**1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР**

**1.1 Перспективные методы синтеза нанокристаллических оксидов**

Устойчивый интерес к нанообьектам связан с тем, что объекты с размерами в диапазоне от 1 до 100 нм, имеют сложную внутреннею структуру, характеризуются сильными взаимодействиями с соседними структурами; на их основе можно создавать материалы с новыми физическими и химическими свойствами [1].

В настоящее время существует огромное количество разнообразных методов получения нанокристаллических оксидов для различных областей применения в науке и технике.

Наиболее перспективными являются методы сочетающие простоту и доступность с экологической безопасностью и высоким выходом продукта с размером частиц менее 100 нм.

**1.1.1 Золь-гель метод**

Этот метод основан на реакциях полимеризации неорганических соединений (формирование металлооксополимеров в растворах). В водный раствор нитрата иттрия-европия вводят аммиачную воду с образованием осадка гидроксида цинка, нагревают, добавляют органический растворитель, и смесь испаряют при температуре между азеотропной точкой смеси и температурой кипения растворителя. Из нижнего слоя смеси удаляют растворитель, нижний слой сушат и нагревают.[2-4]

Преимуществами метода является то, что он позволяет управлять структурой конечного продукта еще на стадии образования гелей, исключить многочисленные стадии промывки, так как в качестве исходных веществ используют соединения, не вносящие примеси в состав конечного продукта, а также обеспечить получение однородного продукта на молекулярном уровне и его высокую чистоту.

Недостатками метода являются получение агломерированных частиц люминофора и необходимость использования реактивов на основе солей органических кислот, которые на мировом рынке выпускаются в очень ограниченных количествах.

**1.1.2 Гидротермальный синтез**

В данном методе в результате термического разложения нитратов получают оксидов металлов. Преимуществами метода являются высокая чистота и качество получаемых люминофоров. Недостатками этого метода является применение высоких давлений и специального дорогостоящего оборудования[5].

Рисунок 1 Химический реактор высокого давления

**1.1.3 Микроэмульсионный метод**

Согласно этому способу готовят водные растворы основы люминофорного пигмента, содержащий иттрий, и активатора, которые добавляют к смеси масла и мицеллы, образующей первичное и вторичное поверхностно-активное вещество (ПАВ). В результате получают первую микроэмульсию - вода в масле. Водный раствор гидроксидного соединения добавляют ко второй смеси масла и мицеллы с получением второй микроэмульсии вода в масле с получением нанокристаллического гидроксидного соединения цинка[6]. Раствор промывают и обрабатывают для удаления побочных продуктов. После этого нагреванием превращают гидроксидное соединение в нанокристаллический оксид. Недостатками метода являются необходимость применения органических реактивов, которые оказывают сильное влияние на процесс кристаллизации. В зависимости от природы и концентрации они могут изменять скорость образования и роста зародышей новой фазы, распределение частиц по размерам, а также форму кристалла.

Недостатками данного метода является применение дорогостоящих поверхностно-активных веществ и недостаточная изученность химической кинетики в нанореакторах.

Преимуществами данного метода является экологическая безопасность, простота и возможность получения однородных по размерам нанокристаллических оксидов.

**1.1.4 Плазмохимический синтез оксидов, сложных композиций металлов**

Взаимодействие плазмы с обрабатываемым веществом обеспечивает плавление, диспергирование, испарение, а затем восстановление и синтез продукта с размером частиц до нанометров, включая параметры так называемого критического зародыша. Наиболее универсальный способ получения нанопорошков металлов, сплавов и соединений — восстановление и синтез в химически активной плазме. На ряде объектов отмечены относительно небольшой разброс по дисперсности и форма частиц, близкая к сферической[7].

Рисунок 2 – Принципиальная схема струйно-плазменного процесса получения нанопорошков металлов и соединений.

Размеры получаемых оксидов можно варьировать от минимального 10 нм до 100 нм.

Преимуществом данного метода является отсутствие температурных ограничений, существующих в традиционных технологиях, позволяет интенсифицировать физико-химические процессы и обеспечивает создание продуктов требуемого химического состава, агрегатного состояния и форморазмеров, в том числе и в виде нанопорошков

Недостатком данного метода является достаточно широкий разброс по размерам для оксидов и сложных композиций.

