза, барвника конго-рубін і інші. В цьому випадку говорять про *срібний, залізний, рубіновий* і інших числах. Чим більше золоте число, тим менше захисна дія стабілізатора (таблиця. 2.1).

Таблиця 2.1. Золоте, рубінове і залізне числа для різних ВМС

Стабілізатор	Число		
	золоте	рубінове	залізне
Желатин	0.008	2.5	5
Гемоглобін	0.05	0.8	1.6
Казеїн	0.01	0.4	0.8
Яєчний альбумін	0.15	2.0	15
Крохмаль	25	20	-
Олеат натрію	0.4-0.1	-	-

Іноді введення в систему дуже малих кількостей ВМС, недостатніх для забезпечення захисної дії, призводить не до захисту, а до флокуляції (особливий вид коагуляції, що супроводжується утворенням великих рихлих пластівців дисперсної фази), тобто поріг коагуляції виявляється нижче, ніж для початкового золю. Це явище називається *сенсibiliзацією*.

Можливі два механізми астабілізуючої дії ВМС : нейтралізація поверхневого заряду частки протилежно зарядженим макроіоном і одночасна адсорбція макроіона або молекули на декількох частках. При останньому механізмі молекула (макроіон) ВМС є як би містком між частками, зв'язуючи їх один з одним. Містковим механізмом, наприклад, пояснюється агрегація еритроцитів в крові.

To characterize the protective effect of various Navy Zsigmondy proposed the so-called golden number.

Golden number mean number of mg Navy, which must be added to 10 ml of red gold sol in order to prevent its coagulation when injected in 1 ml of 10% solution of NaCl.

To determine the protective effect of the Navy instead of gold sol used as ash silver, iron hydroxide, dye-Congo ruby and others. In this case we speak of silver, iron, ruby and other numbers. The more gold number, the less protective effect of the stabilizer (Table. 2.1).

Table 2.1. Gold, ruby and iron among different Navy

Stabilizer	Number		
	gold	ruby	iron
Gelatin	0.008	2.5	5
Hemoglobin	0.05	0.8	1.6
Casein	0.01	0.4	0.8
Ovalbumin	0.15	2.0	15
Starch	25	20	-
Sodium oleate	0.4-0.1	-	-

Sometimes introduction to very small amounts Navy insufficient for defensive action does not lead to protection and to flocculation (a special kind of coagulation accompanied by the formation of large loose flakes dispersed phase), ie coagulation threshold is lower than the initial sol. This phenomenon is called *sensitization*.

There are two mechanisms of action astabilizuyuchoyi Navy: surface charge neutralization of oppositely charged particles makroionom and simultaneous adsorption makroiona or molecules in several parts. In the latter mechanism molecule (makroion) Navy is like a bridge between particles, binding them together. Bridging mechanism, for example, due to aggregation of red blood cells.

Явище сенсibiliзації, завдяки порівняльній дешевизні флокулянтів широко використовується для осадження суспензій і золів різної природи в процесах водоочистки, освітлення розчинів, закріплення ґрунтів, управління структуроутворенням ґрунтів.

Флокулянти підрозділяють на природні і синтетичні; неорганічні і органічні; іоногені і неіоногені. З неорганічних флокулянтів застосовується активна кремнієва кислота. До природних органічних флокулянтам відносяться крохмаль, карбоксиметилцелюлоза та ін. Найбільше застосування отримав поліакриламід, що випускається промисловістю, має молярну масу близько 106 і що добре розчиняється у воді. У процесах водоочистки найчастіше використовують полівініловий спирт. В якості катіонних флокулянтів використовують четвертинні амонієві солі на основі полістиролу і полівінілтолуолу.

Застосування суспензій

Суспензії мають виключно велике значення в природі і техніці, що далеко перевершує значення типових золів з твердою дисперсною фазою. До суспензій при достатньому змісті вологи відносяться ґрунти і ґрунти; річкова, морська і озерна вода; глиняне тісто, використовуване в керамічному виробництві; цементні і вапняні розчини, вживані у будівельній справі. Суспензіями є суспензії пігментів в органічних середовищах, що застосовуються в якості масляних фарб і кольорових лаків, суспензії графіту і вугілля, використовувані для створення центрів кристалізації з метою відвертання утворення накипу в котлах і так далі. У хімічній промисловості з суспензіями доводиться зустрічатися при отриманні солей в мікрокристалічному виді, при виробництві каталізаторів і добрив.

У інституті біохімічної фізики РАН було запропоновано використати для очищення крові високодисперсні магнітні сорбенти. Кров пропускають через намагнічені суспензії. В результаті з неї виділяються як високомолекулярні сполуки, наприклад міоглобін, так і низькомолекулярні - барбітурати.

The phenomenon of sensitization due to the comparative cheapness flocculants are widely used for the deposition of suspensions and sols of different nature in the process of purification, illumination solutions, grouting, soil management structure formation.

Flocculants are divided into natural and synthetic; inorganic and organic; ionoheni and neionoheni. With inorganic flocculants used active silicic acid. The natural organic flocculants include starch, carboxymethyl cellulose and others. Most applications received polyacrylamide manufactured industry is the molar mass of about 106 and is easily soluble in water. In water treatment processes often use polyvinyl alcohol. As cationic flocculants used quaternary ammonium salts based on polystyrene and poliviniltoluolu.

The use of suspensions

Suspensions are of great importance in nature and technology that far surpasses the typical value sols with a solid dispersed phase. By suspensions with sufficient moisture content include demolition and soil; river, sea and lake water; clay dough used in the ceramic industry; cement and mortar, used in the construction business. The suspension is a suspension of pigments in organic media used as oil paints and colored lacquer, graphite and coal slurry used to create centers of crystallization for the purpose of diversion scaling in boilers and so on. In the chemical industry of the suspensions encountered in obtaining salt in microcrystalline form, in the manufacture of catalysts and fertilizers.

The Institute of Biochemical Physics RAS was proposed to be used for blood purification of Highly magnetic sorbents. The blood is passed through a magnetic suspension. As a result of it out as high molecular weight compounds such as myoglobin and low - barbiturates.

Суспензії наноалмазів використовують для вирощування алмазних ниток, діаметр яких може досягати декількох нм. Після видалення води виходить алмазна «повсть», використовувана в мікроелектроніці. Теплопровідність такого матеріалу в 60-100 разів більша, ніж у основного матеріалу мікроелектроніки - кремнію. Алмазна «повсть» незамінна як наповнювач для виготовлення конструкційних елементів мікросхем, від яких необхідно відводити велику кількість тепла. Суспензії у величезних кількостях використовують при збагаченні сировини - флотація, гідравлічна класифікація. Водно-вугільні суспензії є ідеальним об'єктом з точки зору транспортування органічного палива. В порівнянні з кусковим вугіллям суспензії легко перекачуються на досить великі відстані, перевозяться наливними судами. При цьому час навантажувально-розвантажувальних робіт скорочується в десятки разів. Використання водно-вугільних суспензій дозволяє скоротити витрати на приготування палива і його транспортування в порівнянні із звичайним вугіллям в 1.5- 4 рази. Глибина згорання водно-вугільного палива дозволяє скоротити викиди в атмосферу чадного газу і оксидів азоту в 4-20 разів. Енергетичні характеристики водно-вугільних суспензій або аналогічні звичайному вугільному паливу, або перевершують їх завдяки виникненню ефекту низькоенергетичного розкладання води з подальшим згоранням продуктів і виділенням додаткової теплової енергії. Отримання матеріалів із заданими властивостями у багатьох випадках включає в якості технологічних процесів утворення часток дисперсної фази і їх коагуляцію в рідкому дисперсійному середовищі. З іншого боку, коагуляція і осадження суспензій є одним з етапів процесу водоочистки; це відноситься не лише до шкідливих побутових суспензій і відходів різних технологічних процесів, але і до спеціально отримуваних золів гідроксидів металів, які вводяться у воду для уловлювання домішок ПАР і іонів важких металів. Методи управління цими процесами ґрунтовані на застосуванні до конкретних систем загальних закономірностей добування і руйнування дисперсних систем, у поєднанні з вивченням їх специфічних властивостей, особливо здібності до формування просторових дисперсних структур з характерними механічними властивостями.

Suspensions nanodiamonds used for growing diamond filaments whose diameter can reach several nanometers. After removing the water comes out diamond "felt" used in microelectronics. The thermal conductivity of the material is 60-100 times higher than in microelectronics basic material - silicon. Diamond "felt" irreplaceable as a filler for the manufacture of structural elements circuits, from which it is necessary to devote a lot of heat. Suspensions in huge amounts of raw materials used in enrichment - flotation, hydraulic classification. Water coal slurry is a perfect object in terms of transportation of fossil fuels. Compared with lump coal slurry easily pumped at a greater distance transported liquid bulk vessels. At the same time handling is reduced tenfold. The use of water-coal suspensions can reduce the cost of cooking fuel and transportation compared to conventional coal 1.5- to 4-fold. The depth of the water and the combustion of coal reduces emissions of carbon monoxide and nitrogen oxides in 4-20 times. Energy characteristics of coal-water slurries or similar conventional coal fuel or surpass them due to the emergence of low-effect decomposition of water, followed by combustion products and release more heat.

Getting materials with desired properties in many cases includes processes as the formation of particles of the dispersed phase and their coagulation liquid dispersion medium. On the other hand, coagulation and sedimentation of suspensions is one of the stages of water treatment process; This applies not only to household hazardous waste tankers and different processes, but also to specifically obtained sols metal hydroxides, which are introduced into the water to trap impurities NAC and heavy metal ions. Methods of managing these processes primed for application to specific systems common patterns extraction and destruction of disperse systems, combined with the study of specific properties, especially the ability to form dispersed spatial structures with characteristic mechanical properties.

2.2 ЕМУЛЬСІЇ

Емульсії - це вільнодисперсні системи, в яких середовище і фаза є рідинами. Обидві рідини, що утворюють емульсію, мають бути нерозчинними або мало розчинними один в одному, і в системі має бути присутнім стабілізатор (емульгатор). Емульсії тим седиментаційний стійкіше, чим ближче щільність обох фаз.

Від типових ліофобних емульсій слід відрізнити так звані критичні - ліофільні емульсії. *Критичні емульсії* - це системи, що утворюються зазвичай з двох рідин (наприклад, аніліну і води, ізоамілового спирту і води), що обмежено змішуються, при температурах, дуже близьких до критичної температури змішення, коли поверхневе натягнення на межі двох фаз стає дуже малим (близько 10^{-5} Н/м), і теплового руху молекул вже вистачає для диспергування однієї рідини в іншій. В результаті такого мимовільного диспергування утворюється щонайтонша емульсія, в якій коалесценція окремих крапельок урівноважується прагненням обох рідин рівномірно розподілитися в об'ємі.

Всяка критична емульсія є термодинамічно стійкою системою, для існування якої не потрібно емульгатор. Іншим відмітними властивостями критичної емульсії є можливість існування її лише в дуже вузькому температурному інтервалі і непостійність часток дисперсної фази: крапельки критичної емульсії увесь час утворюються в системі і негайно ж зникають, нагадуючи в цьому відношенні асоціати, що утворюються в рідині в результаті флуктуації її щільності.

Класифікація і властивості емульсій

Звичайні ліофобні емульсії класифікують або по полярності дисперсної фази і дисперсійного середовища, або по концентрації дисперсної фази в системі.

Згідно першої класифікації розрізняють:

2.2 EMULSIONS

Emulsions - a vlnodispersni systems in which environment and phase are liquids. Both liquid forming emulsion should be insoluble or slightly soluble in each other and in the system must be present stabilizer (emulsifier). Emulsions by sedimentation stable, the closer the density of both phases.

From typical lyophobic emulsions should distinguish so-called critical – *lyophilic emulsions*. Critical emulsion - a system that is usually formed of two liquids (such as aniline and water, isoamyl alcohol and water) that partially miscible at temperatures very close to the critical temperature mixing when the surface tension at the boundary between two phases is very small (about 10.5 N / m) and the thermal motion of the molecules have enough dispersion of one liquid in another. As a result of spontaneous dispersion formed schonaytonsha emulsion in which individual droplets coalescence is balanced by the desire of both liquids evenly distributed in the bulk.

Any critical emulsion is thermodynamically stable system, the existence of which is not required emulsifier. Another distinctive properties of the emulsion is critical possibility of it only in a very narrow temperature range and variability of the dispersed phase particles, droplets critical emulsion formed all the time in the system and immediately disappear, recalling in this regard assotsiaty formed in the fluid as a result of fluctuations of density.

Classification and properties of emulsions

Conventional emulsion lyophobic classified or polarity of the dispersed phase and dispersion medium, or the concentration of the dispersed phase in the system.

According to the first classification distinguished:

1. *Емульсії 1-го роду (прямі) - крапельки органічної рідини(олії) розподілені у водному середовищі. Такі емульсії означають як О/В.*
2. *Емульсії 2-го роду (зворотні) - крапельки води диспергують в органічній рідині. Це емульсії типу В/О.*
3. *Множинні емульсії - дисперсна фаза містить крапельки дисперсійного середовища. Множинні емульсії виникають в проміжній області об'ємних співвідношень, коли ніякий тип емульсії не є переважним, і система в рівній мірі здатна утворювати прямі і зворотні емульсії. Такі складніші системи означають як М/В/М або В/М/В. Відомі також п'ятикратні емульсії типу М/В/М/В/М.*

По концентрації емульсії підрозділяють на розбавлені, концентровані і висококонцентровані.

Розбавлені емульсії містять до 0.1 об'ємного % дисперсної фази. Типовим прикладом таких систем може служити емульсія машинної олії в конденсаті(пряма емульсія), що утворюється при роботі парових машин.

Відмітною особливістю розбавлених емульсій є малий розмір крапель(порядку 10^{-7} м), який близький до розміру колоїдних часток. Крім того, можливе існування таких систем без введення в систему емульгатора. Проте, частки цих емульсій виявляють електрофоретичну рухливість і, отже, несуть електричний заряд. Заряд виникає на частках дисперсної фази таких емульсій в результаті адсорбції неорганічних іонів, які можуть бути присутніми в середовищі в незначних кількостях. Розрахунок електростатичних сил відштовхування показує, що вони малі в порівнянні з твердими частками. Це пояснюється, передусім, тим, що поверхневий заряд розподілений дифузно в обох рідких фазах, і лише частина міжфазного стрибка потенціалу доводиться на дисперсійне середовище, що сильно знижує висоту потенційного бар'єру, який виникає в ній.

Розбавлені емульсії за своїми властивостями найбільш схожі з гідрофобними золями. Вони підкоряються правилу Шульце-Гарди, багатозарядні іони змінюють знак заряду часток, для них існує критичне значення електрокінетичного потенціалу.

1. *Emulsions 1st kind* (direct) - droplets of organic liquid (oil) distributed in the aquatic environment. These emulsions are mean O / B.
2. *Emulsions 2nd kind* (rear) - water droplets dispersed in an organic liquid. This type of emulsion W / O.
3. *Multiple emulsions* - containing droplets of dispersed phase dispersion medium. Multiple emulsions occur in the intermediate region volume ratio when no type emulsion is not preferred, and the system is equally capable of forming direct and inverse emulsion. These complex systems mean as M / V / M or B / M / B. There were also five times the emulsion type M / A / N / A / M.

The concentration of the emulsion is divided into diluted, concentrated and highly concentrated.

Diluted emulsions containing up to 0.1% by volume of the dispersed phase. A typical example of such systems can serve as an emulsion of machine oil in the condensate (direct emulsion), which is formed when working steam engines.

A distinctive feature of the diluted emulsion droplet size is small (about 10^{-7} m), which is close to the size of colloidal particles. In addition, the possible existence of such systems without typing in the emulsifier. However, the proportion of these emulsions exhibit electrophoretic mobility and therefore carry an electrical charge. The charge arises on fractions of the dispersed phase of emulsions by adsorption of inorganic ions that may be present in the environment in small quantities. Calculation of electrostatic repulsion forces shows that they are small compared with the solid particles. This is due primarily to the fact that the surface charge is distributed diffusely in both liquid phases, and only part of the interfacial potential jump occurs at a dispersion medium, which greatly reduces the height of the potential barrier that occurs in it.

Diluted emulsion with properties similar to most hydrophobic zolyamy. They are subject Schulze-Hardy rule, multiply charged ions change the sign of the charge particles, for them there is critical electrokinetic potential.

Агрегативної стійкості розбавлених емульсій сприяє також надзвичайно мала часткова концентрація цих систем, що обумовлює дуже рідкісні зіткнення крапельок. Проте при зіткненні відбувається повне і легке їх злиття - *коалесценція*. Тому розбавлені емульсії з незахищеними крапельками можуть існувати в метастабільному стані лише в дуже сприятливих умовах.

Концентровані емульсії містять до 74 об'ємних % дисперсної фази. Цю концентрацію вказують як максимальну тому, що вона у разі монодисперсної емульсії відповідає максимально можливому об'ємному змісту недеформованих сферичних крапель незалежно від їх розміру. Для полідисперсних емульсій вказана межа є умовною, оскільки в цих емульсіях маленькі крапельки можуть розташовуватися між великими.

Т.я. концентровані емульсії отримують в основному диспергаційними методами, то розмір їх крапельок порівняно великий і складає від 10^{-6} м і вище(тому їх відносять до мікрогетерогенних систем). Такі крапельки добре видно в звичайний мікроскоп, вони здійснюють броунівський рух тим інтенсивніше, чим менше їх розмір. Концентровані емульсії легко седиментують, причому седиментація відбувається тим швидше, чим більше різниці щільності рідин, що утворюють емульсію. Якщо дисперсна фаза має меншу щільність, ніж середовище, то спостерігається спливання крапель дисперсної фази(утворюються так звані вершки). Концентровані емульсії агрегативно нестійкі, вони не можуть існувати без присутності в системі емульгатора.

Висококонцентровані або желатинові емульсії містять понад 74 об'ємних % дисперсної фази. Їх відмітною здатністю є деформація крапельок дисперсної фази, внаслідок чого вони набувають форми многогранників, розділених тонкими плівками - прошарками дисперсійного середовища. Такі емульсії при розгляді в мікроскоп схожі на стільники(рис. 2.2).

Aggregative stability of dilute emulsions also contributes to extremely low concentrations part of these systems, which causes a rare collision of droplets. However, the collision is complete and easy to merge them - coalescence. Therefore, diluted emulsion droplets can be protected in a metastable state only in very favorable conditions.

Concentrated emulsions containing up to 74% by volume of the dispersed phase. This indicates a maximum concentration that is if monodisperse emulsion meets the highest possible volume content deformed spherical drops, regardless of size. For polydisperse emulsions specified limit is arbitrary, since these emulsions small droplets can be placed between large.

Concentrated emulsions are mainly dispersed by methods, the size of droplets of relatively large, ranging from 10^{-6} m and above (as they are referred to microheterogeneous systems). These droplets can be clearly seen in conventional microscope, they exercise more intense Brownian motion, the smaller size. Concentrated emulsions easily sediment, and sedimentation occurs more rapidly, the more difference in the density of liquids that form an emulsion. If the dispersed phase is less dense than the environment, the observed floating droplets of the dispersed phase (the so-called cream form). The concentrated emulsion aggregation unstable, they can not exist without the presence of an emulsifier system.

Highly or gelatin emulsion containing more than 74% by volume of the dispersed phase. Their distinctive ability is deformation droplets dispersed phase, so that they take the form of polyhedrons separated by thin films - layers of the dispersion medium. Such an emulsion when considering the microscope like cells (Img. 2.2).

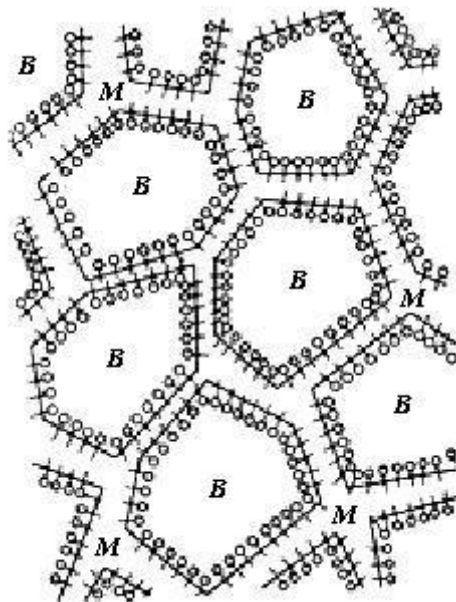
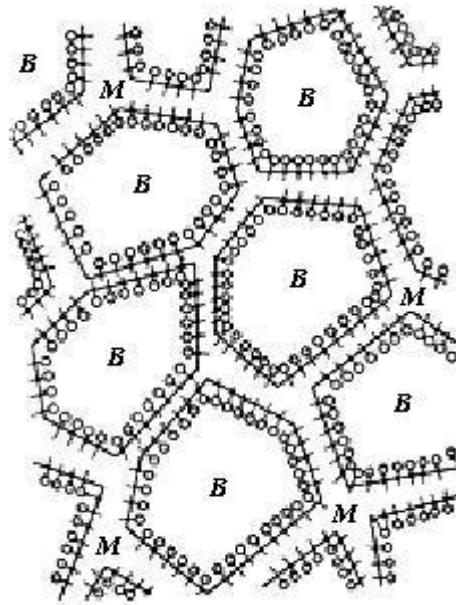


Рис. 2.2. Будова висококонцентрованої емульсії В/О

Мінімальна товщина прошарків складає близько 100 \AA . При подальшому потоншенні плівки розриваються і система руйнується в процесі коалесценції. Внаслідок щільної упаковки крапельок висококонцентровані емульсії не здатні до седиментації і мають механічні властивості, схожі з властивостями драглів. Тому їх називають желатиновими. Природно, що особливі механічні властивості висококонцентрованих емульсій проявляються тим більшою мірою, чим вище їх концентрація. Так рухливість емульсії О/В зі змістом дисперсної фази, що трохи перевищує 74 об'ємних %, ще досить висока. Емульсії ж, що містять 95% вуглеводню, мають вже властивості, подібні до властивостей драглю, наприклад, їх можна різати ножем.

Висококонцентровані емульсії можна отримати з дуже високим вмістом дисперсної фази. Наприклад, емульгуючи бензол в 1%-му розчині олеату натрію, вдається отримати емульсію, що містить понад 99% дисперсної фази. Висококонцентровані емульсії, в яких досягнута максимально можлива концентрація дисперсної фази, називають *граничними або гранично концентрованими*.

