

ANALYSIS OF THE THEORY OF CRYSTALLIZATION PROCESS**Majidov Kahramon Halimovich**Bukhara Institute of Engineering and Technology, Doctor of Technical Sciences,
Professor**Juraeva Subhinisor Raximovna**

Master of Bukhara Institute of Engineering Technology

КРИСТАЛЛАНИШ ЖАРАЁНИНИНГ НАЗАРИЯСИНИ ТАХЛИЛИ**Мажидов Қаҳрамон Ҳалимович**Бухоро муҳандислик технология институти, техника фанлари доктори,
профессор**Жураева Субҳинисор Рахимовна**

Бухоро муҳандислик технология институти магистранти

ANNOTATION

The process of separation of the caustic phase in liquid solutions in the state of crystals is called crystallization. This process occurs as a result of overexposure or extreme cooling of the solutions. During crystallization, the substance passes from the liquid phase to the solid phase.

Моддаларни утказиш мураккаб жараён бўлиб, бир ёки бир неча компонентни бир фазадан иккинчи фазага фазаларни ажратувчи юза орқали ўтишини белгилайди. Моддаларнинг бир фаза ичида тарқалиши моддаларнинг берилиши деб юритилади. Моддаларнинг берилиш интенсивлиги коэффициент β орқали ифодаланади. Моддаларни ўтказиш жараёнининг тезлиги эса k коэффициент билан белгиланади.

Фазаларни ажратувчи юза кўзгалувчан ва кўзгалмас бўлади. Газ-суюқлик (абсорбция), буғ-суюқлик (хайдаш), суюқлик- суюқлик (экстракциялаш) системаларида борадиган модда алмашилиш жараёнларидаги фазаларни ажратувчи юза кўзгалувчан бўлади. Каттик фаза иштироки билан борадиган жараёнларда (*адсорбция, қуритиш, экстракциялаш, кристалланиш*) фазаларни ажратувчи юза кўзгалмас бўлади.

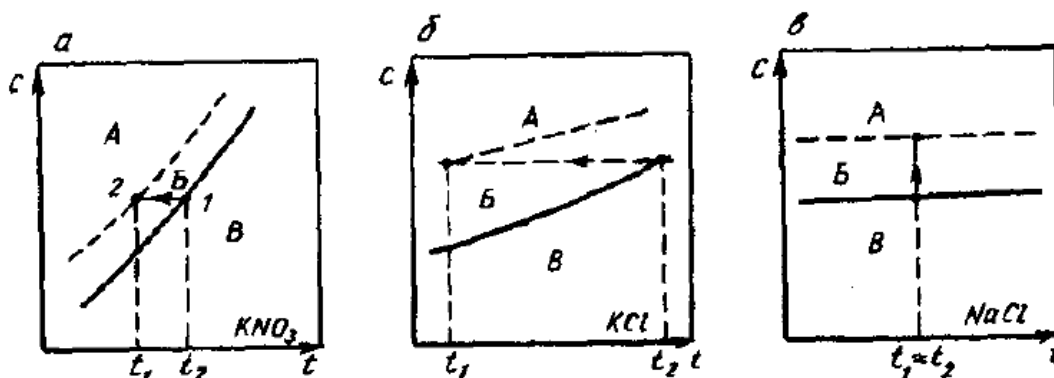
Модда алмашилиш жараёнларининг тезлиги асосан молекуляр диффузияга боғлиқ бўлгани учун, купинча бундай жараёнлар диффузия жараёнлари деб ҳам юритилади. Бир фазадан иккинчи фазага ўтаётган модданинг миқдори фазаларни ажратувчи юзага ва ҳаракатлантирувчи кучга (концентрацияларнинг ўртача фарқи) пропорционал бўлади.