**1.1.5 Метод электрического взрыва проводников**

Метод электрического взрыва проводников (ЭВП) - это явление взрывообразного разрушения металлического проводника при прохождении через него импульса тока большой плотности (более 1010 А/м2)[8]. Данный процесс сопровождается яркой вспышкой света, резким звуком, ударной волной, распространяющейся в окружающей проводник среде. Продуктами разрушения проводника являются пары и мельчайшие частицы металла, которые в определенных условиях могут взаимодействовать с окружающей средой, образуя различные химические соединения.

1

2

3

4

Рисунок 3 – Стадии электрического взрыва проводников

На рисунке 3 можно видеть этапы развития электрического взрыва проводника: 1 – пробой с электрода на проволочку; 2 – образование плазменного шнура; 3 – его расширение; 4 – разлёт расширяющихся продуктов взрыва.

В зависимости от рода газа, окружающего проводник, можно получать порошки металлов, сплавов, порошки химических соединений или порошки композиционных составов.

Недостатком данного метода является большой разброс по размерам конечного продукта, что значительно ограничивает применение данных продуктов.

Таким образом, к числу методов соответствующие требованиям экологической безопасности, а также обеспечивающих образование нанокристаллических оксидов с размером менее 100 нм и узким распределением частиц по размерам следует отнести следующие методы:

1. Гидротермальный синтез
2. Микроэмульсионный метод

Однако следует отметить, что гидротермальный метод требует применения высоких давлений, дорогостоящего оборудования и высококвалифицированного персонала[9].

**2 Строение и форма ультрадисперсных частиц**

Вопросы, касающиеся механизмов образования и строения наноразмерных частиц, относятся к числу наиболее важных и принципиальных вопросов коллоидной химии. Действительно, ультрадисперсные частицы – это своего рода «элементарные частицы» коллоидной химии. Переход от простого качественного определения самого понятия дисперсных частиц к определению их количественных параметров и соотношений требует детального выяснения структуры ультрадисперсных частиц в различных коллоидных системах – золях, мицеллярных растворах, микроэмульсиях, гелях и так далее.

Ранняя концепция строения твёрдых ультрадисперсных частиц была основана на предположении о том, что их структура аналогична структуре макрофазы того же вещества. Однако дальнейшее изучение процесса зарождения и роста новой фазы показало, что в зависимости от условий кристаллизации (величины пересыщения или переохлаждения, наличия примесей и ряда других причин) из растворов могут образовываться как аморфные, так и кристаллические ультрадисперсные частицы[10-11].

Веймарном было обнаружено, что форма образующихся при кристаллизации из раствора частиц BaSO4 зависит от степени пересыщения раствора. Так, им были получены высокодисперсные золи, хлопьевидные структуры, хорошо огранённые микрокристаллы и кристаллы иглоподобной формы. Важную роль играет и температура, при которой проводится синтез наночастиц. Например, наночастицы диоксида титана, полученные золь-гель методом, при низкой температуре имеют вид стержней, а при высокой – бипирамидальных кристаллов[12]. Ещё одним подтверждением разнообразия форм наночастиц служит образование дендритов при кристаллизации из расплавов и растворов[13].

Разнообразие форм связано с тем, что процессы образования новой фазы (процессы самоорганизации) протекают в сугубо неравновесных условиях, причём степень совершенства структуры зависит от того, насколько условия проведения кристаллизации отклоняются от равновесных. Например, при синтезе алмаза из плотной газовой фазы и плазмы более совершенная структура образуется в более неравновесных условиях[14].

Сильное влияние на процесс кристаллизации могут оказывать ПАВ, присутствующие в растворе. В зависимости от природы и концентрации они могут изменять скорость образования и роста зародышей новой фазы, распределение наночастиц по размерам, а также форму кристаллов[15 – 17]. Все эти эффекты связаны с избирательной адсорбцией молекул или ионов ПАВ на различных гранях образующихся кристаллов и, как следствие, с замедлением роста одних граней по сравнению с другими[18]. Кроме того, природа ПАВ оказывает влияние и на полиморфизм образующихся соединений. Например, в работе [19] показано, что при кристаллизации оксалата кальция в растворах моногексадецилового эфира оксаэтиленгликоля образуется моногидрат оксалата кальция, а в растворах додецилсульфата натрия – дигидрат.