Прикладами висококонцентрованих емульсій є вершкове масло, маргарин, консистентні мастила, бітуми, широко вживані для гудрировання доріг, емульсивні фарби та ін.



Img. 2.2. The construction quality, highly emulsion W / O

The minimum thickness of the layers is about 100 \AA . With further thinning of the film are broken and the system collapses during coalescence. Due to the dense packing of droplets of highly concentrated emulsions are not capable of sedimentation and have mechanical properties similar to the properties of jelly. Therefore they are called gelatin. Naturally, the specific mechanical properties of highly concentrated emulsions occur to a greater extent, the higher concentration. So mobility emulsion O / B with the content of the dispersed phase, which is slightly higher than 74% by volume, is still quite high. Emulsions also containing 95% hydrocarbon should have properties similar to those of jelly, for example, can be cut with a knife.

Highly concentrated emulsions can be obtained with very high content of dispersed phase. For example, benzene emulsifying a 1% solution of sodium oleate, unable to emulsion containing more than 99% of the dispersed phase. Highly concentrated emulsions, which achieved the maximum possible concentration of the dispersed phase, called *marginal or very concentrated*.

Examples of highly concentrated emulsions are butter, margarine, grease, bitumen, widely used for hudryrovannya roads, emulsion paints, etc.

Методи встановлення типу емульсії

Метод розбавлення фаз. Невелику порцію емульсії змішують з водою. Якщо емульсія рівномірно розподіляється за усім обсягом води, то, отже, вода - дисперсійне середовище і ця емульсія є прямою(O/V). Якщо ж випробовувана емульсія з водою не змішується, а змішується з олією, то це - зворотна емульсія(V/O).

По розчинності барвника. Невеликий об'єм емульсії змішують з барвником, розчинним тільки в одній з рідин, наприклад, з барвником судан III, розчинним тільки у вуглеводнях. Після цього емульсію розглядають в мікроскоп. Якщо на незабарвленому фоні спостерігаються забарвлені крапельки, то ця емульсія - першого роду(O/V). Якщо, навпаки, фон виявиться забарвленим, а крапельки - ні, то ця емульсія має тип V/O.

По змочуванню поверхні. Емульсії першого роду змочують гідрофільні поверхні - крапля емульсії розтікається по поверхні скла і не розтікається по поверхні парафіну; емульсії другого роду змочують гідрофобні поверхні - крапля емульсії розтікається по поверхні парафіну і не розтікається по поверхні скла.

Метод флуоресценції. Емульсії типу V/O під дією ультрафіолетового випромінювання можуть набувати видимого в темній камері забарвлення. Емульсії типу O/V зазвичай не флуоресціюють. Застосовність методу обмежена низькими і середніми концентраціями дисперсної фази.

Кондуктометричний метод. Електропровідність прямої емульсії близька до електропровідності води. Для зворотних емульсій її значення на декілька порядків нижче(зазвичай не менше чим в 10⁴ раз). Метод не завжди застосований до концентрованих емульсій.

Змочування фільтрувального паперу. Якщо при нанесенні краплі емульсії на фільтр рідина швидко поширюється по поверхні, залишаючи в центрі невелику краплю, то у більшості випадків це означає, що дисперсійним середовищем є вода. Метод має обмежене застосування.

Methods of emulsion type

Dilution method phases. A small portion of the emulsion is mixed with water. If the emulsion is uniformly distributed on the whole volume of water is therefore water - dispersion medium and this is a direct emulsion (O / B). If subjects emulsion with water is not mixed and mixed with oil, it is - an inverse emulsion (W / O).

For the solubility of the dye. A small amount of emulsion mixed with dye soluble only in one of the fluids, such as dye Sudan III, soluble only in hydrocarbons. Then emulsion view through a microscope. If there are colored background colored drops, this emulsion - the first type (O / B). If, on the contrary, the background will be colored and drops - no, this is the type of emulsion W / O.

By wetting the surface. Emulsions first kind wetted hydrophilic surface - a drop of emulsion spreads over the surface of the glass and not spread out over the surface of wax; emulsions second kind moisten hydrophobic surface - a drop of emulsion spreads over the surface of the wax and not spread out over the surface of the glass.

Fluorescence method. Emulsion / O by ultraviolet radiation can acquire visible in a dark cell color. Emulsion type O / A is usually not fluorescing. The applicability of the method is limited to low and medium concentrations of the dispersed phase.

Conductometric method. Electrical conductivity direct emulsion close to the conductivity of water. For inverse emulsions its value several orders of magnitude lower (usually not less than 10^4 times). The method is not always applicable to concentrated emulsions.

Wetting of filter paper. If the application drops filter liquid emulsion spreads rapidly over the surface, leaving a small drop in the center, in most cases, this means that the dispersion medium is water. The method has limited use.

Агрегативна стійкість емульсій

Емульсії, як і усі мікрогетерогенні системи, агрегативно нестійкі із-за надлишку вільної енергії на міжфазній поверхні. Їх агрегативна нестійкість проявляється в мимовільному злитті крапельок один з одним. У межі це може призводити до повного руйнування емульсії і розділенні її на два шари. Агрегативну стійкість емульсій характеризують або швидкістю розшаровування, або тривалістю існування (часом життя) окремих крапельок в контакті один з одним або з міжфазною поверхнею. По першому методу знаходять об'єм дисперсної фази(чи середовища), що відшарувалася за певний момент часу. Таким чином, можна отримати кінетичну криву, що характеризує стійкість емульсії.

Якщо кількість фази, що виділилася, пропорційна часу, то стійкість емульсії можна охарактеризувати також часом її існування $t = H/U$, де H - висота стовпа емульсії, U - швидкість виділення фази.

На агрегативну стійкість емульсії найсильніше впливають природа і вміст в системі емульгатора. З термодинамічної точки зору емульгатор, адсорбуючись на міжфазній межі, знижує міжфазний натяг (σ). Застосування ПАР в деяких випадках знижує величину σ настільки, що відбувається мимовільне диспергування з одержанням істинно ліофільних нескінченно стійких емульсій. До них відносяться, наприклад, емульсори (мастильно-охолоджувальні емульсії), а також критичні емульсії. При утворенні критичних емульсій пограничне значення натягу настільки мало(менше 10^{-4} Н/м), що воно повністю компенсується чинником ентропії. Орієнтування ПАР в емульсіях дотримується правила зрівнювання полярностей Ребіндера : полярні групи ПАР звернені до полярної фази, а неполярні радикали - до неполярної фази.

Окрім адсорбційно-сольватного чинника агрегативної стійкості при стабілізації емульсій проявляється також дія електростатичного чинника, оскільки частенько емульгатори мають іонну будову(олеат натрію). Виникаючий енергетичний бар'єр сприяє появі сил відштовхування між крапельками, що зближуються, і перешкоджає коалесценції. Підвищення у відомих межах концентрації емульгатора в системі сприяє збільшенню стійкості емульсії.

Aggregate stability of emulsions

Emulsions, like all microheterogeneous systems, aggregation unstable because of the excess free energy at the interface surface. Their aggregate instability manifests itself in spontaneous confluence of droplets with each other. In the limit it can lead to the complete destruction of the emulsion and its separation into two layers. Aggregate stability of emulsions characterize or separation rate, or duration of existence (lifetime) individual droplets in contact with each other or with interphase. In the first method is the volume of the dispersed phase (or environment) that exfoliated at a time. So, you can get the kinetic curve characterizing the stability of the emulsion.

If the number of phase released is proportional to the time, the stability of the emulsion can be described as time of its existence $t = H / U$, where H - height column emulsions, U - speed selection phase.

In aggregative stability of emulsions strongest influence the nature and content of the emulsifier system. From the thermodynamic point emulsifier, adsorbuyuchys on Interface reduces interfacial tension (σ). The use of surfactants in some cases reduces the value of σ so that is spontaneous dispersion to form a truly lyophilic infinitely stable emulsions. These include, for example, emulsory (lubricating emulsion) and critical emulsion. The formation of emulsions critical boundary tension value is so small (less than 10^{-4} N / m), it is fully offset by a factor of entropy. Orientation surfactants in emulsions follows rules equalization polarities Rebinder: NAC polar groups facing the polar phase and non-polar radicals - to non-polar phase.

In addition adsorbtsionno-solvate aggregative stability factor in stabilizing emulsions is also evident effect of electrostatic factor, as often with ionic emulsifiers structure (sodium oleate). Emerging energy barrier contributes to the appearance repulsive forces between the droplets that converge and prevent coalescence. Increasing concentrations within certain limits emulsifier system increases the stability of the emulsion.

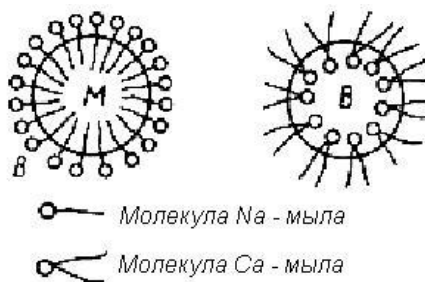
Властивості емульгаторів. Гідрофільно-ліпофільний баланс

Природа емульгатора визначає не лише стійкість, але і тип емульсії, що утворюється. Досвід показує, що водорозчинні емульгатори краще стабілізують прямі емульсії, а маслорозчинні емульгатори - зворотні емульсії (*правило Банкрофта*). Це цілком зрозуміло, оскільки емульгатор перешкоджає злиттю крапельок тільки тоді, коли він знаходиться у поверхні із зовнішнього боку крапельки, тобто краще розчиняється в дисперсійному середовищі.

В якості емульгаторів можуть застосовуватися найрізноманітніші за природою речовини: ПАР, молекули яких містять іоногенні полярні групи(мила), неіоногенні ПАР, високомолекулярні з'єднання(ВМС). Здатність, що емульгує, мають також порошки. Стабілізація емульсій за допомогою неорганічних електролітів неможлива внаслідок недостатньої адсорбції їх іонів на міжфазній межі М/В.

Дослідженню механізму дії емульгаторів присвячена велика кількість робіт, проте питання це ще далеке від остаточного рішення.

Здатність емульгатора забезпечувати високу стійкість емульсії того або іншого типу визначається будовою молекули ПАР і енергією її взаємодії з полярним або неполярним середовищами. Однією з перших якісних спроб пояснення такої вибірковості стала «теорія клину», згідно якої прямі емульсії олії у воді утворюються при введенні в систему молекул ПАР з сильно гідратованою («великою») полярною групою і помірно розвиненою гідрофобною частиною(наприклад, олеат натрію). Зворотні емульсії, згідно з цими уявленнями, стабілізуються молекулами ПАР із слабо гідратованою полярною групою і сильно розвиненою вуглеводневою частиною, що переважно містить 2-3 вуглеводневі ланцюги(рис. 3.3), як у разі мила багатозарядних іонів(олеат кальцію, алюмінію).



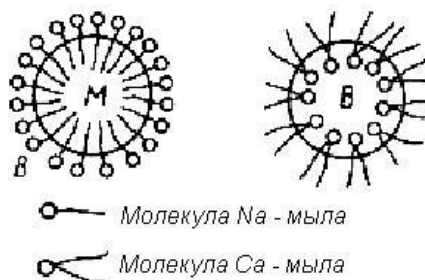
Properties emulsifiers. Hydrophilic-lipophilic balance

Nature emulsifier determines not only stability but also the type of emulsion formed. Experience shows that soluble emulsifiers better stabilize the direct emulsion, emulsifiers and maslorozchynni - inverse emulsion (*Bancroft rule*). This is understandable, as emulsifier prevents droplets merge only if it is in the outside surface of the droplets is more soluble in the dispersion medium.

As emulsifiers can be used for a variety of natural ingredients: NAC whose molecules contain polar groups ionoheni (soap) neionoheni NAC, macromolecular compounds (BMC). The ability that emulsify should also powders. Stabilization of emulsions using inorganic electrolytes impossible due to lack of adsorption of ions on the Interface M / B.

Investigation of the mechanism of action of emulsifiers in a large number of works, but the issue is still far from a final decision.

The ability to provide high emulsifier emulsion stability of a structure is determined by the type of surfactant molecules and the energy of its interaction with polar or non-polar environments. One of the first attempts to explain the quality of such selectivity was "wedge theory" according to which direct oil in water emulsions formed when administered in surfactant molecules with strongly hydrated ("big") and moderately polar group developed hydrophobic part (such as sodium oleate). Inverse emulsion according to these ideas, stabilizing surfactant molecules with poorly hydrated polar groups and highly developed part of the hydrocarbon, preferably containing 2-3 hydrocarbon chains (Img. 3.3), as in the case of soap multiply charged ions (calcium oleate, aluminum).



Коротколанцюгові спирти і жирні кислоти з числом атомів вуглецю в ланцюзі $nC < 8$ не є типовими емульгаторами. Найкращу здатність, що емульгує, мають ПАР з $nC = 10^{-18}$.

З подальшим зростанням ланцюга здатність, що емульгує, слабшає. Ця закономірність призводить до уявлення про деяке оптимальне співвідношення гідрофільних і ліпофільних властивостей дифільних молекул ПАР, необхідних для емульгуючої дії.

Гідрофільні властивості визначаються взаємодією полярної групи з водою, ліпофільні - взаємодією неполярного вуглеводневого радикала з олією. В результаті переважаючої гідрофільності коротколанцюгових ПАР відбувається втягування їх з пограничного шару у водну фазу (рис.3.4 а), тоді як довголанцюгові ПАР втягуються у фазу олії (рис.3.4 б). При повній збалансованості утворюються множинні емульсії. Тому для хорошої дії, що емульгує, потрібна відносна урівноваженість з деяким дисбалансом на користь неполярної або полярної частин (рис.3.4 в).

Подібна роль співвідношення геометричних розмірів полярної групи і вуглеводневої частини молекули ПАР в здатності до стабілізації емульсії того або іншого роду безперечна; в той же час ясно, що така спрощена «геометрична» схема носить дуже спрощений характер.

Енергетичні теорії ґрунтуються на закономірностях, що виражаються правилом Банкрофта і системою ГЛБ. Вони розглядають тип емульсії як результат взаємодії молекул ПАР з рідинами фаз. Серед різних схем кількісного опису здатності ПАР до стабілізації емульсій найбільше поширення отримала напівемпірична характеристика гідрофільно-ліпофільного балансу (ГЛБ) молекул ПАР.

Існує ряд спроб охарактеризувати єдиним числом ГЛБ співвідношення розвиненості полярної і неполярної частин молекул ПАР, зв'язати за допомогою цієї величини властивості молекул ПАР і особливості емульсій, що стабілізуються ними. Використовувалися, наприклад, такі параметри, як число оксиетиленових груп в молекулах неіоногенних ПАР, теплота гідратації полярних груп, хроматографічні характеристики молекул ПАР і тому подібне.

Short-alcohols and fatty acids with carbon atoms in the chain $n_C < 8$ are not typical emulsifiers. The best ability, emulsify, with NAC $n_C = 10^{-18}$.

With further increase circuit capacity, emulsify, weakens. This pattern leads to the idea of some optimal ratio of hydrophilic and lipophilic properties dyfilnyh surfactant molecules necessary for emulhuyuchoyi action.

Hydrophilic properties are determined by the interaction of polar water, lipophilic - non-polar hydrocarbon radical interaction with oil. As a result of the prevailing short-hydrophilic surfactant is their involvement with the boundary layer in the aqueous phase (Img.3.4 a), while long-chain surfactants involved in the oil phase (Img.3.4 b). With the full balance multiple emulsions formed. Therefore, for good actions that emulsify, need relative balance with some imbalance in favor of a non-polar or polar parts (in Img.3.4).

This role ratio of geometric dimensions and polar groups of the hydrocarbon molecules in NAC's ability to stabilize the emulsion of a kind of undeniable; at the same time it is clear that such a simplified "geometric" scheme is very simplistic in nature.

Energy theory based on the laws that rule expressed Bancroft and HLB system. They see the type of emulsion as a result of the interaction of surfactant molecules with liquids phases. Among the various schemes quantitative description of the ability of surfactants to stabilize emulsions most widely used semi-empirical characterization of hydrophilic-lipophilic balance (HLB) of surfactant molecules.

There are a number of attempts to characterize a single number HLB value of development of polar and non-polar parts of surfactant molecules bind with this value properties of surfactant molecules and features emulsions that stabilize them. Used, for example, parameters such as the number of groups in the molecules oksyetylenovyh neionohenyh NAC, the heat of hydration of polar groups chromatographic properties of surfactant molecules and the like.

Значення ГЛБ для молекул ПАР, можуть бути, зокрема, визначені аддитивним складанням емпірично знайдених так званих групових чисел V_i усіх груп, що становлять молекулу :

$$\text{ГЛБ} = \sum V_i + 7 \quad (3.1)$$

Значення групових чисел для деяких радикалів приведені в таблиці 3.2. У таблиці 3.3 дані приклади розрахованих таким чином величин ГЛБ деяких ПАР.

Таблиця 3.2. Значення групових чисел

Група	Групове число	Група	Групове число
$-SO_4Na$	38.7	$-OH$	1.9
$-COOK$	21.1	$-O -$	1.3
$-COONa$	19.1	$-(C_2H_4O) -$	0.33
$\equiv N$	9.4	$-(C_3H_6O) -$	-0.15
$-COOH$	2.1	$=CH -$, $-CH_2 -$, $-CH_3$	-0.475

Таблиця 3.3 Гідрофільно-ліпофільний баланс деяких ПАР

ПАР	ГЛБ
Лаурилсульфат натрію	40
Олеат калію	20
олеат натрію	18
Бутанол	7.0
Моностеарат гліцерину	3.8
Олеїнова кислота	1.0

Слід зазначити, що число ГЛБ відбиває, передусім, співвідношення(різниця) гідрофобності вуглеводневого ланцюга і гідрофільності полярної групи молекул ПАР. Великі значення ГЛБ відповідають гідрофільним ПАР - стабілізаторам прямих емульсій; найвищі - відповідають міцелоутворюючих ПАР. Навпаки, малі значення ГЛБ характерні для олеофільних ПАР - стабілізаторів зворотних емульсій.

HLB value for the surfactant molecules can be, in particular, by additive formulation empirically found the so-called group numbers B_i all groups that make up the molecule:

$$HLB = \sum B_i + 7 \quad (3.1)$$

The value of group numbers for some radicals are shown in Table 3.2. Table 3.3 provide examples designed so HLB values of some surfactants.

Table 3.2. The value of group numbers

Group	Group number	Group	Group number
$-SO_4Na$	38.7	$-OH$	1.9
$-COOK$	21.1	$-O -$	1.3
$-COONa$	19.1	$-(C_2H_4O) -$	0.33
$\equiv N$	9.4	$-(C_3H_6O) -$	-0.15
$-COOH$	2.1	$=CH -$, $-CH_2 -$, $-CH_3$	-0.475

Table 3.3 hydrophilic-lipophilic balance some of NAC

NAC	HLB
Sodium lauryl	40
Potassium oleate	20
Sodium oleate	18
Butanol	7.0
Glycerol monostearate	3.8
Oleic acid	1.0

It should be noted that the number of HLB reflects primarily ratio (difference) hydrocarbon chain hydrophobicity and hydrophilicity of the polar groups of surfactant molecules. Higher values correspond to hydrophilic surfactant HLB - direct emulsion stabilizers; top - meet mitseloutvoryuyuchyh NAC. Conversely, a low value HLB characteristic oleofilnyh NAC - reverse emulsion stabilizers.

Строго в кількісному співвідношенні, але, в той же час складніше для експериментального визначення запропоноване Кругляковим в якості характеристики здатності ПАР, що емульгує, гідрофільно-олеофільне співвідношення (ГОС). Ця величина дорівнює відношенню робіт адсорбції з вуглеводневої W_o і з водної W_v фаз, які дорівнюють зміні стандартних хімічних потенціалів під час переходу молекул ПАР з об'єму відповідної фази в поверхневий шар :

$$W = - \Delta\mu_{o(s)} = \mu_o(s) - \mu_o, \quad (3.2)$$

$$ГОС = \frac{W_o}{W_v}. \quad (3.3)$$

ГОС можна також виразити через одну з цих величин і коефіцієнт розподілу молекул ПАВ між водою і вуглеводневою фазами. Це відповідає згаданому вище правилу Банкрофта.

Для отримання емульсій медичного призначення особливо широко застосовуються оксиетильовані неіоногені ПАР (таблиця.3.4). Речовини типу Плюроник можуть застосовуватися для отримання дисперсій лікарських препаратів, що вводяться в систему кровообігу. Вони були використані для емульгування перфторуглеродів, запропонованих в якості переносників кисню в штучній крові. ПАР типу Твін використовуються найчастіше для отримання лікарських емульсій зовнішнього застосування.

Таблиця 3.4. ГЛБ емульгаторів медичного призначення

Назва ПАВ	Хімічний склад	ГЛБ
Плюроник 68	Сополімер етилен- і пропіленгліколю (80 % оксиетильних ланцюгів, молярна маса пропиленоксида 1750)	29
Плюроник 65	Те ж (50 % оксиетильних ланцюгів, молярна маса пропиленоксида 1750)	17
Плюроник 103	Те ж (30 % оксиетильних ланцюгів, молярна маса пропиленоксида 325050)	9.0
Твін 20	Оксиетильований монолаурат сорбітану(21-27 приєднаних молекул оксиду етилену)	16.7

Strictly in proportion, but at the same time more difficult for experimental determination of the proposed Kruglyakov characteristics as the ability surfactants that emulsify, hydrophilic-oleofilne ratio (GOS). *This value is equal to the work adsorption of hydrocarbon and water* W_0 W_V phases, which are equal to the change of the standard chemical potentials in the transition of surfactant molecules from the bulk of the corresponding phase in the surface layer:

$$W = -\Delta\mu_{0(s)} = \mu_0(s) - \mu_0, \quad (3.2)$$

$$GOS = \frac{W_O}{W_B}.$$

(3.3)

GOS may also be expressed in terms of one of these variables and the distribution ratio of surfactant molecules between water and hydrocarbon phases. This corresponds to the above-mentioned rule Bancroft.

For emulsions medical devices are widely used especially oxyethylated neionoheni NAC (tablytsya.3.4). Substances Plyuronyk type can be used for dispersions of drugs introduced into the circulatory system. They were used for emulsification perfluorocarbons proposed as artificial oxygen carriers in blood. NAC Twin type most commonly used for medicinal emulsions outdoor use.