Кристалланиш жараёни назарияси таҳлили

Кристалланиш жараёни моддаларнинг турли суюқликларда (яъни эритувчиларда) эрувчанлик хоссаларига асосланади. Ноорганик моддалар

учун энг кўп қўлланиладиган эритувчилар каторига биринчи навбатда сув киради. Органик моддаларни эритиш учун эса углеводородлар, спиртлар, эфирлар ва бошқа органик эритувчилар ишлатилади.

Эрувчанлик деб бирорта модданинг эритувчидаги концентрациясига айтилади. Одатда эрувчанлик 100 г, 1000 г ёки 1000 моль эритувчига туғри келган модданинг граммлар ёки моллар сони билан ифода қилинади. Хисоблашлар учун эрувчанликни 1 м³, 1 л ёки 1 кг эритмадаги модданинг кг ёки моллар ҳисобида олинган миқдори билан ўлчаш қулай ҳисобланади.



Эритмаларнинг ҳолат диаграммалари:

А-эрувчанликининг кескин ортиши; б-эрувчанликнинг бир текисда ортиши; В-эрувчанликнинг секин ўзгариши; А — нотўғун ёки ўта тўйинган эритмалар зонаси; Б — нисбатан тўғун зона; В - тўғун ёки тўйинмаган эритмалар зонаси.

Эрувчанликнинг маълум температуралар чегарасида эриган модда ва эритувчининг ҳоссаларидаги боғлиқлиги эрувчанлик эгри чизиғи орқали ифода қилинади. Эритмаларнинг ҳолат диаграммасида эрувчанлик чизиғини температурага боғлиқлиги кўрсатилган. Графикда: А — нотўғун зона (ёки ўта тўйинган эритмалар зонаси); Б — нисбатан тўғун зона; В — тўғун зона (ёки тўйинмаган эритмалар зонаси).

Нисбатан тўғун зонанинг чегаралари эритманинг температураси t га, унинг совитиш тезлигига, аралаштириш даражасига ва бошқа омилларга боғлиқ бўлади. Агар эрувчанлик эгри чизиғи тик бўлса, температуранинг бироз камайиши билан эритма нисбатан тўғун зонадан ўта тўйинган эритмалар зонасига ўтади ва бу ерда қаттиқ фазанинг ажралиши юз беради. Бунда эритманинг концентрацияси пасаяди. Бу турдаги, яъни тўйинишга яқин бўлган эритмаларни совитиш орқали кристаллантириш мумкин.

Агар эрувчанлик температура t нинг ортиши билан секин қупайса эритмани ўта тўйинган зонага ўтказиш учун уни сезиларли даражада совитиш зарур бўлади, бундай ҳолатда кам миқдордаги қаттиқ фазанинг

ажралиши юз беради. Бундай эритмаларни кристаллантириш учун эритувчининг бир кисмини буғлантириш керак.

Кўрсатилган графикда температуранинг кенг интервалида эрувчанлик сезиларли узгармайди. Бундай шароитда кристалланиш процесси буғлатиш билан биргаликда олиб борилади.

Кристалланиш ироцессининг тезлиги эритманинг температурасига, унинг ўта тўйиниш даражасига, кристалл марказларининг пайдо бўлиш тезлигига, аралаштириш даражасига ва бошқа омилларга боғлиқ бўлади. Кристалланиш марказлари ўта тўйинган ёки ўта совиган эритмаларда ўз-ўзидан хосил бўлади. Бундай марказларнинг хосил бўлиши тезлигини ошириш учун температурани кўпайтириш, аралаштириш, силкитиш, сиртки — актив моддаларни кўшиш мақсадга мувофиқ бўлади. Амалиётда кристалланиш марказларининг пайдо бўлишини осонлаштириш учун аппаратга кўшимча кристаллсимон модданинг майда кукуни кўшилади.