Важной особенностью процессов кристаллизации, приводящих к образованию наночастиц, является то, что их форма не может быть описана методами обычной геометрии. Для описания таких систем привлекается фрактальная геометрия, поскольку при сильных отклонениях от равновесия, а следовательно, и высоких значениях движущей силы процесса кристаллизации, неустойчивость границы раздела фаз приводит, как правило, к формированию фрактальных структур[20].

Интересными представляются результаты работ [21-22] в которых показано, что при совместной кристаллизации галогенидов аммония и иодида цезия из высокопересыщенных паров сначала образуются высокодисперсные первичные монокристаллы. Благодаря развитой межфазной поверхности образовавшаяся дисперсная система обладает большим избытком энергии, поэтому в ней протекают процессы агрегирования, сопровождающиеся срастанием исходных монокристаллических частиц приблизительно равных размеров. В результате такого агрегирования образуются псевдомонокристаллы.

Процессы образования ультрадисперсных систем при кристаллизации металлов ещё более сложны и разнообразны. По существу, изучение этих процессов послужило основанием для зарождения нового направления – химии кластеров[23 – 24]. Кластерные частицы занимают промежуточное положение между моноядерными соединениями и дисперсными частицами. Металлические частицы с d < 30 нм можно получить методами газофазной нуклеации, криогенного роста, а также проведением реакций в полимерной матрице и в обратных микроэмульсионных системах[25 – 29].

В заключение следует отметить, что достаточно полная количественная теория зарождения и роста коллоидных частиц пока не создана[30].

**3 Структура микроэмульсии и мицелл**

Эмульсии – это дисперсные системы, в которых фазами является несмешивающиеся или частично смешивающиеся жидкости. Обычно размер капель жидкости находится в области 0,1–10 мкм. В эмульсии одной из фаз является вода, другой – масло. Если масло является дисперсной фазой, то эмульсия называется «масло в воде» (М/В); если же диспергирована водная фаза, она называется «вода в масле» (В/М). Молоко, лосьоны и полировочные средства – примеры М/В-эмульсий. Масло, майонез и мази являются В/М-эмульсиями. Оба типа эмульсий довольно легко различить: М/В-эмульсии имеют текстуру крема, в то время как В/М-эмульсии подобны салу. Эмульсии легче получаются с жидкостями, которые не смешиваются с дисперсионной средой. М/В-эмульсии часто используются при производстве фармацевтических препаратов, гербицидов, пестицидов и т.д. и представляют собой нерастворимые в воде биологически активные вещества, диспергированные в воде[31].

Эмульсии термодинамически нестабильны. Чтобы приготовить эмульсию с приемлемой кинетической стабильностью, необходимо присутствие третьего компонента – эмульгатора. Большинство эффективных эмульгаторов – это ПАВ, природные материалы (такие, как белки) и тонко измельченные порошки. Эмульгаторы адсорбируются на границе раздела жидкость/жидкость и препятствуют слиянию капель (коалесценции), подобно тому, как действуют стабилизаторы золей.

Для предотвращения коалесценции используют различные со-ПАВ со средней длинной цепи, а практически полное предотвращение коалесценции возможно при использовании ПАВ, особенно высокомолекулярных, создающих на поверхности капель структурно-механический барьер

Эмульгатор должен образовывать плотную, но эластичную пленку вокруг капли. Если пленка разрывается, капли будут сливаться и становится возможным разделение фаз.

Природа эмульгатора – наиболее важный фактор для образования эмульсий с заданными свойствами. Эмульгаторы (например, глины и детергенты), которые имеют большее сродство к воде, чем к маслу, предпочтительны для образования М/В-эмульсий; такие эмульгаторы, как сажа, обладающая бóльшим сродством к маслу, чем к воде, предпочтительны для образования В/М-эмульсий.

Для определения типа эмульсии можно воспользоваться методом измерения электрического сопротивления.