Table 3.4. HLB emulsifiers Medical Supplies

Name of PAHs	The chemical composition	HLB
Plyuronyk 68	Copolymers of ethylene and propylene glycol (80% oksyetylnyh chains, molar mass propylenoksyda 1750)	29
Plyuronyk 65	The same (50% oksyetylnyh chains, molar mass propylenoksyda 1750)	17
Plyuronyk 103	The same (30% oksyetylnyh chains, molar mass propylenoksyda 325 050)	9.0
Tween 20	Sorbitan monolaurate oxyethylated (21-27 attached molecules of ethylene oxide)	16.7

Твін 60	Оксиетильований моностеарат сорбітану(18-22 приєднаних молекул оксиду етилену)	14.9
Твін 81	Оксиетильований моностеарат сорбітану(5 приєднаних молекул оксиду етилену)	10.0

Цікаві властивості мають природні емульгатори *лецитин і холестерин*. *Лецитин і інші фосфоліпіди - найважливіші складники різних біологічних об'єктів. Лецитин - прекрасний стабілізатор* емульсій О/В. Холестерин стабілізує емульсії В/М. Корран вивчав дію суміші цих речовин, що емульгувала, в системі маслинова олія - вода. Він знайшов, що при відношенні кількості лецитину до холестерину в суміші вище 8 виходять емульсії О/В, а при меншому відношенні - О/М

З інших природних емульгаторів добре вивчені сапоніни і білки - альбумін, казеїн, желатин та ін. Структура захисних шарів тут абсолютно інша в порівнянні з низькомолекулярними ПАР. Якщо у разі низькомолекулярних ПАР молекули адсорбуються на міжфазній межі і утворюють (внаслідок сильної бічної когезії неполярних ланцюгів) структуровані орієнтовані шари, які за механічними властивостями подібні до гелеподібних конденсаційних структур, то у разі ВМС ці шари є тривимірними сітками, розташованими завжди з боку дисперсійного середовища. Сітчасті структури міцні і не руйнуються при розбавленні емульсій і видаленні дисперсійного середовища. Високомолекулярні емульгатори також підкоряються правилу Банкрофта, оскільки тривимірна сітка завжди утворюється з того боку межі розділу, де розчинні ВМС. Структуровані прошарки між краплями концентрованої і висококонцентрованої емульсії надають системі яскраво виражені твердообразні властивості.

Хорошу стабілізуючу здатність мають не лише ПАР, але і тонко подрібнені порошки, що не мають поверхневої активності, наприклад, крейда, глина, сажа, гіпс та ін. В результаті адгезійної взаємодії частки порошку збираються на міжфазній поверхні, утворюючи міцну просторову коагуляційну структуру, що перешкоджає коалесценції.

Tween 60	Oxyethylated sorbitan monostearate (18-22 attached molecules of ethylene oxide)	14.9
Tween 81	Oxyethylated sorbitan monostearate (5 attached molecules of ethylene oxide)	10.0

Interesting properties have natural lecithin and cholesterol. Lecithin and other phospholipids - the most important components of various biological objects. Lecithin - an excellent stabilizer emulsion O / B. Cholesterol stabilizes the emulsion / m. Correns studied the effect of mixtures of these substances emulhuvala, the system olive oil - water. He found that when the quantity of lecithin to cholesterol mixture above 8 obtained emulsion O / B, and with less respect - O / M

With other natural emulsifiers well studied saponins and proteins - albumin, casein, gelatin and others. The structure of the protective layer is completely different compared to low molecular weight surfactants. If in the case of low surfactant molecules adsorbed on Interface and form (as a result of strong cohesion nonpolar side chains) oriented structured layers that the mechanical properties like gel-like structures condensation, the Navy when these layers are three-dimensional grids, always arranged by the dispersion medium . Meshwork strong and do not break down at a dilution of emulsions and removing the dispersion medium. High-emulsifiers also obey the rule Bancroft as a three-dimensional grid is always formed on the side of the interface, where soluble Navy. Structured layers between drops of concentrated emulsions and provide quality, highly pronounced tverdoobrazni System properties.

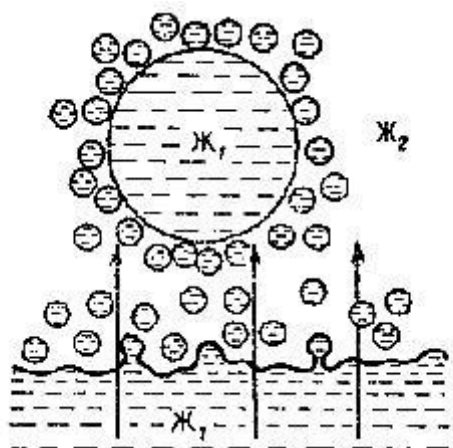
Good stabilizing ability have not only NAC but also finely ground powder with no surface activity, such as chalk, clay, soot, gypsum and others. As a result of the interaction of adhesive powder particles collected on the interfacial surface, forming a strong spatial structure coagulation, preventing coalescence.

Зрозуміло, що якщо твердий емульгатор краще змочується водою(наприклад, каолін), така «броня» виникає з боку водної фази; при цьому утворюється пряма емульсія. Якщо ж емульгатор краще змочується неполярною рідиною(сажа), то утворюється зворотна емульсія(рис.3.5)

Частенько емульсії, стабілізовані чистим твердим емульгатором, недостатньо стійкі. Щоб отримати дуже стійку емульсію потрібно модифікувати поверхню твердого емульгатора шаром ПАР, що хімічно зв'язується. При цьому поверхня крапель покривається «бронюючою» оболонкою високої міцності. В даному випадку також використовується структурно-механічний чинник стабілізації.

Стабілізація емульсії твердим емульгатором можлива тільки за умови, що розмір часток порошку менше розміру крапельок емульсії. В той же час занадто дрібні частки порошку, здатні здійснювати інтенсивний броунівський рух, не прилипають до поверхні крапельок і не утворюють захисного шару. Так емульсії типу О/В отримують тільки за допомогою золя As_2S_3 з досить великими частками. Високодисперсні золі As_2S_3 , так само як і грубий осад As_2S_3 , не здатні стабілізувати емульсії.

Встановлено, що стабілізації мікрогетерогенних емульсій сприяє мимовільне утворення ультрамікрогетерогенних емульсій (*мікроемульсій*) навколо часток.



Мікроемульсії (діаметр крапельок 10-100 нм) утворюються внаслідок турбулентності в приповерхневих шарах часток основної емульсії. Шари крапельок мікроемульсій виступають в ролі структурно-механічного бар'єру, що уповільнює коагуляцію основної емульсії(рис. 3.6).

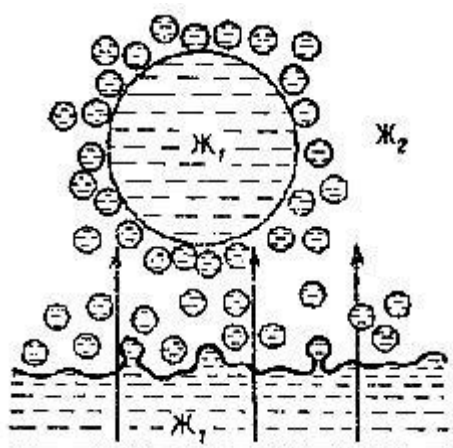
Рис. 3.6. Крапля емульсії, стабілізована крапельками мікроемульсії

Clearly, if a solid emulsifier better wetted by water (eg, kaolin), this "armor" arises from the aqueous phase; with direct emulsion is formed. If the emulsifier better wetted nonpolar liquid (soot), then a reverse emulsion (rys.3.5)

Often emulsions stabilized pure solid emulsifier, not stable. For a stable emulsion need to modify the surface layer of solid emulsifier surfactants that chemically binds. The surface is covered with drops of "booking" coated high strength. In this case also used structural and mechanical stabilization factor.

Stabilization of emulsions solid emulsifier is possible only on the condition that the particle size of the powder smaller size droplets of the emulsion. At the same time too small particles of powder, capable of intense Brownian motion, do not stick to the surface of the droplets and does not form a protective layer. So emulsion type O / B are only using Zola As₂S₃ with very large particles. Fine-grained ash As₂S₃, as well as coarse sediment As₂S₃, not able to stabilize the emulsion.

Established that stabilize emulsions microheterogeneous promotes spontaneous formation ultramikroheterohennyh emulsions (microemulsions) around the particles.



Microemulsions (droplets of diameter 10-100 nm) are formed as a result of turbulence in the surface layers of the core particle emulsion. Layers microemulsions droplets act as structural and mechanical barrier that slows coagulation primary emulsion (Img. 3.6).

Img. 3.6. Drop emulsion stabilized microemulsion droplets

Звернення фаз емульсій

Зверненням(інверсією) фаз називають зміну типу емульсії, тобто переходи емульсії О/В в емульсію В/О і навпаки.

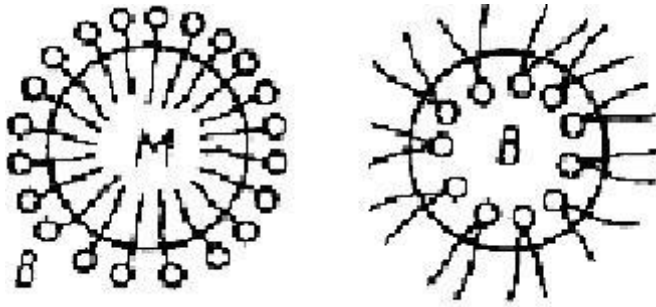


Рис. 3.7. Звернення фаз емульсій

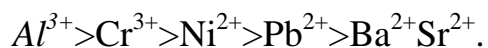
Інверсія здійснюється різними способами. Розглянемо найважливіші з них.

Добавка емульгатора протилежної дії(антагоніста). Антагонізм Лецитино-холестерину, з яким пов'язано звернення фаз емульсії при зміні співвідношення цих емульгаторів грає значну роль у біологічних процесах, оскільки дуже часто лецитин і холестерин є присутніми разом.

Введення в емульсію речовин, що взаємодіють з емульгатором. Якщо до емульсії рослинної олії, стабілізованої натрієвим милом, додати CaCl_2 , то пряма емульсія переходить в зворотну. Це пояснюється утворенням по реакції обміну слабкогідратованих кальцієвого(стронцієвих та ін.) мила, нерозчинного у воді і емульсій, що є стабілізаторами, В/О, за схемою:



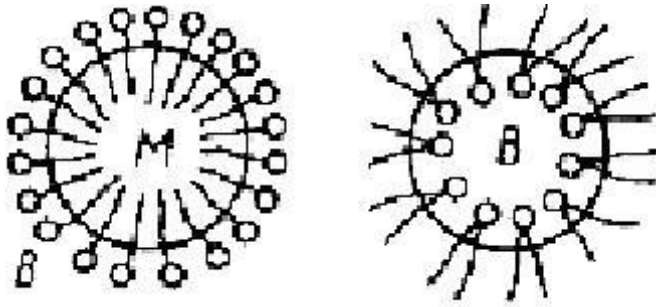
Було встановлено, що у ряді багатозарядних іонів металів інвертуюча здатність падає в наступному порядку:



передбачається, що масляні краплі в емульсіях мають поверхневий заряд і оточені шаром противоіонів. Звернення емульсії зв'язується з дією іонів на ДЕШ. В результаті стискування подвійного шару ослабляються сили відштовхування між крапельками, і вони злипаються, укладаючи між собою воду. Таким чином, вода виявляється дисперсійним середовищем.

Appeal phase emulsions

Applications (inversion) is called phase change type emulsion, ie transitions emulsion o / w emulsion in I / O and vice versa.

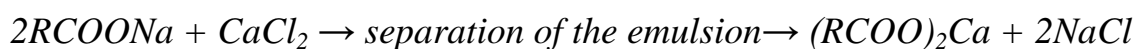


Img. 3.7. Appeal phase emulsions

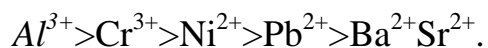
Inversion carried out in various ways. Consider the most important ones.

The addition of emulsifier opposite action (antagonist). Antagonism lecithin-cholesterol, which is associated with treatment phase emulsion by changing the ratio of these emulsifiers plays an important role in biological processes as often lecithin and cholesterol are present together.

Introduction to emulsify substances that interact with the emulsifier. If vegetable oil emulsions stabilized sodium soap, add CaCl_2 , then direct emulsion goes into reverse. This is due to the formation of calcium exchange reaction slabkohidratovanyh (strontium, etc.). Soap, insoluble in water and emulsions, which are stabilizers, B / O scheme:



It was found that a number of multiply charged metal ions inverting capacity decreases in the following order:



assumed that oil droplets in emulsions with surface charge and are surrounded by a layer of protyvoioniv. Appeal emulsion contacts influence of ions on the Dash. As a result of compression of the double layer repulsive force between oslablyayutsya drops and they stick together, putting each other water. Thus, the water turns dispersion medium.

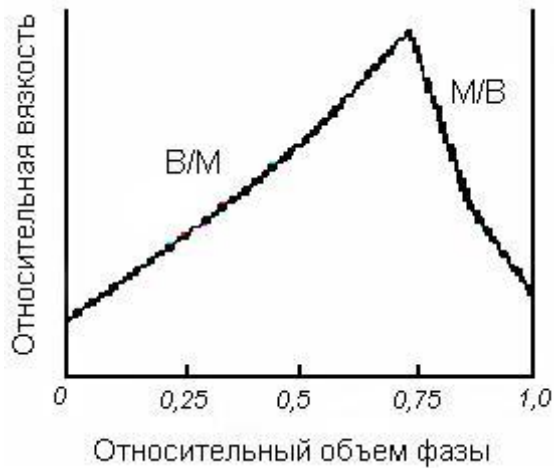


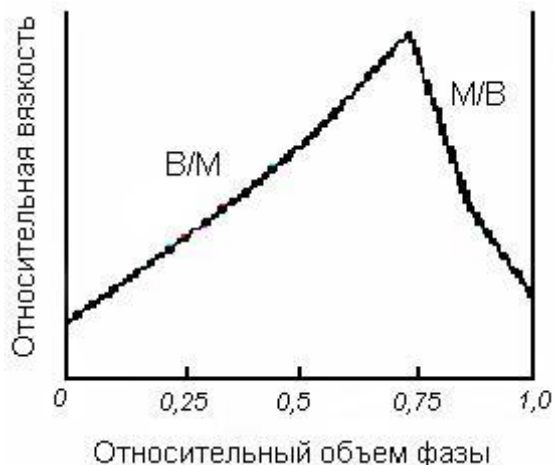
Рис. 3.8. В'язкість емульсій у залежності від співвідношення об'єму фаз

Підвищення концентрації дисперсної фази. Звернення фаз емульсій досягши певної концентрації дисперсної фази зустрічається досить часто. Наочна зміна властивостей емульсій, пов'язана із зверненням їх, дає мал. 3.8, на якому показана залежність відносної в'язкості від об'ємної концентрації води. Пік в'язкості при 74 об. % відповідає точці звернення фаз. Однієї з причин звернення фаз при високих концентраціях дисперсної фази можуть бути такі геометричні співвідношення, при яких мінімуму поверхні розділу відповідає система з більшою за об'ємом дисперсною фазою.

Зміна температури. Важливим показником є температура утворення фаз (ТУФ), при якій відбувається перехід одного типу емульсії в іншу. Значення ТУФ відповідає тій температурі, при якій зрівнюється дія гідрофобною і гідрофільною частин емульгаторів. ТУФ пов'язана з ГЛБ системи.

Тривала механічна дія. Так, збиття вершків веде до отримання олії. При цьому емульсія типу О/В(вершки) переходить в емульсію типу В/О(олія) з порівняно малим вмістом води у вигляді дисперсної фази.

Спостереження під мікроскопом показали, що при зверненні фаз крапельки дисперсної фази спочатку розтягуються і перетворюються на плівки. Плівки, що потім утворилися, охоплюють дисперсійне середовище первинної емульсії, яка стає дисперсною фазою. На мал. 3.9 наочно можна бачити ці етапи при переході зліва направо.



Img. 3.8. The viscosity of emulsions depending the ratio of volume phase

Increasing the concentration of the dispersed phase. Appeal phase emulsions reaching a certain concentration of the dispersed phase occurs quite often. Visual changing the properties of emulsions related to their appeal, giving Img. 3.8, which shows the dependence of the relative viscosity of the bulk water concentration. Peak viscosity at 74 rpm. % Corresponds to the point treatment phases. One of the reasons for the appeal phase at high concentrations of the dispersed phase may include geometric ratio at which the interface meets the minimum system more volume dispersed phase.

The change in temperature. An important indicator is the formation temperature phases (tuff), at which the transition of one type of emulsion to another. Value tuff corresponds to the temperature at which equated action hydrophobic and hydrophilic parts emulsifiers. Tuff associated with HLB system.

Prolonged mechanical action. Yes, whipping cream leads to oil production. This emulsion type O / B (cream) becomes emulsion W / O (oil) with a relatively low content of water as the dispersed phase.

Observation under a microscope showed that when applying phase droplets dispersed phase initially stretched and turned into a film. Films that then formed, covering the dispersion medium primary emulsion, which is a dispersed phase. In Img. 3.9 clearly you can see these stages in the transition from left to right.

При зверненні фаз в результаті нерівномірного розподілу емульгатора в різних мікроділянках системи можуть утворюватися множинні емульсії.

Ідею звернення фаз використовують в деяких сучасних уявленнях про біологічні мембрани, як про твердообразні емульсії, що змінюють в процесі обміну речовин свій тип і проникних в одному випадку для водорозчинних речовин, в іншому - для речовин, розчинних в ліпідах.

Способи отримання емульсій

У більшості випадків емульсії отримують диспергуванням. Тип отримуваної емульсії залежить від порядку змішення фаз, природи і способу введення емульгатора, техніки емульгування, співвідношення об'ємів рідин : рідина, присутня в істотно більшій кількості, зазвичай стає дисперсійним середовищем. Якщо бажано отримати емульсію олії у воді, то масляну фазу по частинах додають до води, причому емульгатор розчиняють перед змішенням фаз або у воді, або в масляній фазі. Системи В/О безпосередньо утворюються при додаванні води в масляний розчин емульгатора. Ці умови виконуються тільки при введенні невеликих кількостей дисперсної фази. Інакше може статися звернення фаз, тобто дисперсна фаза стане дисперсійним середовищем.

Вплив емульгатора на утворення емульсії того або іншого роду стає складнішим, коли емульгатор здатний давати як емульсію О/В, так і В/О. В цьому випадку на рід емульсії, що утворюється, може впливати природа стінок посудини і мішалки, так само як і інші предмети, з якими стикається емульсія. Наприклад, якщо стінки посудини змочуються тільки якою-небудь однією рідиною, то зіткнення емульсії з цією стінкою може призводити до звернення типу емульсії, причому рідина, що змочує стінки посудини, стає дисперсійним середовищем.

Змішення фаз і диспергування при отриманні емульсій проводять в облаштуваннях різної конструкції. У одному з них емульсія утворюється при вливанні струменя однієї рідини в об'єм іншої. Ефективність емульгування визначається швидкістю струменя, причому існує критична швидкість, нижче якої емульгування не відбувається.

When accessing phases due to the irregular distribution in different mikrodilyankah emulsifier system can form multiple emulsions.

The idea appeals phases used in some modern concepts of biological membranes, as tvrdoobrazni emulsion that change in your metabolism type and permeable in one case for water-soluble substances in the other - for substances soluble in lipids.

Methods for getting emulsions

In most cases, the emulsion obtained by dispersing. Type of received emulsion depends on the order of mixing phase, the nature and mode of administration emulsifier, emulsification technique, the ratio of the volume of fluid, the fluid is present in much larger quantities usually becomes dispersion medium. If you wish to receive oil in water emulsion, the oil phase in parts added to the water, and emulsifier dissolved before mixing phase or in the water or oil phase. System I / O directly formed by adding water in oil emulsifier solution. These conditions are satisfied only when injected small amounts of dispersed phase. Otherwise, it may appeal phases, that will be dispersed phase dispersion medium.

Effect of emulsifier for emulsion formation of a kind of becomes more complex when the emulsifier is able to give as emulsion O / B and B / O. In this case, the family of the emulsion formed may influence the nature of vessel walls and mixers, as well as other items facing the emulsion. For example, if the vessel wall wetting only any one liquid, the emulsion collision with a wall that can lead to treatment type emulsion and liquid wets the walls of blood vessels, is the dispersion medium.

Mixing and dispersion phases receipt emulsions spend arrangement of various designs. In one of them formed by emulsion infusion of a liquid jet in another volume. Emulsification efficiency determined by the speed of the jet, and there is a critical speed below which emulsification occurs.

У промисловості і лабораторній практиці змішення фаз здійснюється в апаратах з мішалками різних видів. Хоча такий метод досить простий, він не придатний для приготування високодисперсних систем. Найбільш ефективний апарат для отримання емульсій - *колоїдний млин*. Процес емульгування пов'язаний з явищами гідродинамічної нестабільності. Одне з них - перехід від ламінарного режиму до турбулентного - відбувається при числах Рейнольдса, що перевищують 2320. Турбулентний режим супроводжується утворенням вихорів, що викликають відрив дрібних крапель. Інший вид гідродинамічної нестабільності спостерігається при відносному переміщенні рідин. Рух об'ємів двох контактуючих рідин сприяє виникненню хвиль на межі фаз, а при великих швидкостях призводить до витягування ниток рідини і відриву крапель.

Отримані і деякі природні емульсії відрізняються полідисперсністю з досить великими краплями дисперсної фази. Їх зберігання і використання досить часто зв'язане зі значними труднощами, оскільки вони легко розшаровуються. Вторинне зменшення розмірів крапель, що супроводжується вирівнюванням їх розмірів, називається гомогенізацією. *Гомогенізацію* здійснюють, продавлюючи початкову емульсію через невеликі отвори при дуже високих тисках (у промисловому виробництві тиск досягає 35 МПа). Такий спосіб знайшов широке застосування, особливо в молочній промисловості і у виробництві дитячого харчування. Гомогенізоване молоко, фруктове і овоче пюре можуть зберігатися, не розшаровуючись, впродовж декількох місяців. Тривалість існування подібних емульсій обумовлена відсутністю явища ізотермічної перегонки, а також високою седиментаційною стійкістю, оскільки розмір крапельок знижується з 3 до 0.2 мкм.

