



РОЛЬ КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Адизова Наргиза Замировна

доцент кафедры «Химической технологии»

Студент:

Халилов Владислав

Бухарский государственный технологический университет

Аннотация: Коллоидная химия является важным разделом физической химии, изучающим дисперсные системы, широко распространённые в природе, технике и биологических объектах. Большинство современных производственных процессов связано с веществами, находящимися в коллоидном состоянии, что определяет актуальность изучения их свойств и закономерностей поведения. В данной статье рассматривается роль коллоидной химии в химической, нефтехимической, пищевой, фармацевтической и экологической промышленности. Особое внимание уделяется проблемам устойчивости дисперсных систем, процессам коагуляции, адсорбции и флокуляции, а также экологическим последствиям накопления коллоидных загрязнений в окружающей среде. Показана значимость коллоидной химии в решении задач охраны окружающей среды и устойчивого развития.

Ключевые слова: коллоидная химия, дисперсные системы, поверхностные явления, коагуляция.

Введение

Современное развитие науки и промышленности невозможно без глубокого понимания процессов, протекающих в дисперсных системах. Коллоидная химия как раздел физической химии изучает вещества, находящиеся в состоянии высокой дисперсности, размеры частиц которых лежат в интервале от $1 \cdot 10^{-9} \text{ м} \leq r \leq 10^{-7} \text{ м}$. Именно такие системы занимают промежуточное положение между истинными растворами и грубодисперсными системами.

Коллоидные системы широко распространены в природе: туманы, облака, почвенные растворы, биологические жидкости являются типичными примерами дисперсных систем. В промышленности коллоидная химия лежит в основе процессов производства красок, пластмасс, лекарственных препаратов, продуктов питания, строительных материалов и нефтепродуктов.



Одновременно с этим коллоидные системы играют значительную роль в формировании экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды микрочастицами, аэрозолями, эмульсиями нефти и стойкими дисперсными загрязнителями.

Основные понятия и характеристики дисперсных систем

Дисперсная система представляет собой совокупность частиц одного вещества, распределённых в другом веществе. Основными компонентами являются дисперсная фаза и дисперсионная среда.

По размеру частиц различают:

истинные растворы,

коллоидные системы,

грубодисперсные системы.

Размер частиц коллоидных систем находится в пределах:

$$10^{-9} \text{ м} \leq r \leq 10^{-7} \text{ м}$$

Важной характеристикой является удельная поверхность:

$$S_{\text{уд}} = \frac{S}{m}$$

где S — площадь поверхности частиц,

m — масса вещества.

С увеличением дисперсности удельная поверхность резко возрастает, что приводит к усилению поверхностных явлений.

Поверхностные явления и энергия

границы фаз

Коллоидные системы обладают значительным запасом поверхностной энергии. Поверхностная энергия определяется выражением:

$$E = \sigma \cdot S$$

где σ — коэффициент поверхностного натяжения,

S — площадь поверхности раздела фаз.

Для уменьшения поверхностной энергии система стремится к укрупнению частиц, что приводит к процессам коагуляции и агрегации.

Давление, возникающее на криволинейной поверхности частицы, описывается уравнением Лапласа:

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{r}$$

Чем меньше радиус частицы, тем выше избыточное давление и тем менее устойчива система.



Устойчивость коллоидных систем

Устойчивость коллоидных систем определяется балансом сил притяжения и отталкивания между частицами. Электростатическая устойчивость связана с наличием двойного электрического слоя.

Потенциал на границе скольжения характеризуется дзета-потенциалом ζ . При уменьшении ζ -потенциала система теряет устойчивость:

$|\zeta| \downarrow \Rightarrow$ коагуляция

Скорость коагуляции можно выразить качественно:

$$v \sim \frac{1}{\eta}$$

где η — вязкость среды.

Роль коллоидной химии в производственных процессах

Химическая и нефтехимическая промышленность

Многие технологические процессы связаны с переработкой коллоидных систем. Нефть представляет собой сложную дисперсную систему, включающую асфальтено-смолистые вещества.

Процессы стабилизации и разрушения эмульсий основаны на управлении поверхностными явлениями:

Нефть-вода + ПАВ $\rightarrow$ устойчивая эмульсия

Пищевая промышленность

Пищевые продукты часто представляют собой коллоидные системы: эмульсии, пены и гели. Устойчивость таких систем определяет срок хранения и качество продукции.

Фармацевтика и медицина

Коллоидные частицы лекарственных веществ повышают биодоступность препаратов. Нанодисперсные формы обеспечивают пролонгированное действие лекарств.

Коллоидная химия в охране окружающей среды

Очистка воды

Большинство загрязнений присутствует в виде коллоидных частиц.

Процесс коагуляции используется для их удаления:

Золь + $AL^{3+} \rightarrow$ осадок

Флокуляция способствует укрупнению частиц:

$N(\text{частица}) \rightarrow$ флоккулы

Адсорбция

Адсорбция загрязнителей на поверхности твёрдых адсорбентов описывается изотермой Ленгмюра:

a =



$$\frac{a_{\max} KC}{1 + KC}$$

Экологические проблемы дисперсных систем

Аэрозольное загрязнение атмосферы

Одной из наиболее серьёзных экологических проблем современности является загрязнение атмосферы аэрозольными частицами. Аэрозоли представляют собой дисперсные системы, в которых твёрдые или жидкие частицы распределены в газообразной среде. Источниками аэрозолей являются промышленные предприятия, транспорт, тепловые электростанции, а также природные процессы, такие как извержения вулканов и лесные пожары.