В сосуде для измерения электропроводности поочередно измеряют сначала электрическое сопротивление дистиллированной воды, а затем части полученной эмульсии. Так как электрическое сопротивление углеводорода настолько велико, что шкалы прибора не хватает для его измерения, то это значение принимают равным бесконечности. На основании полученных данных измерений электрического сопротивления делают вывод о типе полученной эмульсии[32].Прямая эмульсия достаточно хорошо проводит электрический ток, а обратная – практически не проводит.

Поверхностно-активные вещества представляют собой дифильные молекулы, состоящие из гидрофобной и гидрофильной частей[].

 *l*

 *a*

Гидрофобная часть

Гидрофильная часть

Рисунок 4 Строение молекулы ПАВ [1]

где а – эффективное сечение гидрофильной части, l – длина гидрофобной части.

Используя следующие соотношения можно определить, к какому виду наноструктур относиться то или иное ПАВ[1]:



где v – обьем гидрофобной части, а – эффективное сечение гидрофильной части, l – длина гидрофобной части.

Таким образом, если p < 1, то поверхностно-активное вещество образует прямые мицеллы в растворе.

При p = 1 образуются бислой, а при p > 1 образуются обратные мицеллы

В зависимости от соотношения этих частей (так называемого гидрофобно-гидрофильного баланса молекулы) ПАВ могут образовывать

различные наноструктуры[1].

Бислойные молекулы и везикулы

Структура мицелл и микроэмульсий

1

1

1

2

2

2

1

 2

2

 2

1

 1

Вода

Вода

Масло

Масло

Вода

а

Вода

е

д

г

в

б

Рисунок 5 Различные виды наноструктур в зависимости от соотношения гидрофильно-липофильного баланса

где, а – микроэмульсия масло/вода, б – микроэмульсия вода/масло, в – обратная мицелла, г – прямая мицелла, д – бислойная мембрана, е – везикула, 1 – вода, 2 – масло.

Особенно удобными являются тройные системы, например, “гексан-вода-АОТ”, в которых, меняя величину w-соотношение Н2О-АОТ, можно изменять в широких пределах диаметр водного пула нанореактора[1].

Эти системы представляются чрезвычайно простыми и удобными для синтеза различных наночастиц путем проведения химической реакции.

 1

2

2,5

5

8

13

17

21

26

32

1

3

5

6

10

Диаметр, нм

w = (H2O) / (AOT)

Обратная мицелла

Рисунок 6 Тройная система гексан-вода-сульфосукцинат натрия(AOT) где, 1 – вода, 2 – масло.

В случае , когда мицеллярный раствор состоит из двух частей: первого мицеллярного раствора который содержит молекулы реагента А и второго мицеллярного раствора содержащего реагента В при смешивании происходит реакция, контролируемая процессом межмицеллярного обмена реагентов[1].

Для стабилизации мицеллярных систем нередко используются со-ПАВ. В качестве со-ПАВ используются спирты со средней длиной цепи, SPAN – 40, высокомолекулярные соединения.

Собирают нанокристаллические частицы и удаляют любые остающиеся в растворе избыточные количества ПАВ, ультрацентрифугированием при скоростях в 20 000-60 000 оборотов в минуту в течение 10-30 минут.

Контроль размера водного пула данных нанореакторов можно контролировать изменяя соотношение Н2О /АОТ[1].

Рисунок 7 Реакция, контролируемая процессом межмицеллярного обмена реагентов.

Если сам акт реакции внутри мицеллы происходит достаточно быстро, то кинетика реакции будет определяться процессами межмицеллярного обмена. На этом слайде наглядно представлен один из вариантов процесса межмицеллярного обмена[1].

Рисунок 8 – Процесс межмицеллярного обмена

Образование эмульсии – эмульгирование может происходить как в результате конденсационного выделения новой дисперсной фазы, так и при диспергировании одной жидкой фазы в другой.

Диспергирование может происходить самопроизвольно или в результате механического воздействия. Самопроизвольное эмульгирование возможно при очень низких значениях поверхностного натяжения границы раздела двух жидкостей (менее сотой доли мН/м) и приводит к образованию термодинамически равновесных критических эмульсий.