Механізм утворення високодисперсних емульсій можна представити так. В результаті продавлювання емульсії через невеликі отвори або через проміжок між ротором і статором колоїдного млина виникають високі швидкості зрушення. Внаслідок цього краплі емульсії витягуються і набувають ниткоподібної форми. Досягнувши певної довжини, залежної від міжфазного натягу і в'язкості рідини, масляна нитка розривається, утворюючи дрібніші краплі.

In industry and laboratory practice mixing phase is carried out in agitators of various kinds. Although this method is simple, it is not suitable for the preparation of highly dispersed. The most effective device for emulsions - colloid mill. Emulsification process associated with symptoms of hydrodynamic instability. One of them - the transition from laminar to turbulent regime - occurs at Reynolds numbers exceeding 2320. The turbulent regime accompanied by the formation of vortices that cause lead small droplets. Another type of hydrodynamic instability observed in the relative displacement of liquids. The movement of volume two contacting fluids contributes waves at the phase boundary, and at high speeds resulting in pulling strings and liquid separation drops.

Obtained and some natural emulsion of different polydispersity quite large drops of the dispersed phase. Their storage and use is often associated with considerable difficulties because they are easy stratified. Secondary reduce the size of droplets, accompanied by smoothing their size, called homogenization. Homogenization is carried out, prodavlyuyuchy primary emulsion through small openings at very high pressures (industrial output pressure is 35 MPa). This method is widely used, particularly in the dairy industry and in the production of baby food. Homogenized milk, fruit and vegetable purees can be stored without rozsharovuyuchys, for several months. The duration of such emulsions due to the lack of effects of isothermal distillation, and high sedimentation stability, because the size of droplets is reduced from 3 to 0.2 microns.

The mechanism of formation of fine emulsions can be represented as follows. As a result, the emulsion bursting through small holes or through the gap between the rotor and stator colloid mill having high speed changes. As a result, the emulsion droplets are extracted and become threadlike shape. Having reached a certain length, dependent interfacial tension and viscosity, oil thread is broken, forming smaller droplets.

Стійкі емульсії отримують за допомогою ультразвуку. Користуючись цим методом, слід враховувати, що ультразвукові коливання здатні змінювати властивості емульгаторів. У ряді випадків, особливо при роботі з біологічними об'єктами, така дія небажана.

Ультразвукове диспергування пов'язане з явищами *кавітації* і утворення поверхневих хвиль при періодичному прискоренні однієї рідини відносно іншої, супроводжуючому це явище. Швидке закриття порожнин відбувається в дисперсійному середовищі поблизу рідини, що утворює дисперсну фазу. В результаті цього струмені рідини спрямовуються до центру порожнини, що закривається, і дробляться на дрібні краплі. Якщо ультразвукова хвиля рухається уздовж межі розділу фаз, то виникають поверхневі хвилі, при витягуванні яких відриваються дрібні краплі.

Для отримання ультразвукових матеріалів використовують п'єзоелектричні і магнітострикційні матеріали. Перші випромінюють механічні коливання в змінному електричному полі, а другі - в змінному магнітному полі. Стосовно процесу емульгування широке поширення отримали *струминні генератори(рідинні свистки)*, принцип роботи яких полягає в наступному. Суміш, що підлягає емульгуванню насосом подається під тиском 7.5-10 МПа(75-100 атм) і із швидкістю струменя до 50 м/с через сопло, що звужується, на тонку пружну пластину, в якій збуджуються коливання(мал. 3.10). Підбираючи геометричні розміри пластини, тиск і відстань між соплом і гострим ребром пластини, домагаються резонансної частоти коливань, яка складає частіше всього 25-30 кГц.

Ультразвукові генератори дозволяють отримувати емульсії з такими ж розмірами крапельок, які досягаються в гомогенізаторах. Їх перевагами перед гомогенізаторами є велика економічність(у ряді випадків витрати енергії опиняються в 6-8 разів менше) і застосування менших тисків(у 6-10 разів).

Конденсаційним шляхом одержують лише деякі, в основному розбавлені емульсії, що наприклад, створюють великі перешкоди емульсії олій у водах парових котлів.

Stable emulsions obtained by ultrasound. Using this method, please note that ultrasonic vibrations can change the properties of emulsifiers. In some cases, especially when working with biological objects, such action desirable.

Ultrasonic dispersion associated with the phenomena of cavitation and surface waves in periodic acceleration of a liquid relative to another, accompanying this phenomenon. Fast closing cavities in the dispersion medium is near liquid, forming dispersed phase. As a result, the fluid jets are directed to the center of the cavity that is closed and break up into small droplets. If the ultrasound wave moves along the interface, then there are surface waves, which break away when pulling small drops.

For ultrasonic piezoelectric materials used and magnetostrictive materials. The first mechanical vibrations emitted in an alternating electric field, and the second - in an alternating magnetic field. Regarding the process of emulsification Widespread jet generators (liquid whistles), the principle of which is as follows. The mixture to be pumped emulsification under pressure 7.5-10 MPa (75-100 atm) and a speed jet to 50 m / s through a nozzle that narrows to a thin elastic plate, which excited oscillations (Img. 3.10). Choosing the geometric dimensions of the plate, the pressure and the distance between the nozzle and the sharp edge of the plate, making the resonant frequency of oscillation, which is often only 25-30 kHz.

Ultrasonic generators allow for emulsions with the same size droplets that are achieved in a homogenizer. Their advantages over homogenizer is a large economy (in some cases find themselves in energy costs 6-8 times less) and use lower pressures (6-10 times).

Condensation obtained by only a few, mostly diluted emulsion, for example, create great obstacles emulsion oils in water boilers.

На закінчення розглянемо цікаве явище, що відноситься до отримання емульсій, - *мимовільне емульгування*. Воно полягає в тому, що емульсія двох дотичних рідин утворюється без зовнішнього перемішування. Більше того, легка олія може емульгуватися у воді, щільність якої вища, і навпаки. Мимовільне емульгування спостерігається, коли міжфазний натяг на межі вода-олія понижена введенням емульгатора до дуже малої величини. Існує декілька пояснень цього явища. По одному з них емульгування викликається хімічною реакцією на межі розділу фаз. Цим, зокрема, пояснюється утворення емульсій при нашаруванні на водний розчин луку масляного розчину органічної кислоти. Відповідно до іншої гіпотези мимовільне емульгування викликається дифузійним потоком речовини, що проходить з однієї фази в іншу. Потік захоплює з собою частки однієї фази і розподіляє їх в об'ємі іншої.

Мимовільне емульгування грає велику роль в процесах, пов'язаних з переварюванням і засвоєнням їжі організмом.

Руйнування емульсій

До руйнування емульсій ведуть три процеси:

- коалесценція при недостатній агрегативній стійкості емульсії - безповоротний процес;
- коагуляція або флокуляція - оборотні процеси(тобто агрегати крапель, що утворюються, можуть знову розпадатися);
- седиментація - осідання крапель дисперсної фази, що призводить до утворення шару «вершків».

Процеси коалесценції найбільш характерні для концентрованих емульсій, де вони в основному визначають час існування емульсій до розшарування фаз. У високодисперсних(розбавлених і концентрованих) емульсіях з помітною швидкістю може йти збільшення середнього розміру крапель внаслідок протікання процесів ізотермічної перегонки. При однаковій дисперсності ізотермічна перегонка крапель емульсії йде значно повільніше, ніж бульбашок піни, із-за невеликих значень міжфазної енергії і, отже, малій різниці хімічних потенціалів речовини в краплях різного розміру, а також часто із-за меншої взаємної розчинності рідин в порівнянні з розчинністю газів у рідині.

Finally, consider the interesting phenomenon related to obtaining emulsions - spontaneous emulsification. It is that two adjoining liquid emulsion is formed without external mixing. Moreover, light oil can emulhuvatysya in water density is higher, and vice versa. Spontaneous emulsification occurs when the interfacial tension at the water-oil emulsifier administration reduced to a very small size. There are several explanations for this phenomenon. One of them is called emulsification chemical reaction at the interface. This, in particular, due to the formation of emulsions in layers on an aqueous solution of alkali oil solution of an organic acid. According to another hypothesis spontaneous emulsification diffusion caused by the flow of material passing from one phase to another. Flow captures with a share of one phase and distributes them to another volume.

Spontaneous emulsification plays an important role in the processes related to digestion and assimilation of food by the body.

The destruction of emulsions

By destroying emulsions are three processes:

- The lack of aggregate coalescence of emulsion stability - irreversible process;
- Coagulation or flocculation - reversible processes (ie units droplets formed may again fall apart);
- Sedimentation - settling droplets dispersed phase, leading to the formation of a layer "cream".

The process of coalescence most characteristic of concentrated emulsions, where they mainly determine the existence of a phase separation to emulsions. In highly (dilute and concentrated) emulsions with a noticeable increase in speed can go medium-sized droplets as a result of processes of isothermal distillation. For the same dispersion isothermal distillation emulsion droplets is much slower than the foam bubbles, because of the small values of the interfacial energy and thus a small difference in chemical potentials of substances in the droplets of different sizes, and often because of less mutual solubility of liquids compared to the solubility gases in liquids.

Велика увага приділяється розробці методів руйнування емульсій.

Для руйнування емульсій використовують найрізноманітніші методи: введення поверхнево-активних деемульгаторів, хімічне зв'язування стабілізатора, зміна рН і електролітного складу середовища для прямих емульсій, нагрівання і виморожування, дія на емульсії електричними полями, теплом, ультразвуком.

Емульсії типу О/В, отримані із застосуванням іоногенних емульгаторів, зазвичай руйнують за допомогою коагуляції електролітами з багатозарядними іонами. Тому що такі електроліти, взаємодіючи з іоногеною групою емульгатора, зазвичай дають сполуки, нерозчинні у воді, то введення їх в систему рівнозначно переходу емульгатора в неактивну форму. Іноді для деемульгування емульсій, отриманих із застосуванням іоногенних емульгаторів, вводять в систему емульгатор, сприяючий утворенню емульсії протилежного типу, і таким чином як би нейтралізують дію первинного емульгатора. Слід зазначити, що такий емульгатор практично завжди утворюється при введенні електролітів з багатозарядними катіонами в емульсії типу О/В, стабілізовані лужним милом, оскільки мило, що утворюється при цьому з багатозарядними катіонами, сприяє утворенню емульсії типу В/О.

Емульсії, стабілізовані неіоногенними ПАР, руйнуються важче. Електроліти руйнують такі емульсії тільки при великих концентраціях, коли відбувається вже не коагуляція, а *висолювання*. Ефективнішим способом руйнування таких емульсій є нагрівання, що викликає десорбцію молекул неіоногенних стабілізаторів з крапельок емульсії або дегідратацію полярної частини молекули неіоногеного стабілізатора.

Руйнування усіх емульсій можна досягти введенням в систему ПАР, що витісняють з адсорбційного шару емульгатор, але не здатних стабілізувати емульсію. Принцип дії *деемульгаторів* полягає в тому, що, маючи більш високу поверхневу активність, ніж, наприклад, природні емульгатори в нафті, вони витісняють смоли з поверхні крапель. В результаті емульсія руйнується, оскільки самі по собі ці деемульгатори стабілізувати емульсію не можуть, тому що не утворюють механічно міцної плівки на поверхні крапель.

Much attention is paid to developing methods for the destruction of emulsions.

For the destruction of emulsions using a variety of methods: the introduction of surfactant demulsifiers, chemical binding stabilizer, changes in pH and electrolyte composition environment for direct emulsions, heating and freezing, the effect of electric fields on the emulsion, heat, ultrasound.

Emulsion type O / B, obtained with the use of emulsifiers ionohenyh usually deplete electrolytes using coagulation of multiply charged ions. Because these electrolytes, interacting with a group ionohenoyu emulsifier usually give compounds are insoluble in water, then putting them in equivalent transition emulsifier in an inactive form. Sometimes deemulhuvannya emulsions obtained using ionohenyh emulsifiers, emulsifier is introduced into the system, contributing to the formation of emulsions opposite type, and so as to neutralize primary emulsifier. It should be noted that such an emulsifier is almost always formed by the introduction of multiply charged cations of electrolytes in the emulsion type O / B, stabilized alkaline soap as soap formed during this of multiply charged cations, promotes the formation of emulsion type I / O.

Emulsions stabilized neionohenymy NAC, destroyed more difficult. Electrolytes destroy such emulsions at high concentrations only when there is no longer coagulation and salting. Effective way of destroying emulsion is heated, causing desorption of molecules neionohenyh stabilizers emulsion droplets or dehydration of polar molecules neionohenoho stabilizer.

The destruction of all emulsions can be achieved by the introduction in NAC, displacing adsorbed layer of emulsifier, but not able to stabilize the emulsion. The principle of the demulsifiers is that having a higher surface activity than, for example, natural emulsifiers in oil, they displace from the surface of the resin droplets. As a result, the emulsion breaks as themselves these Deemulsifying stabilize the emulsion can not because they do not form a mechanically strong film on the surface of the droplets.

Таким чином, усі речовини, що мають високу поверхневу активність, але не утворюють міцних плівок в адсорбційних шарах(наприклад, аміловий спирт), зазвичай - ефективні деемульгатори.

Емульсію можна також зруйнувати шляхом центрифугування, фільтрування, електрофорезу. При центрифугуванні і фільтруванні відбувається власне концентрація емульсії. Проте в емульсіях з дуже високою концентрацією дисперсної фази і недостатнім вмістом емульгатора, як правило, відбувається коалесценція крапель, і, таким чином, емульсія руйнується. Воюцьким і сотр. розроблений метод безперервного руйнування емульсії води у вуглеводнях шляхом пропускання емульсій через спеціальний фільтр. Крапельки дисперсної фази(води) адсорбуються на матеріалі, що фільтрує, коалесціювали на його поверхні і стікають з фільтру(самоочищення фільтру).

Емульсійні плівки

Важливим об'єктом різнобічних досліджень стали останнім часом ізольовані *емульсійні плівки, особливо плівки зворотних емульсій. Стабілізовані ПАВ плівки вуглеводнів у водному середовищі є простими і в той же час найбільш близькою за природою моделлю біологічних мембран, утворених сумішшю природних водо- і маслорозчинних ПАР, - білків і ліпідів.* На мал. 3.11 представлена одна з найбільш поширених схем будови біомембран.

Цікаві результати отримані при вивченні іонного транспорту через подібні мембрани і електропровідності елементарних плівок зворотних емульсій, стабілізованих природними і синтетичними ПАР різної природи. З'ясувалося, зокрема, що електропровідність таких мембран різко зростає при додаванні деяких біологічно-активних ПАР.

Наприклад, введення в зовнішнє водне середовище ліпідної мембрани незначних кількостей антибіотика валіноміцина призводить до збільшення електропровідності мембрани на п'ять порядків; в той же час мембрана стає проникною для іонів калію і водню, але не пропускає через себе іони натрію. Різке пониження електричного опору штучних мембран може спостерігатися і при введенні до їх складу молекул білків, а також ферментів з добавкою в систему відповідного субстрату.

Thus, all substances that have a high surface activity, but do not form strong films in adsorption layers (eg, amyl alcohol), usually - effective Deemulsifying.

The emulsion can also destroy by centrifugation, filtration, electrophoresis. While centrifugation and filtration is actually the concentration of the emulsion. However, in emulsions with a very high concentration of the dispersed phase and deficient in emulsifier usually occurs coalescence of droplets, and thus destroyed emulsion. Voyutskym and et al. developed a method of continuous destruction of hydrocarbons in water emulsion by passing the emulsion through a filter. Droplets dispersed phase (water) adsorbed on the material that filters, koalestsiyuvaly on the surface of the filter and drain (self-cleaning filter).

Emulsion pellicle

An important object of diverse studies were recently isolated emulsion pellicl, especially inverse emulsion film. Stabilized film hydrocarbons PAHs in the aquatic environment is simple and at the same time closest in nature model biological membranes formed by a mixture of water and natural maslorozchynnyh NAC - proteins and lipids. In Img. 3.11 represented one of the most common schemes structure of biological membranes.

Interesting results were obtained in the study of ion transport through these membranes and electrical elementary films inverse emulsions stabilized natural and synthetic surfactants of different nature. It was found in particular that the conductivity of the membranes increases dramatically with the addition of some biologically-active surfactants.

For example, the introduction of external aquatic environment of the lipid membrane of small amounts of the antibiotic valinomitsyna leads to an increase in the electrical conductivity of the membrane to five orders of magnitude; while the membrane becomes permeable to potassium ions and hydrogen, but does not pass through a sodium ions. The sharp decrease in electrical resistance artificial membranes can occur when entering into their composition of protein molecules and with the addition of enzymes in the appropriate substrate.

Вивчення властивостей таких мембран дозволяє моделювати ряд найважливіших біологічних процесів, наприклад, проходження нервового імпульсу, утворення фоточутливого осередку і тому подібне

Практичне застосування емульсій і емульгування

До природних емульсій відноситься ряд найважливіших рослинних і тваринних продуктів. Так, емульсією є молоко - стабілізована тваринними білками емульсія жирів у воді. Молоко є сировиною молочної промисловості і служить для отримання безлічі молочних продуктів - вершків, кислого молока, сметани, олії, сиру і так далі. Природними емульсіями є також яєчний жовток, молочний сік рослин, маґма.

У фармацевтичній промисловості багато ліків застосовуються у вигляді емульсій. Мазі, що використовуються як зовнішні засоби, є емульсії, в одну з фаз яких вводять ланолін, вазелін і інші речовини, а в іншу - лікарські або косметичні препарати. Іноді до складу мазі вводять невелику кількість порошку. В цьому випадку мазі стають складною системою типу Т,Р/Р. Прикладом такої системи є губна помада. Її основа - свіжоприготовлений віск. Крім того, до її складу входять ПАР, титанові білила, що маскують природне забарвлення воску, і барвники. Багато косметичних препаратів також є емульсіями - креми, косметичне молочко і вершки, шампуні, бальзами і так далі. До складу водостійкої туші включають речовини, що утворюють плівки, наприклад, емульсії полівінілацетата.

Великі перспективи пов'язані із застосуванням в медицині емульсій перфторвуглеводню. Якщо ввести людині, що страждає склерозом судин, трохи перфторана, то мікроциркуляцію крові можна відновити. Крихітні кульки перфторвуглеводів проникають в звужені судини, прочищають їх, доставляють туди кисень, і судини розкриваються. Також крапельки емульсії перфторана можуть циркулювати в крові в якості сорбенту, адсорбуючи на собі молекули і іони отруйних речовин і доставляючи їх в печінку. У цій якості препарат застосовували при лікуванні людей, постраждалих від вибухів, що супроводжувалися виділенням отруйних газів, і він прекрасно себе зарекомендував.

Properties of these membranes to simulate a number of important biological processes, such as the passage of nerve impulses, photosensitive cell formation, etc.

Practical application of emulsions and emulsion

The natural emulsions include a number of major plant and animal products. Thus, the emulsion is milk - stabilized emulsion of fat animal protein in water. Milk is raw milk industry and serves for many dairy products - cream, yogurt, sour cream, butter, cheese and so on. The natural emulsions are also egg yolk, latex plants magma.

In the pharmaceutical industry many drugs used in the form of emulsions. Ointments used as external tools are emulsions, one phase of which is administered lanolin, petrolatum and other substances, and in another - medicinal or cosmetic products. Sometimes the ointment is administered a small amount of powder. In this case ointments are a complex system of T, P / P. An example of such a system is lipstick. Its foundation - freshly prepared waxes. In addition, it comprises surfactants, titanium white, masking the natural color of wax and dyes. Many cosmetic products are also emulsions - creams, cosmetic milk and cream, shampoos, conditioners and so on. The structure of waterproof mascara include substances that form a film, such as polyvinyl acetate emulsions.

Great prospects associated with the use of emulsions in medicine perftorvuhlevodnyu. If you enter a person suffering from vascular sclerosis, a little Perftoran, the blood circulation can be restored. Tiny beads perftorvuhlevodiv penetrate the constricted blood vessels, flushing them deliver oxygen there, and vessels revealed. Also emulsion droplets Perftoran can circulate in the blood as a sorbent for adsorbing molecules and ions of a toxic substance and delivering them to the liver. As such, the drug used in the treatment of people affected by explosions, accompanied by the release of toxic gases, and he is well-proven.

Ще на самому початку досліджень було виявлено, що, змінюючи параметри емульсії (вміст в ній різних компонентів), можна вибірково відкривати і закривати кальцієві канали в мембранах клітин міокарду. Якщо перфторвуглеводну емульсію використовують як середовище, що забезпечує киснем серце, робота якого призупинена на час операції, краще зробити так, щоб кальцієві канали його клітин були закриті. Емульсія з подібними властивостями може згодитися і при зберіганні органів, призначених для операції трансплантації. Трансплантовані органи, які до пересадки зберігали в перфторане, приживаються значно краще, швидше починають функціонувати.

У хімічній промисловості з емульсіями мають справу при проведенні різних синтезів, емульсії утворюються в екстракційних апаратах, при процесах перемішування. Для отримання синтетичних латексів використовується емульсивна полімеризація - полімеризація в краплях дисперсної фази. Емульсії застосовуються для отримання пористих органічних сорбентів, мембран, плівок, покриттів.

Біологічне значення емульсій

Велике значення емульсій в житті людини. Жири в крові і лімфі знаходяться в емульгованому стані(емульгатори - білки крові).

Жири є необхідним компонентом харчування, між тим вони нерозчинні у водному середовищі, що становить основу життєдіяльності організму. Тому організм добре засвоює жири, що знаходяться в емульгованому стані, наприклад, молоко, вершки, сметану, вершкове масло. Інші жири, споживані з їжею(рослинна олія, тваринний жир), засвоюються тільки після перетворення їх в емульгований стан, спочатку в шлунку, а потім - в дванадцятипалій кишці, куди поступає жовч, що містить холієві кислоти. Високе значення рН у верхньому відділі кишечника(8.0-8.5) сприяє перетворенню холієвих кислот в солі, що є виключно хорошими емульгаторами. Досліди показали, що розчини солей жовчних кислот можуть мати малий поверхневий натяг, тобто настільки низький, що може йти мимовільне роздроблення жиру. Таким чином, жовч має велике значення для переварювання і всмоктування жирів в шлунково-кишковому тракті.