Кристалл куртакларининг яхши ўсиши учун улар маълум ўлчамга эга бўлиши керак. Ҳосил бўлаётган куртакнинг ўлчами анча кичик бўлса қайтадан молекулаларга парчаланиб кетади, агар улчами каттарок, бўлса куртак сақланиб қолади. Сақланиб қолиши мумкин бўлган кристалл куртакларининг ўлчами эритманинг тўйиниш даражасига температурага, ҳамда эриган модда на эритувчининг хоссаларига боғлиқ бўлади. Ҳисоблашлар шуни кўрсатдики, қанд ишлаб чиқаришидаги вакуум-аппаратларида сақланиб қоладиган кристалл марказлари (ёки куртаклари) нинг ўлчами энг ками бил а и $0,7 \cdot 10^6$ см, куртакдаги молекулаларнинг; сони эса 200 та атрофида бўлиши керак. Хосил булаётган куртакнинг сақланиб қолиш ҳолатига тўғри келган ўлчам критик ўлчам деб аталади. Юкорида курсатилган мисол учун куртакнинг критик ўлчами $0,7 \cdot 10^6$ см га тенг.

Ягона олинган кристаллнинг х,осил булиши куйидагича боради:

1) ўта тўйинган эритмада кристалланиш маркази (ёки куртаги)нинг пайдо бўлиши; 2) ушбу кристалланиш куртаги асосида кристаллнинг ўсиши.

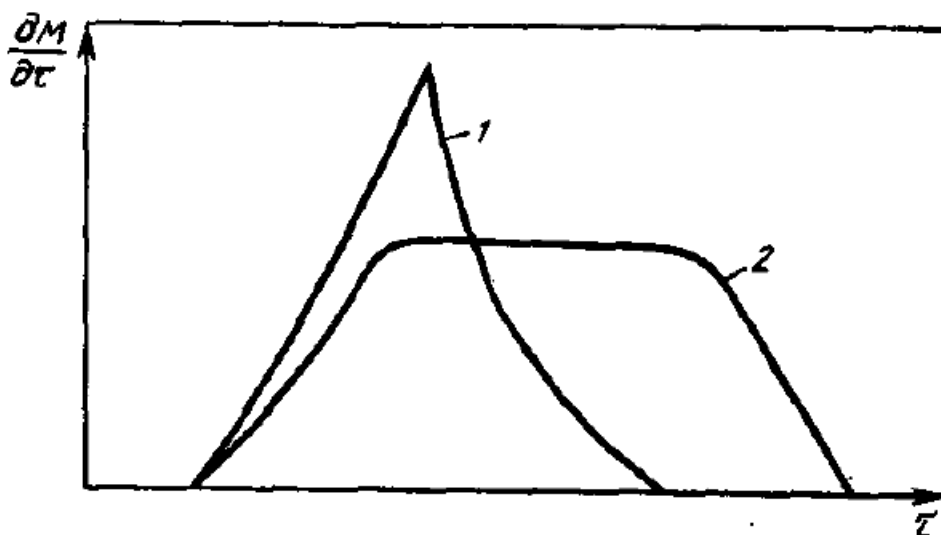
Кристалл туғри панжара сифатидаги фазавий тузилишга эга бўлиб, панжаранинг тугунларида кристаллнинг таркибига кирган ионлар, атомлар ёки молекулалар жойлашган булади. Сувнинг молекуласи кўпинча қаттиқ кристаллнинг таркибига кирган бўлади, бундай кристаллни кристаллогидрат деб аталади. Кристалл панжаралари симметриясининг 32 та кўриниши мавжуд бўлиб, улар 7 гуруҳга бўлинади. Бу гуруҳлар бир ёки бир неча ўхшаш симметрия элементларидан иборат бўлади: 1) уч понали; 2) кўп понали; 3) ромбик; 4) тригонал; 5) тетрагонал; 6) гексагонал ва 7) кубик.

Расмда кристалланиш тезлигининг вақтга боғликлиги кўрсатилган. Графикдан кўриниб турибдики, ўта туйиниш даражаси катта бўлган пайтда кристалланиш тезлиги кескин ўзгаради.