Кроме того, самопроизвольное эмульгирование может происходить в результате диффузионного переноса веществ (обычно ПАВ) из одной фазы в другую. Для механического эмульгирования применяют различные гомогенизаторы и диспергаторы. Возможность образования эмульсии, их тип и стабильность определяются поверхностными явлениями на границах раздела фаз и зависят, прежде всего, от наличия в системе ПАВ-эмульгаторов, их концентрации и молярного строения, в частности гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ).

Стабилизаторами прямых эмульсии являются водорастворимые ПАВ с высокими значениями ГЛБ (более 8): анионные (мыла щелочных металлов, натриевые и триэтаноламиновые соли алкилсульфокислот и алкилфосфорных кислот), неионогенные (твины, этоксилаты спиртов и алкил фенолов), катионные (алкилимидазолины, четвертичные аммониевые соли), высокомолекулярные ПАВ как природного происхождения (лецитины, полисахариды, липопротеины, белки), так и синтетические (поливиниловый спирт, полиакрилаты.)[32].

Для стабилизации обратных эмульсии используют мыла переходных металлов, моноалканоламиды, неионогенные ПАВ с низким ГЛБ, например, спан-80, этиленоксилаты высших спиртов и кислот.

При взаимодействии стабилизированных мылами щелочных металлов прямых эмульсии с многозарядными ионами может происходить так называемое обращение фаз - самопроизвольное превращение прямой эмульсии в обратную; при использовании неионогенных эмульгаторов обращении фаз может происходить с ростом температуры.

В трехкомпонентных системах вода-углеводород-неионогенное ПАВ и в многокомпонентных системах вода (иногда с добавками электролитов) - углеводород - ионное ПАВ - соПАВ (обычно спирты со средней длиной цепи) в определенном температурном интервале происходит образование термодинамически стабильных микроэмульсий, характеризующихся ультранизким межфазным натяжением на границах раздела между водой и углеводородом.

Нарушение устойчивости эмульсии связано с протеканием в системе процессов седиментации, коагуляции капель, их слияния и диффузионного переноса вещества от малых капель к более крупным (оствальдово созревание, изотермическая перегонка, переконденсация). Седиментация в грубодисперсных эмульсии может быть прямой или обратной (образование "сливок") в зависимости от соотношения плотностей жидкостей, служащих дисперсионной средой и дисперсной фазой. Для предотвращения седиментации проводят дополнительное диспергирование (гомогенизацию) эмульсии или вводят добавки, выравнивающие плотности фаз. Устойчивость к коагуляции достигнута при использовании ионогенных ПАВ; в случае обратных эмульсии эффективно применение Fe- и Cr-солей высших жирных кислот.

Практически полное предотвращение коалесценции возможно при использовании ПАВ, особенно высокомолекулярных, создающих на поверхности капель структурно-механический барьер.

Одним из наиболее эффективных способов замедления переконденсации эмульсии является введение в состав дисперсной фазы добавок, практически нерастворимых в дисперсионной среде: для прямых эмульсии - углеводородов с большой молярной массой, для обратных эмульсии-электролитов.

**3.1 Классификация поверхносто-активных веществ**

П.А. Демченко предложил [классификацию](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2006.html) ПАВ, независимо от их химического строения, по значениям ККМ и солюбилизирующей способности. В соответствии с этой [классификацией](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2006.html) все ПАВ делятся на три группы[33].

Первая группа содержит те ПАВ, у которых [моющая](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2724.html) и солюбилизирующая способность выражена слабо. Это, как правило, [вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html), содержащие в своем составе малоразвитые углеводородные радикалы, включающие гидрофильные группы и гетероатомы. Такие [вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) обладают типичными свойствами смачивателей, диспергаторов, [стабилизаторов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4182.html) и других ПАВ, не образующих мицеллярных [растворов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) или образующих их при сравнительно высоких [концентрациях](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2115.html). Значение ККМ для этой группы ПАВ выше 7 г/л. Такие ПАВ хорошо растворимы в [воде](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/786.html) и других полярных [растворителях](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3822.html).

Ко второй группе относят типичные [моющие](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2724.html) [вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html), эмульгаторы и солюбилизаторы, образующие [мицеллы](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2638.html) в [растворах](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) при средних [концентрациях](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2115.html). Их ККМ находится в пределах от 0,2 до 7 г/л.