Early on in the research it was found that by changing the parameters of the emulsion (its content of the various components) can selectively open and close the calcium channels in cell membranes infarction. If perftorvuhlevodnu emulsion used as a medium that provides oxygen heart, whose work is suspended for the operation, better make his cell calcium channels were closed. Emulsion with similar properties and can be useful in storage organs intended for transplant operations. Transplanted organs to transplant are kept in Perftoran, take root much better soon begin to function.

In the chemical industry with emulsions deal during various syntheses, emulsions formed in the extraction apparatus, the mixing process. For synthetic latex emulsion polymerization used - polymerization in dispersed phase droplets. Emulsions are used for organic porous adsorbents, membranes, films, coatings.

The biological significance of emulsions

Great value emulsions in life. Fats in the blood and lymph are emulsified state (emulsifiers - blood proteins).

Fats are an essential component of food, yet they are insoluble in water, forming the basis of the organism. Therefore, the body learns good fats are emulsified state, such as milk, cream, sour cream, butter. Other fats consumed with food (vegetable oil, animal fat), absorbed only after converting them into emulsified state, first in the stomach, and then - in the duodenum, which receives bile acids containing the lobby. A high pH in the upper intestine (8.0-8.5) helps transform holiyevyh acid salt, which is extremely good emulsifiers. Experiments have shown that solutions of bile salts can have small surface tension that is so low that can go involuntary fragmentation fat. Thus, bile is essential for the digestion and absorption of fat in the gastrointestinal tract.

Перистальтичні рухи кишечника чинять диспергуючу дію. Високодисперсна пряма емульсія, що виходить, всмоктується далі через стінки тонких кишок і поступає в лімфу і кров.

При введенні лікарських препаратів через рот доцільно використати прямі емульсії, а при їх введенні через шкіру - емульсії зворотного типу (втирання, мазі, креми), оскільки шкіра непроникна для води і розчинних в ній препаратів.

Еритроцити в крові можна по ряду властивостей розглядати так само, як частинки гідрофобної емульсії. На їх поверхні адсорбовані молекули білків, амінокислот і іони електролітів. Усі вони надають еритроцитам певний негативний заряд, а протийони створюють дифузний шар. При різних патологічних процесах в організмі, коли в крові збільшується вміст деяких видів білків (або особливого глікопротеїну, що відноситься до α -глобулінів, або при інфекційних захворюваннях - до γ -глобулінів), відбувається процес, що дуже нагадує іонообмінну адсорбцію: місце іонів електролітів на поверхні еритроцитів займають білки, заряд яких нижчий, ніж у суми заміщених ними іонів. В результаті заряд еритроцитів зменшується, вони швидше об'єднуються і осідають - збільшується ШОЕ (швидкість осідання еритроцитів). Цей процес залежить ще від ряду чинників: вміст інших білкових фракцій і мукополісахаридів, концентрації еритроцитів в крові, наявності в крові мікробів.

3.3 ПІНИ І ГАЗОВІ ЕМУЛЬСІЇ

Рідка піна є системою, в якій дисперсною фазою є газ або пара, а дисперсійним середовищем - рідина.

Часто дисперсною фазою служить повітря, бульбашки якого знаходяться у воді. До пін відносяться концентровані і висококонцентровані системи. Низькоконцентровані системи (вміст дисперсної фази менше 0.1%), в яких газові бульбашки знаходяться на порівняно великій відстані один від одного, називаються *газовими емульсіями*. Прикладами газових емульсій можуть служити газувата вода, пиво, шампанське, що містять бульбашки вуглекислого газу. Якщо піни по своїй будові і властивостям дуже схожі з концентрованими емульсіями, то газові емульсії схожі з емульсіями розбавленими.

Peristaltic movements of intestines do dispersive effect. Superfine direct emulsion what happens then absorbed through the walls of the small intestines and enters the lymph and blood.

With the introduction of drugs by mouth advisable to use direct emulsion, and when they enter the skin - reverse emulsion type (rubbing, ointments, creams), because the skin is impermeable to water and soluble in her preparations.

Red blood cells in the blood can be viewed on a number of properties as well as hydrophobic emulsion particles. On the surface adsorbed molecules of proteins, amino acids, electrolytes and ions. They provide a negative charge erythrocytes and protyony create diffuse layer. At various pathological processes in the body when the blood increased levels of certain types of proteins (or special hlyukoproteyinu relating to α -globulin, or in infectious diseases - to γ -globulin), a process that is very similar to ion exchange adsorption, ion electrolytes place on the surface of red blood cells occupying proteins charge which is lower than the amount they substituted ions. As a result, the charge of red blood cells decreases, they quickly unite and settle - increased ESR (erythrocyte sedimentation rate). This process is dependent on several factors: the content of other protein fractions and mucopolysaccharides, the concentration of red blood cells, the presence of bacteria in the blood.

3.3. FOAM AND GAS EMULSIONS

Liquid foam is a system in which the dispersed phase is a gas or vapor, and the dispersion medium - liquid.

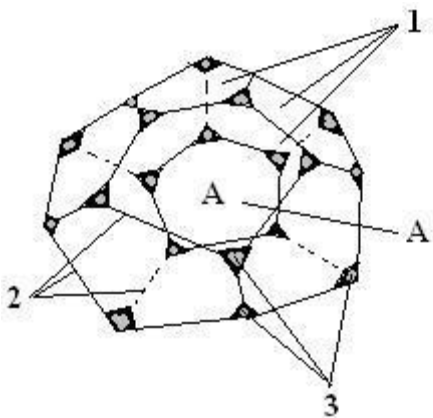
Often dispersed phase is air bubbles which are in the water. By foams include concentrated and highly concentrated system. Nyzkokontsentrovani system (dispersed phase content of less than 0.1%), in which gas bubbles are at a relatively large distance from each other, called gas emulsions. Examples of gas emulsions can serve soda, beer, champagne, bubbles containing carbon dioxide. If foam in structure and properties very similar to the concentrated emulsion, the emulsion similar to gas diluted emulsions.

Будова піни

Піни відносяться до грубодисперсних систем - у момент виникнення бульбашки видно неозброєним оком. При утворенні піни її осередки мають сферичну форму, яка з часом переходить в поліедричну. Характерною фігурою осередків, що ідеалізується, є *пентагональний додекаедр* - дванадцятигранник з п'ятикутними гранями, що має 30 ребер і 20 вершин, де грані осередків - тонкі рідкі плівки (рис. 3.12). Плівки рідини, що знаходяться між бульбашками, утворюють так звані трикутники Плато. У кожному ребрі многогранника (рис. 3.13 а) сходяться три рідкі плівки, які є стінками бульбашок. Ці плівки утворюють між собою кути, близькі до 120° . Переріз плівки рідини піни по лінії AA (рис. 3.12) показаний на рис. 3.13 а.

У місцях стиків плівок утворюються потовщення, які називають каналами (рис. 3.12 і 3.13 а). Канали в поперечному перерізі є трикутниками. Чотири канали сходяться в одній точці, створюючи вузли (рис. 3.12). Канали і вузли пронизують усю структуру піни.

Рідкі плівки в центрі плоскопаралельні (рис. 3.13 б). Поблизу каналів вони товщають і стають увігнутими. В результаті виникає капілярний тиск, що викликає відтік рідини з плівок в канали; цей відтік на рис. 3.13 показаний стрілками. Під дією гравітації рідина збирається в канали і по вузлах стікає в нижню частину піни. В результаті відтоку рідини плівки стоншуються.



- 1 – плівка рідини
- 2 – канали
- 3 – вузли.

Рис. 3.12 Схема поліедричної піни

Способи отримання

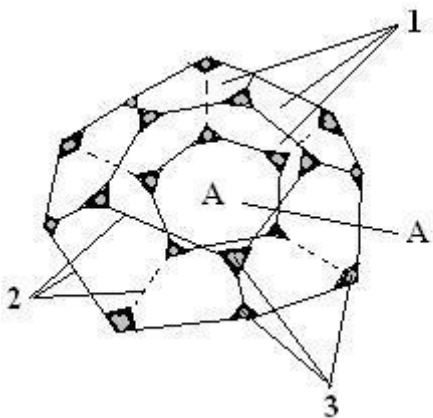
Піни можуть бути отримані як диспергаційним, так і конденсаційним методами. Піна виходить при барботажі газу в рідину з вузького отвору - струмінь газу розривається і розбивається на бульбашки.

Structure of foam

Foam relating to coarse systems - at the time of occurrence of bubbles visible to the naked eye. In the formation of foam cells have a spherical shape, which eventually turns into a homogeneous microstructure. A characteristic figure cells that idealized dodecahedron is pentagonalnyy - dvanadtsyatyhrannyk of pentagonal faces that has 30 edges and 20 vertices, where cells facets - thin liquid film (Img. 3.12). Liquid film between bubbles are to form the so-called triangle Plateau. Each polyhedron edge (Img. 3.13 a) converge three liquid film, which is walled bubbles. These films set at an angles close to 120° . The cross section of foam liquid film on line AA '(Img. 3.12) is shown in Img. And 3.13.

In joints films formed thickening, called channels (Img. 3.12 and 3.13 as well). Channels in cross section are triangles. Four channels converge at one point, creating nodes (Img. 3.12). Channels and components permeate the entire structure of the foam.

Liquid film in the center of planar (Img. 3 13 used). Near channels they thicken and become concave. The result is the capillary pressure, causing the outflow of fluid from the films in the channels; This outflow on rys.3.13 arrow. Under the influence of gravity liquid is collected in channels and drains nodes on the bottom of the foam. As a result, the outflow of fluid film thinner.



Img. 3.12 homogeneous microstructure foam

1 - liquid film

2 - channels

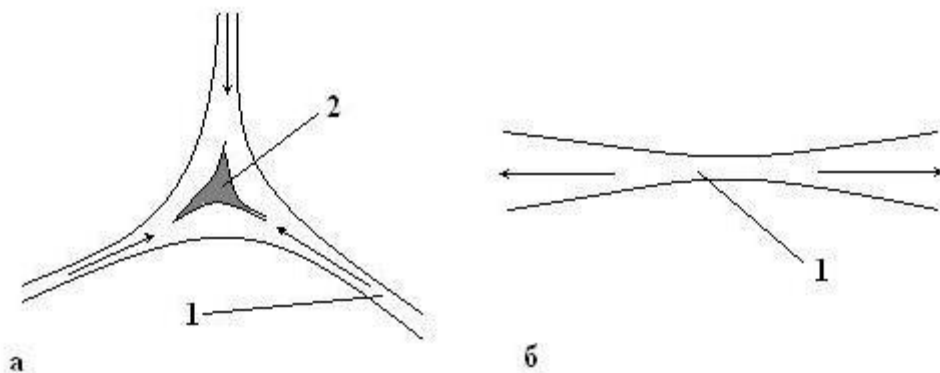
3 - units.

Methods of getting

Foam can be obtained dysperhatsiynym and condensation methods. Foam obtained by bubbling gas into the liquid from a narrow hole - gas jet is broken and divided into bubbles.

Піна утворюється і при механічному перемішуванні газу з рідиною, що можна спостерігати при флотації, пранні і інших процесах. Застосовують і *піногенератори* різних конструкцій, у багатьох з яких утворення піни відбувається на сітці; при цьому, задаючи витрату повітря і піноутворювача, можна отримати піну заданої кратності.

Для забезпечення необхідної дисперсності піни на шляху пінного потоку встановлюється ряд сіток, на яких відбувається диспергування осередків піни. Такі піногенератори можуть забезпечити швидке отримання великих кількостей



піни, необхідних для гасіння пожеж, палив, що особливо горять, і органічних рідин.

Рис. 3.13

Структура рідких плівок пін у трикутнику Плато (а) та між пухирцями газу (б)
1 – плівка рідини; 2 – канал

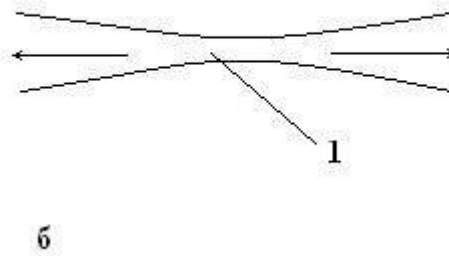
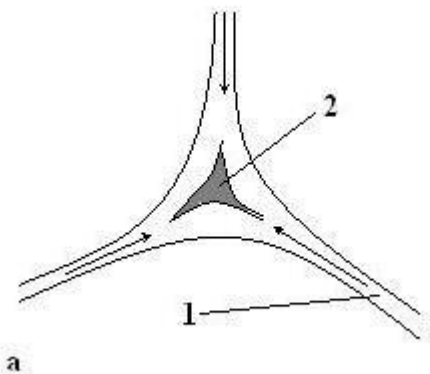
Прикладом конденсаційного методу отримання є утворення піни в газованих напоях, насичених CO_2 (фізична конденсація). При зменшенні тиску при відкриванні пляшки розчинність вуглекислого газу різко зменшується, і утворюються бульбашки нової фази, які, спливаючи на поверхню, утворюють піну. Прикладом хімічної конденсації є отримання піни в пінних вогнегасниках.

Стійкість пін

З усіх дисперсних систем з рідким дисперсійним середовищем піна - сама нестійка. Час її життя визначається часом існування плівки рідини. У воді, що не має домішок, час життя піни дуже малий. Піна руйнується практично відразу після її одержання. Вона може існувати тільки в динамічному режимі - коли швидкість утворення бульбашок газу дорівнює швидкості їх руйнування.

The foam is formed by mechanical agitation and gas liquid that can be observed in flotation, washing and other processes. Apply Foam and various designs, many of which foaming occurs on the grid; while setting the flow of air and foam, the foam can be obtained given ratio.

To ensure the necessary dispersion foam on foam flow path set number of networks, which is dispersing foam cells. Such Foam can provide fast getting large amounts of foam needed to extinguish fires, fuels, especially burning and organic liquids.



Img. 3.13
Structure of liquid
films pin in the
triangle
Plateau (a) and
between gas

bubbles (b)

1 - liquid film; 2 – channel

An example is the condensation method of obtaining foaming in carbonated beverages, saturated CO₂ (physical condensation). As the pressure when you open the bottle solubility of carbon dioxide decreases sharply, and the formation of bubbles of the new phase, which pop up on the surface, forming foam. Examples of chemical condensation is to get foam in foam fire extinguishers.

Stability of foam

Of all dispersed systems with liquid dispersion medium foam - the most unstable. The time of life is determined by the existence of a liquid film. The water that has no impurities, the lifetime of the foam is very small. Foam destroyed almost immediately after its receipt. It can only exist in a dynamic mode - when the rate of formation of gas bubbles equal to the rate of destruction.

Спінювання ідеально чистих рідин відбувається при швидкості газу 0.7-1.3 м/с.

Зниження швидкості газу практично миттєво викликає зникнення піни.

Щільність рідини в сотні і навіть тисячі разів перевищує щільність газу. Тому в розбавлених системах відбувається «зворотна седиментація», тобто спливання газових бульбашок. У концентрованих системах, що утворюють піну, бульбашки стикаються і позбавлені можливості вільного переміщення (відсутній броунівський рух).

Природна полідисперсність осередків, заповнених повітрям, призводить до підвищення тиску усередині малих осередків, а, отже, до дифузії повітря через плівки з малих осередків у великі. Цей процес, аналогічний ізотермічній перегонці, має слідством збільшення неоднорідності, зменшення дисперсності і, кінець кінцем, руйнування піни. Разом з цим, знижений тиск, що виникає внаслідок утворення кривизни в «кутах» - місцях з'єднання плівок піни, призводить до відсмоктування рідини з середини плівки до країв, викликаючи мимовільне потоншення плівок. При руйнуванні піни може переважати той або інший процес залежно від природи і стану піни. У пінах з тонкими рідкими прошарками спочатку відбувається витікання рідини, що призводить до потоншення плівок, а потім дифузія газу і розрив плівок. Руйнування пін високої кратності («сухих») обумовлене в основному дифузією газу і поривом плівок.

Як показали експерименти, що проводяться космонавтами на навколоремній орбіті, в умовах невагомості відтік рідини з плівок по каналах виключений, і час життя пін значно зростає.

Своєрідний рекорд довголіття поставив мильну бульбашку діаметром 61 см, в якому містилися 113 л повітря. Він був виготовлений за допомогою спеціальних технічних хитрощів і в штучних умовах проіснував 3 роки, поступово зменшуючись в об'ємі, поки, врешті-решт, не перетворився на плівку. Стійкі піни отримують при диспергуванні газу в рідині, що містить стабілізатори або, як їх називають в даному випадку, *піноутворювачі*. В якості піноутворювачів можна використати різні ПАВ - мило, жирні кислоти, спирти і так далі.

Foaming perfectly pure liquids occurs when gas velocity 0.7-1.3 m / s. Slow gas is instantly disappearance foam.

The density of the fluid in the hundreds or even thousands of times greater than the density of the gas. Therefore, in dilute systems is a "reverse sedimentation", ie floating gas bubbles. In concentrated systems, forming foam, bubbles collide and are deprived of free movement (no Brownian motion).

Natural polydispersity cells filled with air, leading to increased pressure inside small cells, and thus to the diffusion of air through the fabric of small cells in the large. This process is similar to isothermal distillation, a consequence of increasing heterogeneity, reduction of dispersion and ultimately destruction of foam. At the same time, low blood pressure that occurs due to the formation of curvature in the "corners" - the attachment of foam films leads to suction fluid from the middle to the edges of the film, causing spontaneous thinning films. With the destruction of the foam can dominate a particular process, depending on the nature and condition of the foam. In pinah with thin layers of liquid leakage occurs first, resulting in thinning films, and gas diffusion gap films. Destruction pin high multiplicity ("dry") is caused mainly by diffusion and gas outburst films.

The experiments showed that carried astronauts to Earth orbit, in zero gravity flow of fluid through the film off, and the lifetime pin increases significantly.

Set a record of longevity bubble diameter of 61 cm, which contained 113 liters of air. It was made using special technical tricks in vitro lasted 3 years, gradually decreasing in volume, until finally, not turned into a film. Resistant foam obtained by dispersing gas in a liquid containing stabilizers or as they are called in this case, foaming agents. As the foam can be used various surfactants - soaps, fatty acids, alcohols, and so on.

Механізм стабілізації рідких пін полягає в тому, що в результаті введення різних речовин в тонкому шарі рідини, що становить оболонку піни, утворюються адсорбційні шари (рис. 3.14). Адсорбція викликає зміну поверхневого натягу на межі води з повітрям. В результаті зменшення поверхневого натягу сповільнюється відтік рідини з піни, що призводить до збільшення її стійкості.

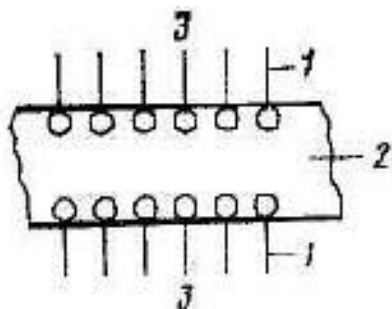
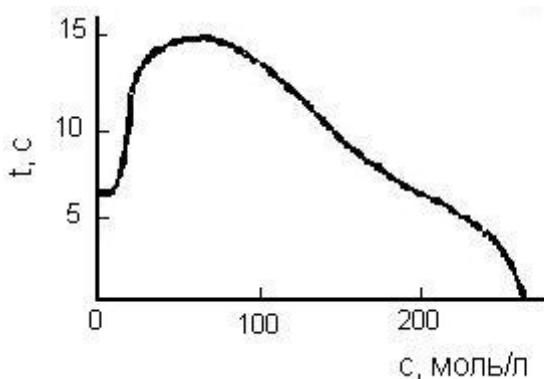


Рис. 3.14 Структура адсорбційного шару ПАВ оболонки піни

- 1 – адсорбційні шари в плівці рідини;
- 2 – плівка рідини; 3 – газове середовище.

Піноутворювачі ділять на два типи.

Піноутворювачі 1-го роду - нижчі спирти, кислоти, - які знаходяться в об'ємі розчину і адсорбційному шарі в молекулярному стані. Піни, що містять ці ПАВ, швидко розпадаються (час їх існування не перевищує, як правило, 20 с) у міру

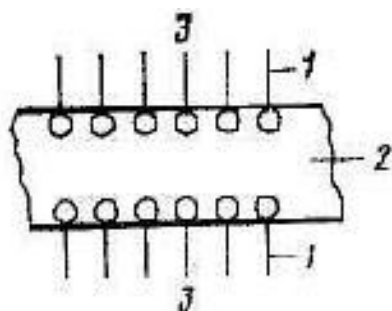


витікання міжплівчатої рідини. Максиму стійкості піни відповідає певна концентрація піноутворювача (рис. 3.15).

Рис. 3.15. Залежність часу життя піни від концентрації ізоамілового спирту.

Концентрація, при якій спостерігається максимум стійкості піни, знижується зі збільшенням числа вуглецевих атомів в гомологічному ряду. Наприклад, у ряді спиртів оптимальна концентрація піноутворювача знижується з 0.3 до 3×10^{-4} М при переході від етилового до октилового спирту. Вищі члени гомологічного ряду мають недостатню розчинність і тому не є хорошими піноутворювачами.

The mechanism of stabilization of liquid foams is as a result of the introduction of different substances in a thin layer of the liquid foam shell is formed adsorption layers (Img. 3.14). Adsorption causes a change in the surface tension at the water with air. As a result of reducing the surface tension of the fluid flow slows foam, which leads to an increase in its stability.

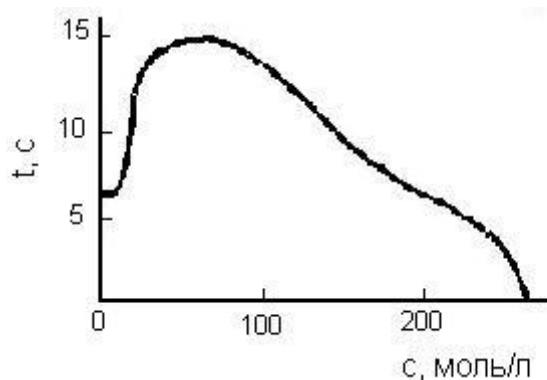


Img. 3.14 The structure of the adsorbed layer of surfactant foam shell

- 1 - adsorption layers in the film liquid;
- 2 - the liquid film;
- 3 - gas environment.

Foaming agents are divided into two types.

Foaming agents 1st kind - lower alcohols, acids - which are found in the bulk solution and adsorbed layer in a molecular state. Foam containing these surfactants break



down quickly (time their existence does not exceed usually 20 seconds) as mizhplivchatoyi leakage of fluid. Maxim resilience foam blowing agent meets certain concentration (Image 3 15).