Мелкодисперсные частицы обладают высокой устойчивостью и могут длительное время находиться во взвешенном состоянии. Скорость их осаждения определяется законом Стокса:

$$v = \frac{2r^2(p-p_0)}{9\eta}$$

где

r — радиус частицы,

p и p_0 — плотности частицы и среды,

η — вязкость газа.

Частицы коллоидного размера практически не оседают под действием силы тяжести, что приводит к их длительному пребыванию в воздухе и распространению на большие расстояния. Это способствует формированию смогов и ухудшению качества атмосферного воздуха.

Загрязнение водных экосистем коллоидными системами

Природные и сточные воды содержат значительное количество коллоидных частиц: глины, органические вещества, нефтепродукты, тяжёлые металлы в адсорбированном состоянии. Особую опасность представляют устойчивые гидрофобные золи, которые практически не осаждаются естественным путём.

Коллоидные частицы способны адсорбировать ионы тяжёлых металлов:



Это приводит к вторичному загрязнению водоёмов и увеличению токсичности среды для живых организмов.



Микропластик как глобальная коллоидно-химическая проблема

Микропластик представляет собой устойчивую дисперсную систему с размером частиц от нанометров до сотен микрометров. Такие частицы обладают высокой химической инертностью и способны длительное время сохраняться в окружающей среде.

Коллоидные частицы микропластика активно адсорбируют органические загрязнители и токсичные вещества:



В результате микропластик становится переносчиком опасных веществ по пищевым цепям, что представляет угрозу для экосистем и здоровья человека.

Нефтяные загрязнения и устойчивые эмульсии

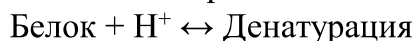
Разливы нефти в водоёмах приводят к образованию устойчивых эмульсий типа «нефть в воде». Эти коллоидные системы затрудняют газообмен, снижают содержание кислорода и нарушают процессы фотосинтеза.

Высокая устойчивость нефтяных эмульсий связана с наличием природных поверхностно-активных веществ — смол и асфальтенов, стабилизирующих капли нефти.

Биологическое значение коллоидных систем

Все живые организмы представляют собой сложные многофазные коллоидные системы. Биологические жидкости — кровь, лимфа, цитоплазма — являются золь-гель системами, свойства которых определяют жизнедеятельность клеток.

Белки в водных растворах образуют гидрофильные коллоиды, устойчивость которых зависит от pH среды и ионного состава:



Процессы коагуляции белков играют важную роль как в нормальных физиологических процессах (свёртывание крови), так и в патологических состояниях.

Коллоидная химия в клеточных процессах

Клеточная мембрана является коллоидной системой, в которой липидные и белковые компоненты образуют сложную дисперсную структуру. Перенос веществ через мембраны осуществляется благодаря адсорбции, диффузии и поверхностным явлениям.

Осмотическое давление в клетках определяется уравнением:

$$\pi =$$

CRT

Нарушение коллоидного равновесия может приводить к разрушению



клеточных структур и гибели организма.

Роль коллоидных систем в экологии живых организмов

Коллоидные свойства почвенных растворов определяют доступность питательных веществ для растений. Гумус является типичным природным коллоидом, способным удерживать воду и минеральные вещества.

Перспективы развития коллоидной химии

Современный этап развития коллоидной химии тесно связан с задачами устойчивого развития и охраны окружающей среды. Одним из перспективных направлений является разработка экологически безопасных коагулянтов и флокулянтов, способных эффективно удалять загрязнения без вторичного загрязнения среды.

Большое внимание уделяется созданию наноструктурированных адсорбентов с высокой удельной поверхностью:

$$S_{\text{уд}} \uparrow$$
$$= > a_{\text{адс}} \uparrow$$

Нанотехнологии и «зелёная» химия

Коллоидная химия лежит в основе нанотехнологий, позволяющих создавать материалы с заданными свойствами. Использование наночастиц в очистке воды и воздуха позволяет значительно повысить эффективность экологических технологий.

Биосовместимые и природные коллоидные системы

Перспективным направлением является использование биополимеров и природных коллоидов, которые легко разлагаются в окружающей среде и не накапливаются в экосистемах.

Роль коллоидной химии в будущем

В условиях роста антропогенной нагрузки коллоидная химия становится ключевой наукой для разработки технологий замкнутого цикла, минимизации отходов и восстановления природных экосистем.

Заключение

Коллоидная химия является важнейшей научной основой современных производственных процессов и экологических технологий. Изучение дисперсных систем позволяет управлять свойствами веществ, снижать уровень загрязнения и разрабатывать устойчивые технологические решения. Экологические проблемы, связанные с дисперсными системами, требуют дальнейших исследований и комплексного научного подхода.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. — М.: Химия, 2018.



2. Свергузова С.В. Коллоидная химия и экология. — СПб.: Лань, 2020.
3. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. — М.: Мир, 2017.
4. Розен М. Поверхностно-активные вещества. — М.: Химия, 2016.
5. Israelachvili J. Intermolecular and Surface Forces. — Academic Press, 2019.