К третьей группе относят ПАВ с высокоразвитыми углеводородными радикалами, труднорастворимые в [воде](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/786.html) при обычных [температурах](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4344.html), но растворимые в [маслах](http://www.xumuk.ru/lekenc/5510.html). Их ККМ ниже 0,2 г/л. Такие ПАВ обладают значительной [растворимостью](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3821.html) в [углеводородах](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4630.html), образуют [эмульсии](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5369.html) типа «вода в масле», загущают [масла](http://www.xumuk.ru/lekenc/5510.html) и образуют системы типа [консистентных смазок](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2102.html); углеводородные [растворы](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) их солюбилизируют [воду](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/786.html) и другие полярные [вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html). В виду малой [растворимости](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3821.html) таких ПАВ они не могут применяться в качестве самостоятельных [моющих](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2724.html) [веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html), но их рационально применять в оптимальных количествах в композициях поверхностно-активных материалов в качестве понизителя ККМ.

Приведенная выше [классификация](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2006.html) ПАВ основана на коллоидно-химических свойствах [растворов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) ПАВ и её можно использовать для практических целей при составлении композиций поверхностно-активных [веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html), например, для [моющих средств](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2711.html) и текстильно-вспомогательных [веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html).

Вполне достаточно простых измерений, чтобы решить вопрос о том, к какой из групп отнести [данное](http://www.xumuk.ru/lekenc/2528.html) ПАВ или их смесь и определить область его рационального использования.

Свойства материалов и систем, получаемых на основе ПАВ, можно регулировать не только изменением химического строения их [молекул](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2650.html), но и взаимным влиянием в смесях, в которых компоненты взяты в различных соотношениях, а также при помощи [добавок](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3374.html) органических полярных [веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) различной [молекулярной массы](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2653.html) и неорганических [веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) - [электролитов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5306.html).

Например, прибавление к ПАВ, отнесенным к первой группе, различных [веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html), вызывающих понижение ККМ, сопровождается повышением их [моющей](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2724.html) и солюбилизирующей способности.

 К ПАВ, отнесенным к третьей группе, прибавлять полярные [вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) и низшие гомологи, не образующие мицеллярных [растворов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html), или различные ПАВ, отнесенные к первой группе, то [растворимость](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3821.html) этих [веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) (ПАВ III-группы) увеличивается и процесс [мицеллообразования](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2637.html) в системе сдвигается в сторону более высоких [концентраций](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2115.html). Свойства систем можно изменять таким образом до значений, присущих [веществам](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html), отнесенным ко второй группе и обладающих высокой [моющей](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2724.html) и солюбилизирующей способностью.

Выбор CTAB для получения микроэмульсий связан с тем, что в широкой области концентраций молекулы CTAB образуют мицеллысферической формы, а, кроме того, является одним из наиболее изученных ПАВ [34].

 Масло

 1

 2

Рисунок 9 Обратная мицелла ЦТАБ в трехкомпонентной системе

ЦТАБ (CTAB) – ЦетилТриметилАммоний Бромид (ЦТАБ) состоит из гидрофобного хвоста (цетила) и положительно заряженного четвертичного аммония на конце которого находится бром(гидрофильная часть).

R-(CH3)3NBr,

где R – это цетил (C16H33)

Радиус молекул ЦТАБ или мицелл, в составе которых, как целого, осуществляется диффузия молекул ЦТАБ, выразится формулой[34]:

RЦТАБ = RВ DВ / DЦТАБ ,

где RВ – радиус молекул воды, в расчетах принимается равным 1,42 Е

В отсутствие агрегирования эти размеры должны быть порядка размеров молекул ПАВ, и должны характеризовать мицеллы при наличии мицеллообразования.

**4.Заключение**

Из обзора литературы следует:

1. Наиболее перспективным и распространенными являются следующие ПАВ: Додецилсульфат натрия (SDS), Бис(2-этиленгексил) сульфосукцинат натрия(AOT), цетилтриметилбромид аммония (CTAB),
2. Химические реакции в мицеллярных системах – простой, перспективный, технологичный метод для получения, стабилизации и изучения наночастиц,
3. Применение в качестве ПАВ цетилтриметилбромида аммония обеспечивает получение сферических частиц с размером от 1 до 100 нм.