Img. 3.15. The dependence of the lifetime of the foam isoamyl alcohol concentration.

The concentration at which there is maximum stability of foam decreases with increasing number of carbon atoms in the homologous series. For example, in some alcohol foam optimum concentration is reduced from 0.3 to 10^{-4} M in the transition from ethyl alcohol to oktylovoho. Higher members of the homologous series have insufficient solubility and therefore are not good foam.

Мило дає набагато стійкіші піни, ніж спирти і кислоти, очевидно, завдяки наявності в їх молекулах іоногенних груп. Так само, як для спиртів і кислот, максимальна стійкість піни відповідає милу з середньою довжиною вуглеводневого радикала і їх розчинам середньої концентрації.

Піноутворювачі 2-го роду. До них відносяться різні високомолекулярні сполуки - білки, сапоніни - глікозиди, що виділяються з рослин, і так далі. Стійкість пін, стабілізованих ВМС, значно вище(вони можуть існувати сотні і тисячі секунд), оскільки на поверхні бульбашок утворюються міцні гелевидні плівки. Стійкість пін, стабілізованих піноутворювачами 2-го роду, безперервно збільшується із зростанням концентрації ВМС. Каркас піни дуже стійкий і може стримувати витікання рідини з плівок. Пінотворна здатність іоногенних ПАВ істотно вища, ніж неіоногенних, що зв'язують з більшою швидкістю утворення адсорбційних шарів.

Чинники, що впливають на стійкість пін

Дослідження властивостей пін проводяться, в основному, на вільних плівках, що є цілком адекватними моделями плівкової структури пін. Сучасна класифікація плівок виділяє два основні типи - *товсті плівки, усередині яких є шар рідини, що має властивості об'ємної рідкої фази, і тонкі* - утворені поверхневими шарами. Можна вважати, що дисперсійне середовище в тонких плівках є сукупністю молекул ПАВ, продуктів їх дисоціації і пов'язаних з ними сольватних оболонок, в які входить уся рідина, що міститься в системі.

Плівки зазвичай стоншуються мимоволі, як це видно на прикладі мильної бульбашки, що безперервно змінює кольори інтерференції, характерні для товстих плівок. При подальшому потоншенні плівка перестає інтерферувати, оскільки товщина її стає малою в порівнянні з довжинами хвиль видимого світла. Такі плівки з товщиною $h < 0.1 \lambda$ здаються у відбитому білому світі сірими, а ще тонші - чорними, товщина їх - від 40 до 100 Å. При подальшому потоншенні плівки вона розривається. Для сірих і чорних плівок вимір інтенсивності відбитого світла дозволяє визначити їх товщину, а вивчення інтенсивності відбитого світла від часу - кінетику утоньшення.

Soap gives a much more stable foam than alcohols and acids, apparently due to the presence of molecules of ionic groups. As for alcohols and acids, maximum resistance foam meets with an average length of hydrocarbon radicals and their solutions mean concentration.

Foaming agents 2nd race. These include various macromolecular compounds - proteins, saponins - glycosides released from the plant, and so on. The stability of foams stabilized Navy significantly higher (they may be hundreds or thousands of seconds), because on the surface of bubbles formed strong helevydni film. The stability of foams stabilized foaming agents 2nd kind, continuously increases with the concentration of the Navy. Frame foam is very stable and can inhibit leakage of films. Pinotvorna ability ionic surfactants significantly higher than that of nonionic linking a higher rate of formation of adsorption layers.

Factors affecting the stability of foams

Studying the properties of foams made mainly on free films, which is quite adequate model structure film foams. Modern classification of films are two main types - thick film, within which there is a layer of liquid that has the properties of bulk liquid phase, and thin - formed surface layers. It is believed that the dispersion medium in thin films is a collection of molecules PAHs, their dissociation products and related solvation shells, which include all the liquid contained in the system.

Thinner films usually involuntarily, as exemplified bubble that continuously changes the color interference characteristic of thick films. With further thinning the film ceases to interfere because its thickness is small compared to the wavelength of visible light. Such films of thickness $h < 0.1 \lambda$ seem in reflected white light gray, and even thinner - black, their thickness - from 40 to 100 Å. With further thinning of the film is broken. For gray and black films measuring the intensity of reflected light to determine their thickness and study the intensity of reflected light from time to time - utonshennya kinetics.

У певних умовах може бути досягнутий стійкий стан товстої або тонкої плівки з незмінною в часі рівноважною товщиною. Виникає питання, які ж механізми можуть протидіяти розглянутим процесам мимовільного потоншення і забезпечити існування стійкої і рівноважної системи плівок?

Існує декілька чинників стійкості плівок динамічного і статичного характеру.

1) *Ефект Гіббса*. Термодинамічну основу стійкості плівок складає передбачена Гіббсом властивість рівноважної пружності товстих плівок. Якісне пояснення пружності полягає в тому, що при швидкому розтягуванні плівки відбувається збіднення розтягнутої ділянки молекулами ПАР, а, отже, збільшення поверхневого натягнення σ . В результаті розтягнута ділянка прагне стиснутися, відсмокчувати рідину з периферії і відновлюючи первинну товщину. Зворотнє явище спостерігається при деформації, що викликає стискування плівки.

Встановлено, що рівноважна пружність плівок визначається ефектом Гіббса. Абсолютно очевидно, що пружністю в розумінні Гіббса можуть володіти тільки плівки, отримані з розчинів ПАР. Плівки з індивідуальних рідин, що мають постійний поверхневий натяг, що не змінюється при їх розтягуванні або стискуванні, позбавлені подібної пружності, і тому отримати стійкі піни з таких рідин неможливо. Істотно також, що найбільш стійкі піни виходять з розчинів ПАР, що мають не мінімальний поверхневий натяг, а здатних найрізкіше змінювати його з концентрацією.

Розглянутий чинник стійкості є визначальний для малостійких піл, стабілізованих порівняно низькомолекулярними піноутворювачами.

2) *Ефект Марангони*. Разом із статичним (рівноважним) чинником велику роль грає і динамічний чинник стійкості. Швидке розтягування або стискування плівки призводить до нерівноважного розподілу ПАР уздовж поверхні. У зв'язку з цим виникає потік молекул піноутворювача з області більш високих поверхневих концентрацій або об'єму плівки до місця її локального ушкодження. Разом з молекулами ПАР спрямовуються молекули розчинника. Потік молекул розчинника викликає відновлення товщини плівки. У міру потоншення плівки ефект Марангони посилюється. Проте існує нижня межа товщини плівки, після якого ефект Марангони нівелюється.

In certain circumstances, can be achieved steady state thick or thin film on the same time equilibrium thickness. The question is, what mechanisms may counteract considered spontaneous thinning process and ensure the existence of a stable equilibrium systems and films?

There are several factors films sustainability of dynamic and static character.

1) *Effect Gibbs*. Thermodynamic stability of films basis is provided Gibbs equilibrium elastic properties of thick films. Qualitative explanation of elasticity is that the rapid stretching of the film is stretched areas depletion of surfactant molecules, and thus increase the surface tension σ . As a result of the stretched area tends to shrink, vidsmokchuvaty fluid from the periphery and restoring the original thickness. The reverse phenomenon is observed during deformation, causing compression of the film.

Established that the elasticity of films is determined by the equilibrium Gibbs effect. It is obvious that in the sense of Gibbs elasticity may have only a film derived from surfactant solutions. Films of the individual fluids with constant surface tension that is not changed by stretching or compression deprived of such elasticity, so get resistant foam such liquids impossible. Significantly also the most resistant foam breaking surfactant solutions with no minimum surface tension, and can change its sharpest of concentration.

The factors are crucial for the stability of unstable foams stabilized by relatively low-foaming agents.

2) *Marangoni effect*. Together with static (equilibrium) factor plays an important role and dynamic stability factor. The rapid stretching or compression of the film leads to non-equilibrium distribution SAW along the surface. In this regard, there is a flow of molecules foam surface region of higher concentration or volume of the film to the place of local damage. At the surfactant molecules directed solvent molecules. The flow of solvent recovery is the film thickness. As the film thinning effect of Marangoni increases. However, there is a lower limit of the film thickness, after which the Marangoni effect is offset.

3) *Термодинамічний чинник.* У області тонких плівок існує інший чинник стійкості, пов'язаний з розклинюючим тиском, що виникає при перекриванні дифузних шарів на двох сторонах плівки. Збільшення розклинюючого тиску в процесі потоншення плівки повинне привести до рівноважного стану, в якому електростатичне відштовхування компенсує сили тяжіння і капілярне відсмоктування. Закономірності потоншення плівок залежно від концентрації електроліту кількісно узгоджуються з теорією Дерягіна. Очевидно, що отриманню стійких плівок сприяє збільшення концентрації ПАР і зменшення концентрації індиферентного електроліту.

4) *Структурно-механічний чинник.* Стійкість пін, стабілізованих піноутворювачами другого роду, пояснюється існуванням в плівках високов'язкого або механічно міцного адсорбційного шару з молекул піноутворювача. Ребіндер вважає, що на поверхні розчинів мила або милоподібних речовин утворюються високов'язкі адсорбційні шари з гелевидною будовою, що дифузно поширюються в глиб розчину. Ці шари, з одного боку, уповільнюють відтік рідини з плівки, з іншої - надають плівці піни високу структурну в'язкість і механічну міцність.

Таким чином, стан стійкості вільних плівок і пін та способи його досягнення можуть бути передбачені на основі термодинамічних уявлень.

Окрім природи і концентрації піноутворювача на стійкість піни впливають температура, в'язкість дисперсійного середовища, введення в рідку фазу електролітів і рН середовища.

Підвищення температури несприятливо позначається на стійкості піни, що можна пояснити десорбцією піноутворювача з міжфазної поверхні і пониженням в'язкості дисперсійного середовища, що сприяє швидшому стіканню рідини з плівки. Підвищення температури викликає швидше руйнування піни внаслідок того, що прискорюється випар дисперсійного середовища й плівка зневоднюється. Введення в рідку фазу електролітів, що не руйнують піну, зменшує стійкість пін, утворених низькомолекулярними піноутворювачами внаслідок збільшення поверхневого натягу. Підвищення в'язкості середовища завжди підвищує стійкість пін.

3) *The thermodynamic factor.* In the field of thin films, there is another factor of stability associated with the disjoining pressure that occurs when overlapping diffusion layers on both sides of the film. Increase disjoining pressure during film thinning should lead to an equilibrium state in which electrostatic repulsion compensates for gravity and capillary suction. Patterns of thinning films depending on the electrolyte concentration quantitatively consistent with the theory Deryagin. Obviously, obtaining stable films increases the concentration of surfactant concentration and reduce the indifferent electrolyte.

4) *Structural and mechanical factors.* The stability of foams stabilized foaming agents of the second kind, due to the existence of a high-films or mechanically strong adsorption layer of molecules foam. Rehbinder believes that the surface of the solution or soap mylopodibnyh substances formed the high adsorption layers helevydneyu structure, diffusely distributed in the interior of the solution. These layers, on the one hand, slowing down the flow of fluid from the film, on the other - have foam tape high structural strength and mechanical strength.

Thus, the stability condition of free films and foams and ways to achieve it can be predicted on the basis of thermodynamic concepts.

In addition to the nature and concentration of foam on foam stability affect the temperature, the viscosity of the dispersion medium, the introduction of the liquid phase electrolytes and pH.

Rising temperatures adversely affect the stability of foam that can be attributed to desorption of foam interphase and decreasing the viscosity of the dispersion medium that promotes rapid drainage of fluid from the film. Rising temperatures cause faster destruction of foam because the accelerated evaporation and dispersion medium film dehydrated. Introduction to liquid phase electrolyte that does not destroy the foam reduces stability of foams formed low-foaming agents due to increased surface tension. Increasing the viscosity of the medium always increases the stability of foams.

Властивості пін

До основних характеристик пін відносяться:

1) *дисперсність*, яка з часом змінюється. Вимір дисперсності піни і її зміна зазвичай проводиться шляхом підрахунку числа осередків, що контактують із стінкою посудини, в якій знаходиться піна (по мікрофотографіях).

2) *Кратність піни* є відношенням об'єму піни V_p до об'єму рідини $V_{ж}$, що в ній знаходиться :

$$\beta = \frac{V_p}{V_{ж}} \quad (3.5)$$

Кратність пін змінюється від 10 до п 100. Вона визначає структури пін. При кратності, рівній, 10-20, бульбашки газу мають форму, близьку до сферичної. У пінах з кратністю, що досягає декількох десятків або сотень, бульбашки газу утворюють багатогранні осередки, відокремлені один від одного тонкими прошарками рідини.

3) *Кінетична стійкість піни*. Стійкість піни можна охарактеризувати часом мимовільного руйнування стовпа піни на половину довжини або часом життя окремої газової бульбашки на поверхні рідини, межуючої з повітрям.

Застосування пін. Піни в природі

Піноутворення і піни мають велике практичне значення. Утворення піни є позитивним чинником при пранні. За допомогою спінювання і подальшого видалення піни можна очищати деякі рідини від поверхнево-активних домішок, що містяться в них, переходять в піну.

Виняткове значення пін в протипожежній справі. Оскільки вживані при гасінні пожеж піни містять у вигляді дисперсної фази зазвичай вуглекислий газ, така піна при нанесенні на предмети, що горять, перешкоджає доступу до них повітря і сприяє загасанню вогню. Оскільки піна завжди знаходиться згори, вона дуже ефективна при гасінні горючих рідин. В цьому випадку важливими характеристиками пен є швидкість розтікання по поверхні нафтопродукту, що горить, і їх ізолююча здатність, тобто час відвертання виходу пари горючої рідини.

Properties of foam

The main characteristics of foams include:

1) *dispersion*, which changes with time. Measurement of dispersion foam and its change is usually done by counting the number of cells in contact with the wall of the vessel in which the foam (the micrographs).

2) *Multiplicity* of foam is the ratio of the volume of foam fluid volume V_p to V_{zh} that it is:

$$\beta = \frac{V_n}{V_{\text{жк}}} . \quad (3.5)$$

Multiplicity β changes from 10 to n 100. It defines the structure of the foams. When multiplicity equal, 10-20, gas bubbles have a shape close to spherical. In pinah of multiplicity, reaching several tens or hundreds, gas bubbles form a multifaceted cells separated by thin layers of liquid.

3) *The kinetic stability of the foam*. The stability of the foam can be described sometimes inadvertent destruction of the foam column length or half the lifetime of a single gas bubbles on the surface of the liquid, bordering with air.

The use of foams. Foam in nature

Foaming and foam are of great practical importance. The formation of foam is a positive factor in the wash. With foaming and subsequent removal of foam can be cleaned some of the liquid from the surface-active impurities contained in them moving into the foam.

Exceptional value in fire-fighting foams case. As used in firefighting foam containing as dispersed phase usually carbon dioxide, such foam when applied to objects, burning prevents access to air and contributes to attenuation fire. As the foam is always on top, it is very effective in extinguishing flammable liquids. In this case, the important characteristics of β is the rate of spreading over the surface of mineral oil, burning, and their insulating ability, ie the time the steam diversion combustible liquids.

Для отримання подібних високостійких пін використовуються складні склади, включаючи, окрім основного піноутворювача, добавки інших ПАР, що додатково стабілізують піну; значні перспективи відкриває тут використання фторзаміщених з'єднань.

У пінному режимі можуть проводитися технологічні процеси, пов'язані з масообміном (абсорбція газів рідинами, видалення летких компонентів з рідкої фази). Зокрема, насичення крові киснем здійснюється в пінних апаратах - «штучна легеня». Пінні аерозолі використовують як кровозупиняючі і протиопікові засоби.

Навіть негативні властивості бульбашок, а саме їх седиментаційну нестійкість, можна розумно використати. Йдеться про пінну флотацію, одному з основних методів збагачення мінеральної сировини. При флотації, коли робиться барботування великої кількості повітря через водні розчини ПАР, утворення високостійкої піни небажане, оскільки це утруднить подальше виділення з піни цінного продукту. В цьому випадку використовують ПАР - слабкі піноутворювачі, для яких час життя індивідуальних бульбашок не перевищує декількох десятків секунд.

У піні, яка утворюється на поверхні моря, особливе життя. Концентрація бактерій в ній в сотні і тисячі разів вище, ніж у водній товщі. Стабілізація такої піни відбувається за рахунок «своїх» ПАР - продуктів життєдіяльності і розкладання організмів, що мешкають в морській воді.

При сильному дощі через деякий час на калюжах можуть утворитися пухирі. Це явище - зовсім не ознака тривалості дощу, воно викликане присутністю ПАР, що зокрема, вимиваються з ґрунту. Очевидно, деяка стійкість річкової піни обумовлена глинистими частками і розчинними речовинами, що піднімаються з дна річки.

Руйнування пін

У ряді випадків піноутворення є небажаним явищем. Утворення піни в котлах парових машин може порушити роботу теплоенергетичних установок. Завдяки легкому утворенню піни виникають труднощі при перемішуванні, центрифугуванні і фільтруванні деяких розчинів.

For such a highly complex structure of foams used, including but not primary blowing agent, additives other surfactants, which further stabilizes the foam; offers significant prospects are using forzamischny connections.

In the foam mode can be conducted processes associated with mass transfer (absorption gas liquids, removing volatile components from the liquid phase). In particular, blood oxygen saturation is in the foam apparatus - "artificial lung". Foam sprays are used as Hemostatic agents and protyopikovi.

Even negative properties of bubbles, namely their sedimentation instability can reasonably use. This is a flotation, one of the main methods of mineral raw materials. In flotation, when a large number is bubbling air through aqueous solutions of surfactants, foam formation of a highly undesirable because it further complicate the selection of Foam valuable product. In this case, the use of surfactants - weak foaming agents for which the lifetime of individual bubbles do not exceed a few tens of seconds.

In the foam that forms on the surface of the sea, a special life. The concentration of bacteria in it hundreds or thousands of times higher than in the water column. The stabilization of such foams is due to "their" NAC - wastes and decomposition of organisms that live in seawater.

With strong rains after a while on the puddles can form blisters. This phenomenon - not a sign of rain duration, it is caused by the presence of surfactants that particular leached from the soil. Obviously, some river foam stability due to clay particles and soluble substances, rising from the bottom of the river.

Destruction of foam

In some cases, foaming is undesirable. Foaming-fired steam engines can disrupt thermal power plants. With its lightweight foam formation, there are difficulties in mixing, centrifugation and filtering some solutions.

Утворення щільної піни заважає випарюванню розчинів у випарних апаратах і призводить до втрат цінної рідини при перекиданнях піни. При виробництві цукру, паперу, у ряді гальванічних процесів, мікробіологічному виробництві спостерігається щільне піноутворення, яке негативно позначається на виході готового продукту. Надмірне піноутворення заважає в роботі пральних машин, тому пральні порошки для машинного прання містять велику кількість неіоногенних ПАР, які є слабкішими піноутворювачами в порівнянні з алкілсульфатами, що входять до складу порошоків для ручного прання.

Таким чином, руйнування («гасіння») піни або відвертання піноутворення є важливим завданням. Піну, що утворилася, можна зруйнувати за допомогою різних методів: дією перегрітої пари - при цьому відбувається випар рідини з плівок піни; ультразвуку частотою від 1 до 1000 кГц. Механічні методи полягають в розбиванні піни за допомогою мішалок, крильчаток, циклонів, що обертаються з частотою близько 3000 мин^{-1} . Цей процес виконується безпосередньо в технологічних апаратах або в спеціальних піноруйнівниках, куди заздалегідь виводять піну.

Одним із способів піногасіння є введення в систему так званих *піногасників*. По Ребіндеру піногасниками є ПАР, що мають більш високу поверхневу активність, ніж піноутворювачі, і тому витісняють піноутворювач з поверхні бульбашок піни, але не здатні самі до стабілізації піни, а також здатні розчиняти структуровану плівку піни. Піногасниками можуть служити спирти, органічні кислоти і ефіри, а також кремній- і фосфорорганічні сполуки. У виробництві антибіотиків, вітамінів, дріжджів, цукру для гасіння пін використовують рослинні олії (соняшникова, соєва), тваринні жири, кремнійорганічні полімери (поліметилсилоксани).

Formation of dense foam prevents solutions evaporated in evaporators and leads to loss of valuable liquid. Rollover foam. In the production of sugar, paper, a number of plating processes, microbiological production observed dense foam, which affects the output of the finished product. Excessive foaming interfere in the washing machine, so detergents for washing machine containing a large amount of non-ionic surfactants, foaming agents that are weaker compared with alkyl, comprising the powder for hand washing.

Thus, the destruction ("quenching") foam or foam diversion is an important task. The foam formed, can be destroyed by various methods: the action of superheated steam - thus there is evaporation of liquid foam films; ultrasound frequency from 1 to 1000 kHz. Mechanical methods are as partitions using foam mixers, impellers, cyclones, rotating with a frequency of about 3000 min⁻¹. This process is performed directly in technological devices or special pinoruynivnykah where pre eliminate foam.

One way defoaming enter in the so-called defoamers. For Rebinder Defoamers are surfactants that have a higher surface activity than foam, so replacing foam from the surface of the foam bubbles, but not themselves able to stabilize the foam and capable of dissolving structured foam tape. Defoamers can serve as alcohols, organic acids and esters and kremniy- and organophosphorus compounds. In the production of antibiotics, vitamins, yeast, sugar extinguishing foams used vegetable oils (sunflower, soybean), animal fats, silicone polymers (polymethilsiloxan).

ГЛАВА 3. СИСТЕМИ З ТВЕРДИМ ДИСПЕРСІЙНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ. КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Дисперсні системи з твердим дисперсійним середовищем, або, як їх часто називають, *тверді золі*, незважаючи на величезне практичне значення, досі притягали в колоїдній хімії порівняльно мало уваги. Причиною цього є їх незвичайні в порівнянні з іншими дисперсійними системами властивості. Зрозуміло, що для систем з твердим дисперсійним середовищем безглуздо говорити про такі важливі для інших дисперсних систем особливості як молекулярно-кінетичні властивості, агрегативна стійкість і так далі. Розглянемо деякі з цих систем і їх специфічні властивості.

Колоїдні і мікрогетерогенні системи з твердим дисперсійним середовищем можна розділити на системи з газовою, рідкою і твердою дисперсною фазою.