Эритмаларнинг тўйиниш даражаси ортиши билан кристалларнинг ўсишига нисбатан, кристалланиш марказларининг пайдо бўлиши тезроқ, боради. Оқибат натижада майда кристаллар ҳосил бўлади. Йирик кристалли маҳсулот олиш учун эритмани тўйинтиришини секин-аста пасайтириш зарур.

Кристалланишнинг шарт-шароитлари ҳосил бўлаётган кристалларнинг шакли ва ўлчамларига ҳамда ҳосил бўлаётган маҳсулотнинг тозалик даражасига таъсир қилади.

Даврий кристалланиш процесси икки босқич (кристаллар куртакларининг ҳосил бўлиши ва уларнинг кейинги ўсиши) дан ташкил топган. Узлуксиз кристалланишда эса иккала босқич бир вақтнинг ўзида давом этади.



Кристалланиш тезлигининг вақтга боғлиқлиги:

1-эритманинг тўйиниш даражаси нисбатан катта бўлганда; 2- ўта тўйиниш даражаси кичик бўлганда.

Кристалланиш жараёнининг механизми куйидагича тасвирлаш мумкин. Ўта тўйинган эритмада энг аввало кристалланиш марказлари ҳосил бўлади. Сўнгра кристалларнинг ўсиши юз беради. Кристалларнинг юзасида жуда кичик калинликка эга бўлган чегара қатлам ҳосил бўлади. Кристалланиши лозим бўлган модда эритмадан чегара қатлам орқали кристаллнинг юзасига ва сўнгра унинг таркибига ўтади, натижада кристалл қирраларининг ўсиши юз беради. Бунда кристалл атрофидаги қатламда кон-центрациянинг камайиши юз беради, ўта тўйинган эритма туйинган ҳолатга ўтади. Чегара қатлам жуда юпқа бўлиб, унда модда молекуляр диффузия орқали тарқалади, шу сабабдан бу қатлам кристалланаётган модданинг тўйинган эритмадан

кристаллнинг юзасига ўтиш учун асосий карш иликни кўрсатади. Умуман олганда, кристалланиш жараёни икки боскичдан иборат: 1) молекуляр боскич — кристалланиши лозим бўлган модданинг тўйинган эритмадан чегара қатлам орқали кристаллнинг юзасига ўтиши; 2) кинетик боскич — молекуласининг кристаллнинг кристалл панжараси таркибига кириши.

Биринчи диффузия боскичидаги модда алмашилиш жараёнини куйидаги тенглама орқали ифодалаш мумкин;

$$M = \frac{D}{r} (c - c_1)$$

r

бу ерда M —ўта тўйинган эритманинг асосий массасидан чегара қатлам орқали кристалларнинг 1 м^2 юзасига 1 с давомида ўтган модданинг миқдори, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$; D — диффузия коэффиценти, $\text{м}^2/\text{с}$; r — ўсаётган кристаллни қоплаб турган диффузион чегара қатламнинг қалинлиги, м ; $(c - c_1)$ — концентрациялар айирмаси, $\text{кг} / \text{м}^3$; c — ўта тўйинган эритманинг концентрацияси, $\text{кг}/\text{м}^3$; c_1 —ўта тўйинган эритма ва чегара қатламдаги тўйинган эритма концентрациялари (c ва c_m) ўртасидаги оралиқ концентрация, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Иккинчи кинетик боскичдаги кристалларнинг кристалл панжараси таркибига кириб жойлашган модданинг миқдори куйидаги тенглама билан аниқланиши мумкин:

$$M = K(c_1 - c_m)^2$$

бу ерда c_m — чегара қатламдаги тўйинган эритманинг концентрацияси, $\text{кг} / \text{м}^3$; K — фазавий ўзгариш тезлигининг доимийлиги, $\text{м}^4 / \text{с} \cdot \text{кг}$.

