

Задание:

1. Составить конспект.
2. Выполнить тест согласно списку:

Вариант 1: Банкетов, Бузин, Волнухина, Ермиличев, Захарова;
Краснощекова, Кузнецов, Медведева, Лынный; Мустафин;

Вариант 2: Неповиннова, Осипова, Пундикова, Санкевич, Сатин;
Сердягин, Токторов, Ханвалиева, Хорошев, Щербаков

3. Ответы отправить на эл. почту bandreeva68@mail.ru не позже 15.00 15.05.2020

Кристаллизация. Методы кристаллизации

Кристаллизация - это образование новой твердой фазы, выделяющейся из раствора, расплава или пара. Кристаллизация из раствора служит средством выделения из них целевых продуктов или загрязняющих примесей, то есть является методом разделения и очистки веществ. В технологии неорганических веществ преимущественно используется кристаллизация из растворов. Образование твердой фазы может происходить только в растворах, в которых концентрация кристаллизующегося вещества превышает концентрацию насыщения, то есть из пересыщенных растворов. Насыщенный раствор, находящийся в контакте с выделившейся кристаллической массой или оставшийся после ее удаления, называется маточным раствором. Пересыщение раствора характеризуется его абсолютным значением, то есть разностью $x' - x_0$ между концентрацией пересыщенного x' и насыщенного x_0 растворов, или относительным пересыщением $(x' - x_0) / x_0$.

Способы кристаллизации и применяемая аппаратура

Процесс кристаллизации из раствора включает стадии:

- собственно кристаллизация;
- отделение кристаллов от маточного раствора;
- промывка и сушка кристаллов.

Известны следующие способы кристаллизации:

- а) с удалением части растворителя,
- б) с охлаждением или нагреванием раствора,
- в) комбинированные способы.

Частичное удаление растворителя производят его испарением, или вымораживанием. Испарение (изотермическая кристаллизация) получило большее распространение. Происходит путем удаления растворителя из системы (испарения воды) при постоянной температуре. Способ характерен для веществ, мало изменяющих свою растворимость при изменении

температуры. Испарение воды может производиться интенсивным способом при кипении раствора или при медленном поверхностном испарении. Его осуществляют в выпарных аппаратах, подводя тепло извне, через стенку. После достижения нужной степени пересыщения в тех же аппаратах осуществляют и кристаллизацию. Отделение от маточного раствора и промывку кристаллов производят вне аппарата - на фильтрах или центрифугах. Вымораживание применяется преимущественно для выделения отдельных компонентов из естественных рассолов, например, соленых озер. При этом кристаллизацию проводят охлаждением растворов до температуры ниже 0°C. Способ вымораживания используется для концентрирования растворов путем частичного удаления из них растворителя в виде льда. В этом случае кристаллизуется не соль, а растворитель - вода. Концентрируя морскую воду вымораживанием льда, получают 8% раствор соли, который используется для получения хлорида натрия.

Кристаллизация с изменением температуры (изогидрическая) осуществляется при постоянном содержании в растворе растворителя. Пересыщение растворов чаще всего достигается их охлаждением в аппаратах периодического или непрерывного действия, одиночных или многокорпусных, располагаемых ступенчато (каскадом). Охлаждающий агент чаще всего вода, но можно использовать воздух или рассолы.

К комбинированным способам относятся: вакуум-кристаллизация, кристаллизация с испарением части растворителя в токе носителя и т.д.

При вакуум-кристаллизации испарение растворителя происходит за счет отдачи раствором своего физического тепла, которое расходуется на испарение части растворителя. Пары откачиваются вакуум-насосом. Температура поступающего горячего насыщенного раствора снижается до температуры кипения раствора, соответствующей давлению в аппарате. Процесс протекает адиабатически. Пересыщение раствора достигается в основном его охлаждением, так как концентрация при этом изменяется незначительно. Растворитель может испаряться не только за счет физического тепла раствора, но и за счет выделяющейся теплоты кристаллизации.

При кристаллизации с испарением части растворителя в токе носителя воздуха часть растворителя испаряется в движущийся непосредственно над раствором воздух. Одновременно раствор охлаждается.

Выпаривание. Методы выпаривания

Выпаривание – это концентрирование раствора какого-либо нелетучего твердого вещества. Этот процесс происходит при обязательном условии кипения жидкости, когда растворитель начинает частично испаряться.

Выпаривание используют для того, чтобы иметь возможность провести дистилляцию (выделить растворенные вещества), кристаллизацию (нелетучие вещества выделяются в твердом состоянии) или концентрирование растворов нелетучих веществ.

Ярким примером выпаривания, когда из раствора выделяется чистый растворитель, является приведение к пресному состоянию морской воды. В этом случае получившийся водяной пар конденсируют и такую воду впоследствии применяют для разных целей.

Для нагрева до кипения выпариваемых растворов пользуются следующими способами:

- нагрев с помощью водяного пара;
- нагрев с помощью носителей тепла с высокой температурой (например, нагретый газ);
- электрический тип обогрева.

Водяной пар является самым популярным за счет высоких значений удельной теплоты конденсации и коэффициента теплоотдачи.