Тверді піни

Системи з твердим дисперсійним середовищем і газовою твердою фазою Г/Т часто називають *твердими пінами*. Тверді піни, також як і рідкі, внаслідок великого розміру бульбашок газової фази зазвичай відносять до мікрогетерогенних або навіть до грубодисперсних систем. Прикладом природної твердої піни може служити *пемза* - пориста губчасто-ніздрювата дуже легка гірська порода вулканічного походження, вживана як абразив для поліровки і шліфування, а також у будівельній справі для виготовлення пемзобетону. З штучних твердих пін можна назвати *піноскло* і *пінобетони*, широко вживані в якості будівельних і ізоляційних матеріалів. Піноскло використовують для очищення вод промислових підприємств у біофільтрах, в декоративних і акустичних цілях. Достоїнствами цих матеріалів є мала щільність, мала теплопровідність і досить велика міцність, обумовлена їх коміркою структурою і міцністю дисперсійного середовища.

Сюди ж потрібно віднести штучні губчасті матеріали, виготовлені на основі полімерів (*мікропориста гума, різні пінопласти*). Пінопласти - газонаповнені пластмаси з переважаючим числом ізольованих газових осередків. Якщо в матеріалі переважають осередки, що повідомляються, то він називається *поропластом*.

CHAPTER 3. SYSTEM WITH A SOLID DISPERSION MEDIUM. COMPOSITE MATERIALS

Disperse system of solid dispersion medium, or as they are often called, solid ash, despite the enormous practical importance, still drawn in colloid chemistry comparatively little attention. This is due to their unusual compared with other systems based dispersion properties. It is clear that for systems with solid dispersion medium is meaningless to talk about such important features of other dispersed systems as molecular-kinetic properties, aggregate stability and so on. Consider some of these systems and their specific properties.

Colloid and microheterogeneous system with solid dispersion medium can be divided into systems with gas, liquid and solid dispersed phase.

Solid foam

Systems with solid dispersion medium and gas solid phase H / T is often called solid pins. Solid foam, as well as rare as a result of large bubbles of gas phase usually refers to microheterogeneous or even coarse systems. Examples of natural solid foam may be pumice - porous spongy, porous very light rock of volcanic origin, used as an abrasive for polishing and grinding, as well as in the construction business for manufacturing pemzobetonu. With artificial solid foams can be called foam and foam, is widely used as building and insulation materials. Foam is used for water purification industry in biofilters, decorative and acoustic purposes. The advantages of this material is low density, low thermal conductivity and very high strength, due to their cell structure and strength of the dispersion medium.

This also should include artificial sponge material made from polymers (microporous rubber, various foams). Foam - gas-filled plastic with a predominant number of isolated gas cells. If the material is dominated by cells, communicating, it is called poroplastom.

Поропласти, проникні для води і газів, в порівнянні з пінопластами мають гірші тепло- і електроізоляційні властивості, але вони мають більш високу звуко- і віброізоляційну здатність.

Серед пінопластів особливе місце займають еластичні піноматеріали - *поролони*. Вони характеризуються малою об'ємною масою (всього $30-40 \frac{\text{кг}^3}{\text{м}^3}$), хорошими теплоізоляційними властивостями, повітряній непроникністю і стійкістю до олій і бензину. Поролони застосовуються для виготовлення подушок сидінь, матраців, меблів, теплих прокладень одягу і взуття, а також для упаковки меблів, посуду і так далі.

Спінювання харчових продуктів посилює сприйняття смаку їжі, робить її привабливішою. У великій шані тверда піна у кондитерів. Споживчі смакові якості пастили, зефіру, безе, суфле визначаються тим, що ці продукти є затверділими піни. У торті "Пташине молоко" тверда піна утворюється з полісахаридів (зокрема агар-агару), сиропу, вершкового масла і згущеного молока.

Спінювання відбувається при виготовленні тіста. У дріжджовому тісті живі дріжджі викликають бродіння, при якому утворюється вуглекислий газ, що спінює тісто. У інших випадках в тісто додають соду або карбонат амонію, що розкладаються при нагріванні з утворенням вуглекислого газу. Перед формуванням в тісті утворюються бульбашки, що мають круглу і овальну форму. Відстань між бульбашками не менше 0.5 мм, а газопроникність відсутня, тому в тісті пори не зливаються. При зростанні температури в процесі випічки хліба газ в порах розширюється, перегородки стоншуються і можуть розірватися. Пори укрупнюються і набувають неправильної форми. Діаметр пор хлібного м'якуша може досягати декількох міліметрів.

Кількісно об'єм газових включень визначається пористістю. Пористість показує, яку частину об'єму займає газова дисперсна фаза від об'єму усієї системи. Пористість тіста може досягати 10%, а пористість хліба коливається від 52 до 76%.

Poroplasty, permeable to water and gases, compared to the foam have the worst thermal and electrical properties, but they have a higher sound and vibration control ability.

Among the special place foam elastic foam - foam. They are characterized by low bulk density (of $30-40 \frac{\text{kg}^3}{\text{m}}$), good insulation properties, air tightness and resistance to oils and gasoline. Foam rubber used for the manufacture of cushions, mattresses, furniture, padded warm clothes and shoes, as well as packing furniture, dishes and so on.

Foaming food enhances the perception of the taste of food, making it more attractive. In a large Shan hard foam in pastry. Consumer taste of candy, marshmallow meringue souffle determined that these products are hardened foam. In the cake "Bird's milk" hard foam is formed of polysaccharides (eg agar-agar), syrup, butter and condensed milk.

Foaming occurs during manufacturing test. In the living yeast dough cause fermentation in which the carbon dioxide formed that spinyuye dough. In other cases, the dough add soda or ammonium carbonate, which decompose when heated to form carbon dioxide. Before the formation of bubbles in the dough formed with round and oval in shape. The distance between the bubbles not less than 0.5 mm, and gas permeability is missing, so the dough pores do not merge. When the temperature rises during baking bread expanding gas in the pores, walls become thinner and may burst. The pores become larger and irregularly shaped. Breadcrumb pore diameter can reach several millimeters.

Quantitatively, the volume of gas inclusions defined porosity. The porosity shows the volume of gas occupies a dispersed phase volume of the entire system. Porosity test can reach 10%, and bread porosity ranges from 52 to 76%.

Тверді емульсії

Системи з твердим дисперсійним середовищем і рідкою дисперсною фазою - Р/Т, які називають *твердими емульсіями*, зустрічаються досить рідко. Прикладом таких систем може служити так званий *чорний фосфор*, що виходить шляхом диспергування ртуті в розплавленому фосфорі.

Особливі властивості мають капілярно-пористі тіла, тверде дисперсійне середовище яких пронизане порами капілярних розмірів. Якщо капіляри пронизані газом, то ці тіла утворюють систему типу Р/Т, а у разі поглинання води - типу Р/Т. Можливе заповнення рідиною частини пор, тобто утворення системи Г, Р/Т.

До капілярно-пористих тіл відносять деревину, тканини, папір, цеглину, повсть, фетр, які залежно від змісту води можна розглядати як системи типу Г/Т, Р/Т, Г, Р/Т.

Як би не ущільнювали бетон, в нім завжди є пори. Типова форма цих пор - сітка з коротких циліндричних каналів діаметром від 0.7 до 1000 нм. Особливе значення набуває стан води в порах бетону. Вода, заповнюючи пори, стає головним ворогом бетону.

Ґрунти також можна розглядати як капілярно-пористі тіла. Пористість Ґрунтів коливається, головним чином, від 40 до 60%, в торф'яних Ґрунтах вона зростає до 90%, а в заболочених знижується до 27%. Поровий простір Ґрунту заповнений повітрям, в якому знаходяться леткі органічні сполуки. Крім того, там же поміщається рідка частина Ґрунту - Ґрунтовий розчин, що здійснює перенесення речовин усередині Ґрунту, винесення їх з Ґрунту, постачання рослин водою і розчиненими речовинами. Таким чином, поровий простір є важливим чинником, який визначає родючість Ґрунтів.

Тверді золи

Найбільше значення мають системи Т/Т з твердою дисперсною фазою і дисперсійним середовищем. До цього класу колоїдних і мікрогетерогенних систем відносяться деякі забарвлені коштовні і напівкоштовні камені, кольорове скло, емалі, багато мінералів, гірські породи, деякі сплави.

Solid emulsion

Systems with solid and liquid dispersion medium dispersed phase - R / T, called solid emulsions, are rare. Examples of such systems may be so-called black phosphorus, which is obtained by dispersing the mercury in the molten phosphorus.

Specific properties are capillary-porous body, solid dispersion medium which permeated capillary pore size. If capillaries permeated gas, these bodies form a system type R / T, and if the absorption of moisture - such as R / T. Possible liquid filling of pores, ie the formation of a system G, R / T.

By capillary-porous bodies include wood, cloth, paper, brick, felt, felt that depending on the moisture content can be viewed as systems such as G / T, P / T, L, P / T.

Whatever compacted concrete, as it is always a time. The standard form of pores - net of short cylindrical channels with a diameter of 0.7 to 1000 nm. Of particular importance is the state of water in the pores of the concrete. The water filling the pores, is the main enemy of concrete.

Soils also be seen as capillary-porous body. The porosity of the soil varies mainly between 40 and 60% in peat soils, it increases to 90% and in wetlands is reduced to 27%. Soil pore space filled with air, which contains volatile organic compounds. In addition, there is placed the liquid part of the soil - soil solution that provides the transport of substances within the soil, making them from the soil, plants supply water and dissolved substances. Thus, the pore space is an important factor determining soil fertility.

Solid ash

The most important are the system T / T with a solid dispersed phase and dispersion medium. This class of colloidal and microheterogeneous systems are expensive and some colored semi-precious stones, colored glass, enamel, many minerals, rocks, some alloys.

Коштовні і напівкоштовні камені є, як правило, глиноземом або кварцем з оксидами різних металів, що диспергують в них. У природних рубінах і смарагдах такими домішками є оксиди хрому. Мінливе забарвлення олександрита викликане невеликою домішкою хрому. Залежно від довжини хвилі світла, що падає, олександрит здатний по-різному розсіювати світло і тому міняє своє забарвлення: при денному освітленні він смарагдово-зелений, а при штучному - вишнево-червоний.

Кольорове скло є звичайним силікатним склом, що містить нікчемні домішки колоїдної речовини, що диспергує, надає склу забарвлення. Наприклад, рубінове скло, яке отримували ще Ломоносов, містить у вигляді дисперсної фази високодисперсне золото. Зміст золота в рубіновому склі коливається від 0.01%(рожеве скло) до 0.1%(яскраво-червоне скло), а розмір часток складає 4-30 нм, рідко перевищуючи 150 нм. Менш дороге скло з тим же рубіновим забарвленням може бути отримано диспергуванням(замість Au) Ag , Cu , Se . Скло інших кольорів можна отримати при сплаві скла з іншими речовинами.

Емалі – склоподібні непрозорі дисперсії - наносять в розплавленому стані на металеві або керамічні поверхні, щоб надати їм красивому вигляду або великій стійкості до дії хімічних чинників. Вони є також силікатними стеклами, в яких містяться частки пігментів, що надають емалям непрозорість і забарвлення. Як такі пігменти можуть використовуватися оксиди і солі, наприклад, SiO_2 , TiO_2 , $Ca_3(PO_4)_2$.

Дуже близьке до кольорового силікатного скла скло, отримане сплавом оксидів металів з *бурою*. Як відомо, таке скло ("перли") має велике значення в аналітичній хімії, оскільки його колір може вказувати на хімічну природу сплавленої з бурою речовини.

Дуже цікавим представником даних дисперсних систем є *блакитна кам'яна сіль*, що зустрічається в природі. Причиною блакитного забарвлення кам'яної солі є присутність в кристалах $NaCl$ нікчемної кількості(0.0001%) колоїдного металевого натрію, що диспергує. Зидентопф ще в 1905 році отримав блакитну кам'яну сіль штучно, нагріваючи кристали $NaCl$ в парах Na .

Precious and semi-precious stones are usually quartz or alumina oxides of different metals are dispersed them. In natural rubies and emeralds such impurities are oxides of chromium. Changing color alexandrite caused little touch of chrome. Depending on the wavelength of light falling, alexandrite is able to diffuse light differently and therefore changes its color: in daylight it is emerald green and artificial - cherry red.

Colored glass is a common silicate glass containing negligible impurities colloidal substances dispersed provides glass color. For example, ruby glass, which has received Lomonosov, includes a dispersed phase highly dispersed gold. Content gold ruby glass varies from 0.01% (pink glass) to 0.1% (bright red glass) and the particle size is 4-30 nm, rarely exceeding 150 nm. Less expensive glass with the same ruby color can be obtained by dispersing (instead of Au) Ag, Cu, Se. Glass of other colors available in glass alloy with other substances.

Enamel - glassy transparent dispersion - applied in the molten state in a metal or ceramic surface to make them look beautiful and great resistance to chemical factors. They are also silicate glasses containing particles of pigments that provide opacity and color enamel. As such pigments can be used oxides and salts, such as, SiO_2 , TiO_2 , $Ca_3(PO_4)_2$.

Very close to the silica glass colored glass, alloy metal oxides obtained from brown. As you know, a glass ("Pearl") is of great importance in analytical chemistry because the color may indicate the chemical nature fused with brown substance.

Very interesting data representative of disperse systems is blue rock salt that is found in nature. The reason for the blue color of rock salt is NaCl crystals in the presence of insignificant amount (0.0001%) of colloidal metallic sodium dispersed. Zydentopf in 1905 was artificially blue rock salt, NaCl crystals by heating in pairs Na.

Спочатку сіль набувала жовтого забарвлення, що відповідає високій мірі дисперсності часток *Na*. Проте при подальших послідовних нагріваннях і охолодженнях відбувалася поступова агрегація часток натрію і забарвлення кристалів ставала блакитною. Досліди, проведені пізніше, показали, що штучна блакитна сіль може бути отримана і при дії на кристали *NaCl* рентгенівських променів і радіоактивного випромінювання.

Наявність у блакитній кам'яній солі часток металевого *Na* підтверджується тим, що розчинення такої солі у воді супроводжується помітним виділенням водню, що звільняється з води, яка розкладається натрієм. Утворення металевого натрію в кам'яній солі в природних умовах пояснюється тим, що іони натрію можуть відновлюватися до металу за рахунок приєднання електронів під дією β -випромінювання. Джерелом радіоактивного випромінювання в гірських породах може служити радіоактивний ізотоп ^{40}K , завжди присутній в невеликих кількостях в кам'яній солі. Обчислення показують, що калію, що міститься в кам'яній солі, цілком вистачає, щоб викликати появу блакитного забарвлення впродовж геологічних періодів.

Дуже важливими представниками систем типу Т/Т є гірські породи. Структура багатьох вулканічних порід пояснюється тим, що різні компоненти магми при її застиганні виділяються у вигляді кристалів і утворюють таким чином дисперсну фазу. Осадкові породи мають колоїдну структуру внаслідок того, що утворюються при осіданні в континентальних або морських водах найдрібніших часток кремнезему, глинистих мінералів, гумусових речовин, гідроксиду заліза, панцирів діатомових водоростей. Слід зазначити, що, у свою чергу, гірські породи є матеріалом, з якого в результаті вивітрювання і розмивання в природі утворюються аерозолі і ліозолі.

Дуже важливими системами Т/Т є гетерогенні сплави, до яких належать більшість технічних металів. Залежно від умов отримання сплав може мати будову що відповідає молекулярному розчину, колоїдній системі і грубодисперсній системі.

Originally acquired salt yellow color that corresponds to the high degree of dispersion of particles Na. However, in subsequent successive heating and cooling has grown aggregation of particles of sodium and color crystals became blue. Experiments conducted later showed that artificial blue salt can be obtained by the action of NaCl crystals of X-rays and radiation.

The presence of blue rock salt particles of metallic Na confirmed that the dissolution of this salt in water the distinct hydrogen liberated from water, which decomposes sodium. The formation of metallic sodium in rock salt in vivo because the sodium ions are reduced to metal by the addition of electrons under the influence of β -radiation. The source of radiation in rocks may be radioactive isotope ^{40}K , always present in small quantities in rock salt. Calculations show that potassium contained in rock salt, is enough to cause a blue color over geological periods.

Very important representatives of type T / T are rocks. The structure of many volcanic rocks because the various components of magma during its solidification isolated as crystals and thus form a dispersed phase. Sedimentary rocks are colloidal structure due to the fact formed by subsidence in the continental or marine waters of tiny particles of silica, clay minerals, humic substances, iron hydroxide, shells of diatoms. It should be noted that, in turn, rocks are the material from which the result of weathering and erosion naturally formed aerosols and liozoli.

Very important systems T / T is heterogeneous alloys, which include most technical metals. Depending on the alloy may be receiving structure corresponding to a molecular solution, colloidal system and coarse system.

Наприклад, в сталі ми зустрічаємося з усіма переходами від істинного розчину (аустеніт) через колоїдні розчини (мартенсіт) аж до мікрогетерогенних систем (перліт). У чавуні дисперсною фазою є частки вуглецю, розміри яких близькі до колоїдних.

До цього ж типу систем, певною мірою, можна віднести тканини рослин і тварин і особливо кістки - складну систему, в якій надтонкі кристали гідрофосфату кальцію (апатиту), що мають міцність, армують своєрідні структури волокнини колагену - спіралі, навиті з різним кроком і в різних напрямках.

З типових колоїдних властивостей у систем з твердим дисперсійним середовищем, мабуть, краще всього виражена здатність до *світлорозсіювання*. Термін "опалесценція" пішов від мінералу опалу, що має сильно виражену здатність розсіювати світло. Цікаво, що рубінове скло стало Зидентопфу і Зигмонду об'єктом для перших ультрамікроскопічних спостережень. Зрозуміло, що світлорозсіювання в системах Т/Т можна спостерігати тільки тоді, коли дисперсійне середовище прозоре.

Звичайна коагуляція в системах Т/Т неможлива із-за величезної в'язкості середовища, що перешкоджає зіткненню часток між собою. Проте все ж деяке укрупнення часток в таких системах можливе за рахунок ізотермічної перегонки речовини дисперсної фази. Таке укрупнення часток спостерігається, наприклад, при тривалому нагріванні рубінового скла при температурі, коли тиск пари металу вже досить високо. При дуже високих температурах, коли відбувається плавлення дисперсійного середовища, в подібних системах може спостерігатися і істинна коагуляція. При цьому якщо середовище прозоре, міняється і колір системи. Наприклад, при високій температурі червоний колір рубінового скла переходить у фіолетовий, а потім в синій внаслідок агрегації часток. Цікаво, що двоокис олова, присутній в склі, чинить захисну дію і перешкоджає утворенню агрегатів.

For example, in steel, we meet with all the transitions from the true solution (austenite) due to colloidal solutions (martensite) until microheterogeneous systems (perlite). In the iron particles dispersed phase is carbon with dimensions similar to colloidal.

The same type of systems, to some extent, include plant and animal tissues, especially bone - a complex system in which ultra-thin crystals of calcium hydrogen phosphate (apatite) with strength, reinforced peculiar structure of collagen fibrils - spiral wound with different step in different directions.

With typical colloidal properties in systems with solid dispersion medium is perhaps best expressed the ability to light scattering. The term "opalescence" out of the mineral opal, which has strongly pronounced ability to scatter light. Interestingly, ruby glass was Zydentopfu and Zyhmondu target for the first ultramicroscopic observations. It is clear that light scattering in systems T / T can be seen only when the dispersion medium is transparent.

Normal coagulation systems T / T is not possible because of the huge viscosity of the medium, which prevents particles colliding with each other. But still some consolidation of shares in such systems is possible by isothermal distillation substance dispersed phase. This consolidation of particles observed, such as ruby glass prolonged heating at a temperature where the vapor pressure of the metal are quite high. At very high temperatures, melting occurs when the dispersion medium in such systems can be observed and true coagulation. Moreover, if the environment is transparent, and color changing system. For example, at high temperature red ruby glass turns into purple, then blue due to aggregation of particles. Interestingly, tin dioxide present in the glass, has a protective effect and prevents the formation of aggregates.

Способи отримання

Дисперсні системи Т/Т утворюються зазвичай методом конденсації з розплаву. При охолодженні розплаву, що є гомогенною системою, виділяється дисперсна фаза, яка і залишається розподіленою у вигляді часток того або іншого розміру в затверділій системі. Таким чином виходять гірські породи при застиганні магми. Пінопласти в промисловості отримують дещо іншим способом. У полімер вводять піноутворювач, який при нагріванні або якій-небудь іншій дії виділяє газ. Останній може залишатися в полімері у вигляді найдрібніших замкнених бульбашок або утворювати в ній звивисті незамкнуті пори.

При отриманні систем з твердим дисперсійним середовищем методом диспергування в розплавленому середовищі диспергують газ, рідину або тверду речовину. Такий розплав, що має ще властивості рідини, називається *пірозолем*. При охолодженні пірозолу він твердне і утворює дисперсну систему з твердим середовищем. Як ми бачили на прикладі рубінового скла, стійкість пірозолу, а отже, і дисперсність системи можна підвищити введенням відповідного стабілізатора.

Композиційні матеріали

До систем Т/Т відносяться і так звані композиційні матеріали (КМ). Одна з фаз є суцільною і називається *матрицею* (основою), а інші розподілені в ній у вигляді часток, волокон, плівок. Дисперсна фаза служить наповнювачем. Якщо матрицею виступає полімер, то його прийнято називати *єднальним*. КМ класифікують за формою дисперсій наповнювача на *волокнисті*, тобто зміцнені волокнами або ниткоподібними кристалами, *дисперсноупрочнені*, в яких дрібні частки містяться в об'ємі матриці, і *шаруваті*, такі, що є поєднаними плівками, шарами різних фаз. Поєднання властивостей матеріалів використовується дуже давно. Раніше поєднання зводилося до одночасного використання двох окремих матеріалів, властивості яких доповнюють один одного. Прообразом композиційних матеріалів є вживані з прадавніх часів для спорудження жител склади з глини, армованої очеретом, що оберігає матеріал від розсипу. Дещо ближче до композиційних матеріалів широко використовуваний залізобетон - бетон з арматурою із залізних лозин.

Methods for getting

Disperse Systems T / T are usually formed by condensation from the melt. When cooled melt is homogenous system stands dispersed phase, which is distributed in the form of particles of a given size in a hardened system. So go out rocks in the solidification of magma. Foam in the industry are in a different way. In polymer injected foam, which when heated or in any other action allocates gas. The latter may be a polymer in the form of tiny bubbles or closed form wherein winding not closed pores.

Upon receipt of paved dispersion medium by dispersing in a molten medium dispersed gas, liquid or solid. This melt having more fluid properties, called pirozolem. Upon cooling pirozolyu it hardens and forms a dispersed system with a solid medium. As we have seen in the example of ruby glass, pirozolyu stability, and hence the dispersion system can increase the introduction of appropriate stabilizer.

Composite materials

By systems T / T include the so-called composite materials (CM). One of the solid phase is called the matrix (base), while others distributed it in the form of particles, fibers, films. Dispersed phase is filled. If the polymer matrix serves, its called binder. KM classified according to form dispersions in fibrous filler that is reinforced with fibers or whiskers, dyspersnouprochneni in which small particles contained in the bulk matrix and layered such that there is a combined films, layers of different phases. The combination of properties used for ages. Previously combination reduced to the simultaneous use of two different materials, whose properties are complementary. The prototype composite materials are used since ancient times for the construction of housing stocks of clay reinforced with reeds, which protects the material from loose. Something closer to composite materials widely used concrete - concrete with reinforcement rods of iron.

Нині розроблені методи поєднання різних компонентів в одному матеріалі, що об'єднує властивості початкових компонентів. Надзвичайно важливим відкриттям стало виявлення того факту, що композиційний матеріал, як правило, не проста комбінація складених компонентів. Виявилось, що він має свої власні, тільки йому властивими властивостями. Ці властивості можна регулювати шляхом зміни адгезії між матрицею і наповнювачем, варіюванням кількісного співвідношення між компонентами, заміною одного наповнювача іншим. Велике значення для досягнення заданих властивостей КМ мають форма і розміри часток наповнювача. Принципи, закладені в методах отримання композиційних матеріалів, дають можливість регулювати такі їх властивості, як міцність, пружність, еластичність, пластичність, жароміцність, стираність, звукопоглинання, електропровідність і інші спеціальні властивості.

У закономірностях зміни властивостей композиційних матеріалів багато аналогій із закономірностями структуроутворення в суспензіях. Адгезія між наповнювачем і матрицею - головна умова для отримання КМ. Відсутність адгезії призводить до того варіанту, який використовувався в древні часи : кожен компонент в системі виступає як самостійний матеріал. Адгезія сприяє ущільненню матриці внаслідок утворення щільніших поверхневих шарів на міжфазних межах. Вона забезпечує передачу навантажень від однієї фази іншій, в результаті навантаження розподіляється між обома фазами.

Прочностные властивості різко зростають за рахунок утворення просторової сітки з часток дисперсної фази. Чим анізодіаметричніше форма часток, тим при меншій їх концентрації формується просторова структура. Особливо ефективні в цьому відношенні волокнисті наповнювачі, що широко використовуються як армуючий компонент, основну частину механічних навантажень на матеріали з таким наповнювачем приймає просторова сітка з наповнювача, матриця передає ці навантаження від частки до частки, і якщо вона м'якша за наповнювача, то служить, крім того, в якості амортизатора.

Прочностні, пружні і інші механічні властивості просторової сітки, безумовно, залежать від природи наповнювача, дисперсності і форми його часток.

Now developed methods combining different components in one material that combines the properties of the original components. It is extremely important discovery was the discovery of the fact that the composite material is generally not a simple combination of composite components. It turned out that it has its own, only his inherent properties. These properties can be adjusted by changing the adhesion between matrix and filler, the proportion varying between components, replacing one another filler. Of great importance to achieve the specified properties CM with the shape and size of the filler particles. The principles laid down in the methods of obtaining composite materials make it possible to adjust their properties such as strength, stiffness, elasticity, flexibility, heat resistance, abrasion, absorption, electrical and other special properties.

In the patterns of change in the properties of composite materials many similarities with the laws of structure formation in suspensions. The adhesion between filler and matrix - the main condition for the CM. Lack of adhesion causes the version that was used in ancient times: each component in the system is an independent material. Adhesion promotes compaction of the matrix by the formation of a denser surface layers at interfaces within. It provides transfer loads from one another phase, resulting load is distributed between the two phases.

Prochnostnye properties soar through the formation of spatial grid of particles of the dispersed phase. What anizodiametrychnishe form of particles, the concentration at lower spatial structure is formed. Especially effective in this respect fibrous fillers, which are used as reinforcing component, the bulk of the mechanical stress on materials with the filler takes spatial grid with filler matrix transfers this burden of proportion to the share and if it softer for the filler, it is in addition, as a shock absorber.

Of strength, elastic and other mechanical properties of spatial grid, of course, depend on the nature of the filler dispersion and shape of its particles.

Наприклад, мінеральні наповнювачі підвищують жорсткість матеріалу. Зростання дисперсності волокон призводить до збільшення пружної деформації. Каучукоподібні наповнювачі надають матеріалу еластичність, ударну міцність. Велике значення для забезпечення довгострокової служби КМ має зняття внутрішньої напруги, сприяючої передчасному руйнуванню матеріалу. У бетонах внутрішню напругу знижують за допомогою вібрації при твердненні або додаванні ПАР, у металів це досягається введенням спеціальних модифікаторів (зазвичай поверхнево-активних), у тому числі гетерофазних включень.

До композиційних відносяться матеріали, що отримуються методом спрямованої кристалізації евтектичних структур. Моно- і полікристалічні нитки або частки усередині матеріалу утворюються при твердненні розплаву з додаванням каталізаторів кристалізації. Таким методом отримують металеві, склокристалічні матеріали (*сіталли*), деякі види мінеральних бетонів і кераміки.

Розглянемо деякі КМ на основі різних матриць і наповнювачів. Одними з перших були отримані композиційні матеріали з полімерною матрицею. До них відносяться *гума* і *ебоніт*. При виготовленні гуми разом з іншими компонентами, що додаються до каучуку, в якості наповнювача використовують сажу, яка різко підвищує міцність гуми. Особливо великий її вплив на синтетичні каучуки, міцність на розтягування яких зростає в результаті наповнення сажею в 5-10 разів. Замість звичайної сажі іноді застосовують так звану білу сажу, що є високодисперсним гідрофобним діоксидом кремнію.

Ебоніт - твердий матеріал високої міцності. Матриця ебоніту є сильно вулканізованим сирим каучуком, а в якості наповнювача застосовують сажу, антрацитовий пил та ін.

Волокнисті наповнювачі для армування полімерів використовують при виготовленні *склопластиків*. Скляне волокно отримують з розплавленого скла шляхом продавлювання розплавленої скломаси через фільтри, при розділенні її струменя перегрітою парою, стислою повітрям, під дією відцентрових сил і так далі.

For example, mineral fillers increase the hardness of the material. Increase fiber dispersion leads to an increase in elastic deformation. Kauchukopodibni fillers provide material elasticity, impact strength. Great value for long-term service KM is the removal of internal stress, promoting premature degradation of the material. In concrete reduces internal stresses by vibration during solidification or addition of surfactants in metals is achieved by introducing special modifiers (usually surfactants), including heterophase inclusions.

To include composite materials obtained by directional solidification of eutectic structures. Mono and polycrystalline filaments or particles inside the material formed during solidification of the melt crystallization with the addition of catalysts. In this method are metal, sklokystalichni materials (Sitall), some mineral concrete and ceramics.

Consider some KM based on various matrices and fillers. One of the first received composite materials with polymeric matrix. These include rubber and Latinas. In the manufacture of rubber along with other components that are added to the rubber is used as a filler carbon black, which dramatically increases the durability of rubber. A particularly large impact on its synthetic rubbers, tensile strength which increases as a result of filling soot 5-10 times. Instead of the usual soot sometimes use so-called white carbon black, which is with fine hydrophobic silica.

Ebonite - solid high strength. Matrix is much hard rubber vulcanized rubber raw, and is used as a filler carbon black, anthracite dust and others.

Fiberfill for reinforcing polymers used in the manufacture of fiberglass. The glass fiber is produced from molten glass by forcing molten glass through dies, the separation of the jet superheated steam, compressed air by centrifugal force and so on.

Залежно від призначення отримують скляне волокно з товщиною ниток 20-50 мкм. У склопластиках скловолокно армують зазвичай епоксидними і поліефірними смолами, з якими забезпечується задовільна адгезія. Міцність склопластика при значній його легкості досягає міцності сталі. Із склопластиків виготовляють труби, баки, деталі для автомобілів, літаків, контейнери, вагони.

Хороші технологічні властивості мають волокна на основі вуглецю(вугілля, графіт). Вони мають високу міцність, можуть бути отримані дуже тонкими. Вуглецеві волокна дешеві і доступні, ними наповнюються матриці різної природи. КМ, що складається з ниток графіту і пов'язаний епоксидною смолою, термостійкий і кислотостійкий, він застосовується для деяких деталей ракет. Нитки графіту, що мають питому поверхню 3×10^4 /кг, мають чудову властивість. З них виготовляють електроди, які здатні витягнути розчинене золото і накопити 50 кг благородного металу на 1 кг волокна. Після насичення золотом вуглець випалюють, і золото залишається в зливках. Подібний електролізер майже в 100 разів краще ванн з плоскими електродами і дозволяє більш повно витягнути золото.

У металевих композиційних матеріалах в якості наповнювачів використовують порошки і волокна різного походження. Широке поширення отримали металеві волокна W, Mo, нержавіючій сталі, волокна з оксидів Al і B, карбиду Si та ін. Застосовуються механічні способи отримання металевих волокон, дроти, що полягають в простяганні, або нарізуванні металеві стружки. Волокна легкоплавких металів отримують з їх розплавів методом фонтанування, розпиленням стислим повітрям та ін.

Основна складність у виробництві металевих КМ полягає в тому, що необхідно забезпечити рівномірний розподіл порошку або волокна в об'ємі матриці. Прикладом металевого КМ є спечений алюмінієвий матеріал САП, алюміній, що є, зміцнений дисперсними частками Al_2O_3 . Матеріал має велику питому міцність і теплостійкість, завдяки чому замінює нержавіючі сталі в авіації, атомній техніці і хімічній промисловості.

Depending on the purpose of receiving glass fiber strands with a thickness of 20-50 microns. In fiberglass fiberglass reinforced epoxy and usually polyester, which provided satisfactory adhesion. The strength of fiberglass with considerable ease up his strength steel. Made of fiberglass pipes, tanks, parts for cars, aircraft, containers and railway cars.

Good technological properties are based on carbon fibers (carbon, graphite). They have high strength, can be very subtle. Carbon fibers are cheap and available, they are filled with a matrix of different nature. KM consisting of graphite yarns and related epoxy, heat-resistant and acid resistant, it is used for some parts of rockets. Threads graphite with a specific surface $3 \times / \text{kg}$, with excellent properties. Of these electrodes are made that are able to extract dissolved accumulate gold and precious metal 50 kg per 1 kg of fiber. After saturation of the carbon burn gold and gold bullion remains. Such an electrolyzer almost 100 times better bathrooms and flat electrodes can more fully extract the gold.

In metal composite materials are used as filler powders and fibers of different origin. Widespread metal fibers W, Mo, stainless steel fiber with oxides of Al and B, Si carbide and others. Used mechanical methods of obtaining metal fibers, wires are to strike or cutting metal chips. Fusible metal fibers derived from them by melt flowing, spray compressed air and others.

The main difficulty in producing metal KM is the need to ensure equitable distribution of powder or fibers in the bulk matrix. An example is a sintered metal KM aluminum material CAP, aluminum, which is reinforced with dispersed particles of Al_2O_3 . The material has a high specific strength and heat resistance, thus replacing the stainless steel in aviation, nuclear engineering and chemical industries.

За допомогою електрофорезу і електролізу отримують композиційні металополімерні покриття і матеріали. У металополімерних покриттях захисні властивості полімерів доповнюються металевими, що дозволяє регулювати їх електричні і магнітні параметри.

Поєднання позитивних властивостей металів і полімерів знаходить застосування в КМ для сухих мастил. Так, фторопласт має низьку теплопровідність і зносостійкість. Фторопласт у поєднанні з бронзою, міддю і наповнювачем є прекрасним сухим мастилом.

Методи колоїдної хімії іноді є єдиними для вирішення деяких технічних завдань. Поєднання седиментації з електрофорезом дозволяє формувати покриття люмінофорів на екранах електронно-променевої трубок і оксидних з'єднань в чутливих елементах газоаналізаторів. Композиційні покриття на основі оксидів хрому і титану отримують електроосадженням з суспензій. Ці покриття підвищують зносостійкість і довговічність машин і механізмів.

До терпких матеріалів належать гіпс і так званий *портландцемент*. Останній є сумішшю мінеральних речовин, що містить CaO , SiO_2 , а також Al_2O_3 і Fe_2O_3 , гіпс і активні добавки. Найважливіші властивості портландцементу - підвищена міцність, твердість, водостійкість і морозостійкість - роблять його основним матеріалом для бетонних покриттів автомобільних доріг, злітно-посадочних смуг аеродромів і інших будівництв.

Велике практичне значення має асфальт - суміш бітуму з подрібненими мінеральними наповнювачами (піском, гравієм, щебенем).

Нині відбувається своєрідне відродження кам'яного століття. Нового життя набуває кераміка, що отримується з глини. З кераміки можна виготовляти двигуни внутрішнього згорання, деталі автомобілів і навіть двигуни для літаків. У Японії виготовлені керамічні двигуни для малолітражних автомобілів, які здатні працювати при 1000°C з використанням важких фракцій нафти.

Широке застосування знаходять КМ в космічних технологіях. КМ використовуються для створення космічних апаратів і їх вузлів, двигунів, одягу космонавтів, численних приладів і допоміжних пристроїв.

Using electrophoresis and electrolysis are metalopolimerni composite coatings and materials. In metalopolimernyh Protecting metal properties of polymers are complemented to regulate their electrical and magnetic parameters.

The combination of positive properties of metals and polymers is used in the CM for dry oils. Thus, PTFE has a low thermal conductivity and durability. PTFE is combined with bronze, copper and filler is an excellent dry lubricant.

Methods Colloid sometimes the only solution to some technical problems. The combination of sedimentation electrophoresis coating allows you to create phosphors on the screen cathode ray tubes and oxide compounds in sensitive cell analyzers. Composite coating based on oxides of chromium and titanium are electrodeposition of suspensions. These coatings increase wear resistance and durability of machines.

By binding materials include plaster and so-called Portland cement. The latter is a mixture of minerals containing CaO , SiO_2 , Al_2O_3 and a Fe_2O_3 , gypsum and supplements. The most important properties of Portland cement - high strength, hardness, water resistance and frost - make it the main material for concrete pavement of roads, runways of airfields and other construction projects.

Great practical importance asphalt - a mixture of bitumen and crushed mineral fillers (sand, gravel, crushed stone).

Today is a kind of revival of the Stone Age. New life becomes ceramics derived from clay. Ceramics can produce internal combustion engines, car parts and even aircraft engines. In Japan, made of ceramic engines for small cars that are capable of operating at 1000°C using heavy oil fractions.

Are widely used in space technology KM. CM used to build spacecraft and their components, engines, clothing astronauts, numerous devices and assistive devices.

Так, орбітальні станції обшиті багат шаровою, зробленою з КМ тканиною екранно-вакуумної ізоляції. Ця тканина тривалий час витримує перепади температур, дія сонячного і інших випромінювань, служить бар'єром для метеоритів.

Ще в 1933 році в ракеті ГИРД- 09 застосовувалося так зване гібридне паливо, яке було гелем. Окрім пального і окисника, для інтенсифікації горіння додавався металевий порошок, а для утворення гелю - засіб, що желатинує. Паливо ракети виходило із загущеного каніфоллю бензину, а окисником служив рідкий кисень. Нині використовується тверде ракетне паливо: воно безпечно, легше транспортується і зберігається, простіше в експлуатації. Неорганічний окисник таких палив, наприклад перхлорат амонію, і вискодисперсні порошки металів (частіше за алюміній), складають дисперсну фазу. Дисперсійним середовищем, що займає 10-20% об'єму, служить пальне - каучуки, смоли, полімери. Для регулювання горіння додають пластифікатори, каталізатори і ПАР. Каучуки, смоли і полімери можуть одночасно грати роль єднальних речовин.

Вискодисперсні порошки металів підвищують енергетичні можливості твердих палив, але іноді ускладнюють процес горіння. Так, магній здатний випаровуватися; на порошках алюмінію, берилію і деяких інших металів утворюється шар оксиду, що екранує дію порошоків. Спеціальні добавки в паливо запобігають цим негативним властивостям металевих порошоків.

У американських кораблях типу "Шаттл" змонтовані два двигуни на твердому паливі. Ці двигуни використовують як прискорювачі польоту корабля після старту. Тверде паливо є дисперсною системою, що містить 70% перхлорату алюмінію, 16% алюмінієвого порошку, 12% спеціального каучуку і 2% інших компонентів.

Thus, space stations covered with multilayer made from KM cloth screen-vacuum insulation. This fabric can withstand long-term temperature changes, the effect of solar radiation and the other serves as a barrier to meteorites.

In 1933, a rocket HYRD- 09 used a so-called hybrid fuel which was gel. In addition to the fuel and oxidant, to intensify the burning metal powder was added, and for gel formation - means that zhelatynuye. Fuel Rocket came out with rosin gelled gasoline and liquid oxygen oxidant served. Currently used solid rocket fuel, it is safe, easily transported and stored, easier to use. Inorganic oxidant such fuels, such as ammonium perchlorate and superfine powder metal (usually aluminum), are dispersed phase. Dispersion medium, occupying 10-20% of the volume, is fuel - natural rubbers, resins, polymers. To adjust the combustion adding plasticizers, surfactants and catalysts. Rubber, resins and polymers can simultaneously play the role of binder materials.

Superfine Metal improve energy potential of solid fuels, but sometimes difficult process of combustion. Thus, magnesium is able to evaporate; for powdered aluminum, beryllium and some other metal oxide layer is formed, the screening effect powders. Special additives in the fuel to prevent these negative properties of metallic powders.

In American ships such as "Shuttle" two engines mounted on solid fuel. These engines are used as accelerators flight spacecraft after launch. Solid fuel is dispersed system containing 70% aluminum perchlorate, 16% aluminum powder, 12% special rubber and 2% other components.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Медицинская химия часть II (поверхностные явления, основы адсорбционной терапии, коллоиды, высокомолекулярные вещества) : Учебно-методическое пособие / Каплаушенко А.Г., Похмёлкина С.А., Чернега Г.В.,Пряхин О.Р., Авраменко А.И., Юрченко И.А., Щербак М.А., Запорожье, 2012.-137 с.
2. Застосування основних положень колоїдної хімії у фармації та технології парфумерно-косметичних засобів: навч.-метод. посібник / А.Г. Каплаушенко, Г.В. Чернега, І.О. Юрченко та ін. Запоріжжя, 2014.- 242 с.
3. Евстратова К.И. Фізична і колоїдна хімія. - М.: Вища школа, 1990. - 487 с.
4. Зимон А.Д. Світ часток : Колоїдна хімія для усіх. - М.: Наука, 1988. - 192 с.
5. Фролов Ю.Г. Курс колоїдної хімії. - М.: Хімія, 1989. - 395 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Беляев А.П., Физическая и коллоидная химия. М.: «Гэотар Медиа», 2008.
2. Воюцкий С.С. Курс колоїдної хімії. - М.: Хімія, 1976. - 512 с.
3. Захарченко В.А. Колоїдна хімія. - М.: Вища школа, 1989. -
4. Кузнєцов В.В., Усть-Качкинцев В.Ф. Фізична і колоїдна хімія. - М.: Вища школа, 1976. - 277 с.
5. Лук'янов А.Б. Фізична і колоїдна хімія. - М.:Химия, 1988. - 288 с.
6. Писаренко А.П., Поспелова К.А., Яковлев А.Г. Курс колоїдної хімії. - М.: Вища школа, 1964. - 247 с.
7. Равич-Щербо М.И., Новіков В.В. Фізична і колоїдна хімія. - М.: Вища школа, 1975. - 255 с.
8. Сергеев В.Н., Курс коллоидной химии для медицинских вузов. М.: МИА. 2008.
9. Фридрихсберг Д.А. Курс колоїдної хімії. - Л.: Хімія, 1984. - 368 с.
10. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1992.

BASIC REFERENCES

1. Medical Chemistry part II (surface phenomenon, fundamentals of adsorbtsyonnoy therapy, colloidal solutions, HMC): Training and methodological manual / Kaplaushenko A.G., Pohmelkina S.A., Chernega G.V., Pryakhin O.R., Avramenko A.I., Yurchenko I.A., Shcherbak M.A., Zaporozhye, 2012.-137 p.
2. Application of main provisions of Colloid technology in pharmacy and perfumery: Teach. and method. manual / A.G. Kaplaushenko, G.V. Chernega, I.A. Yurchenko [et al.]. Zaporozhye, 2014.- 242 p.
3. Evstratova K.I. Physical and Colloid Chemistry. - M.: High School, 1990. - 487
4. Zymon A.D. World shares: Colloid chemistry for all. - M.: Nauka, 1988. - 192 p.
5. Frolov Y.G. Course colloid chemistry. - M.: Chemistry, 1989. - 395 p.

SUPPORTING REFERENCES

1. Belyaev A.P., Physical Chemistry and kolloydnaya. M.: "Həotar Media", 2008.
2. Voyutskyy S.S., Course colloid chemistry. - M.: Chemistry, 1976. - 512p.
3. Zakharchenko V.A., Colloid chemistry. - M.: High School, 1989. -
4. Kuznetsov V.V., Ust-Kachkyntsev V.F., Physical and Colloid Chemistry. - M.: High School, 1976. - 277 p.
5. Lukyanov A.B., Physical and Colloid Chemistry. - Moscow: Chemistry, 1988. - 288 p.
6. Pisarenko A.P., Pospelov K.A., Yakovlev A.G., Course colloid chemistry. - M.: High School, 1964. - 247 p.
7. Ravich-Scherbo M.I., Novikov V.V., Physical and Colloid Chemistry. - M.: High School, 1975. - 255 p.
8. Sergeev V.N., kolloydnoy course of medical chemistry for high schools. M.: MIA. 2008.
9. Frydryhsberh D.A., Course colloid chemistry. - L.: Chemistry, 1984. - 368 p.
10. Shchukin E.D., Pertsov A.V., Amelyna E.A., Kolloydnaya chemistry. M.: Higher School, 1992.