Выпаривание обычно осуществляют в специальном выпаривающем оборудовании. Выпарные аппараты по принципу действия делятся на:

1. Непрерывно действующие. В этом случае в аппарат непрерывно подают раствор, получают нужную концентрацию, а упаренный раствор также непрерывно из него выводят.
2. Периодические. Периодическое выпаривание проводят с целью получения концентраций высокой степени при условии малой производительности оборудования. При этом в аппарат подают раствор, затем выпаривают его до нужного состояния концентрации, обязательно сливают и опять загружают новую дозу того же раствора.

В области химической промышленности чаще используются выпарные установки непрерывного действия, имеющие большую производительность из-за внушительной нагреваемой поверхности.

Однако в химической технологии не меньшей востребованностью пользуются и выпаривающие агрегаты поверхностного варианта, в частности, вертикальные трубчатые, отличающиеся непрерывным действием парового обогрева.

Выпаривание проводят при различных давлениях: под пониженным (вакуумное выпаривание), под атмосферным и под избыточным. Использование пониженного давления позволяет проводить процесс при меньших температурах (это необходимо при переработке термочувствительных растворов), увеличивать разность температур теплоносителей и, как следствие, интенсивность теплообмена. Также при вакуумном выпаривании возможно использовать греющие теплоносители с меньшим температурным потенциалом, в том числе и вторичные энергоресурсы. При выпаривании под избыточным давлением получают вторичный пар с более высокой температурой, вследствие чего его проще и удобнее использовать в качестве греющего агента. Чаще всего вторичный пар повышенного давления применяется для обогрева выпарного аппарата этой же выпарной установки, работающего под меньшим давлением. Так называемое однократное выпаривание проводят в однокорпусных выпарных установках – установках, включающих в свой состав один выпарной аппарат. Многократное выпаривание осуществляют в многокорпусных выпарных установках, состоящих из нескольких выпарных аппаратов, соединенных по ходу движения раствора последовательно. Принцип действия выпарных аппаратов и установок их может быть непрерывный и периодический. Периодическое выпаривание в основном осуществляют в малотоннажных производствах. Процесс выпаривания с достижением раствором заданной конечной концентрации растворенных (сухих) веществ может осуществляться за один его проход через зону нагрева в аппарате (прямоточное выпаривание, прямоточные выпарные аппараты) и за счет многократного прохода раствора через зону нагрева в аппарате (при наличии циркуляции в аппарате, аппараты с циркуляцией раствора).

Вариант 1

1. Процесс концентрирования растворов твердых нелетучих веществ путем удаления жидкого растворителя в виде паров называется:
1) кристаллизация; 2) нагревание; 3) выпаривание; 4) экстракция.
2. Вакуум – выпарка позволяет
1) проводить выпаривание при высокой температуре нагревающего агента; 2) увеличить поверхность теплообмена; 3) использовать греющие теплоносители с меньшим температурным потенциалом; 4) увеличить температуру кипения раствора.
3. В многокорпусных выпарных установках экономия пара достигается за счет увеличения
1) температуры и давления 2) концентрации 3) поверхности теплообмена
4. К стадиям кристаллизации не относится:
1) отделение кристаллов от маточного раствора; 2) коагуляция; 3) промывка и сушка кристаллов; 4) собственно кристаллизация.
5. Образование новой твердой фазы, выделяющейся из раствора, расплава или пара называется
1) кристаллизация; 2) нагревание; 3) выпаривание; 4) экстракция.
6. Найти неверное утверждение: Выпаривание используют для того, чтобы иметь возможность провести
1) дистилляцию 2) кристаллизацию 3) экстракцию 4) концентрирование растворов нелетучих веществ.
7. Образование твердой фазы может происходить только в растворах, в которых концентрация кристаллизующегося вещества превышает концентрацию насыщения, то есть из
1) пересыщенных растворов; 2) насыщенных растворов; 3) разбавленных растворов.

Вариант 2

1. Что такое выпаривание?
1) процесс выделения твердого растворенного вещества из раствора; 2) процесс избирательного поглощения компонентов из газовых или парогазовых смесей жидкими растворителями; 3) процесс концентрирования растворов твердых нелетучих веществ путем удаления жидкого растворителя в виде паров; 4) процесс разделения суспензий при помощи пористой перегородки.
2. Какой из процессов не относится к массообменным:
1) абсорбция; 2) десорбция; 3) кристаллизация; 4) выпаривание
3. При каких условиях экономичнее проводить процесс выпаривания?

1) под вакуумом 2) при атмосферном давлении 3) под избыточным давлением.
4. Выпаривание растворов проводят с целью
1) повышения концентрации раствора; 2) понижения концентрации раствора; 3) отделения катионов от анионов.
5. Переход вещества из жидкого состояния в твердое называют
1) плавлением; 2) нагреванием; 3) диффузией; 4) охлаждением; 5) кристаллизацией.
6. При кристаллизации образование твердой фазы может происходить только в растворах, являющихся
1) насыщенными 2) пересыщенными 3) разбавленными
7. Самым популярным способом нагрева до кипения выпариваемых растворов является нагрев с помощью
1) водяного пара; 2) нагретого газа; 3) электрического типа обогрева.