Охирги иккита тенгламаларда M ва c_1 номаълум. Булардан C_1 ни кискартириб, П. М. Силиннинг куйидаги тенгламасига эришамиз:

$$M = \frac{D}{r} \left\{ (c - c_m) + \frac{D}{2rK} - \sqrt{\frac{D}{2rK}} \left[(c - c_m) + \frac{D}{4rK} \right] \right\}$$

Диффузия коэффиценти D абсолют температура T ва мухитнинг қовушоклиги μ ларга боғлиқ бўлади. D нинг қиймати Эйнштейннинг тенгламасига асосан топилади:

$$D = \frac{KT}{\mu}$$

Юқори қовушокликка эга булган эритмаларнинг кристалланишида D нинг қиймати жуда ҳам кичик бўлади. Бунда $\frac{D}{rK}$ нисбатининг қиймати нулга яқинлашади. Агар ушбу қийматни тенгламага қуйилса, эритмадан чегара қатламга ўтган модданинг миқдорини аниқлайдиган тенгламага эришилади:

$$M = \frac{D}{\gamma} (c - c_m)$$

Тенгламадаги D нинг ўрнига унинг тенгламадаги қиймати билан алмаштириб, қуйидаги тенгламани оламиз:

$$M = \frac{KT}{r\mu} (c - c_m)$$

Юқоридаги тенгламаларда M нинг ўлчов бирлиги $\text{кг} / \text{м}^2 \cdot \text{с}$.

Умуман олганда эритмадан чегара қатламга ўтган модданинг миқдори M ни (кг хисобида) аниқлашга мўлжалланган тенглама қуйидаги кўринишни эгаллайди:

$$M = \frac{KT(c - c_m)F\tau}{r\mu}$$

бу ерда F — кристалларнинг юзаси, м^2 ; τ — процесснинг вақти.

Тенгламани таҳлил қилиб, қуйидаги хулосаларга эришиш мумкин:

1) Кристалланиш юзаси қанча кўп бўлса, вақт бирлиги ичида эритмадан қаттик фазага шунча кўп модда ўтади. Кристаллар қанча кичик бўлса, уларнинг масса бирлигига туғри келган юзаси шунча кўп бўлади. Ш у сабабдан кристалларнинг ўлчами кичик бўлганда қаттик фазанинг массаси тез ортиб боради.

2) Кристалланишнинг тезлигига эритманинг температураси катта таъсир кўрсатади. Температуранинг ортиши билан эритманинг қовушоклиги ва диффузион чегара қатламнинг қалинлиги камаяди, оқибат натижада кристалланиш тезлиги ортади. Масалан, температура 20 дан 60°C га ўзгарганда сахарозанинг кристалланиш тезлиги 12 маротаба кўпаяди.

3) Процесснинг ҳаракатлантирувчи кучи $(c - c_m)$ ҳам кристалланиш тезлигига анча таъсир кўрсатади. c ва c_m концентрациялари ўртасидаги

айирма қанча катта бўлса, кристалланиш жараёни шунча тез боради. Бирок эритманинг ўта тўйиниш коэффиценти анча катта бўлса, янги кристалланиш марказлари пайдо бўлади, бундай ҳолат мақсадга мувофиқ бўлмайди.

4) Агар кристалланиш аралаштириб турилса, процесснинг тезлиги ортади, чунки бундай шароитда диффузион чегара қатламнинг қалинлиги камаяди.

Хулоса

Шундай қилиб, кристалланиш жараёни эритишнинг тескараси ҳисобланади. Иккала жараён ҳам каттик фаза -суклик системасида юз беради. Кристалланиш жараёни одатда сувли эритмадаги кристалланиши лозим бўлган модданинг эрувчанлигини камайтириш орқали, яъни унинг температурасини узгартириш ёки эритувчининг бир қисмини буғлатиш йули билан амалга оширилади. Суюқ, қотишмалардан кристалларни ажратиш олиш учун эса улар совитилади. Кристалланиш жараёни эритмадаги каттик фаза эрувчанлигининг узгаришига асосланган. Температура ортиши билан моддаларнинг эрувчанлиги купайиб, улар яхши эрувчанлик хусусиятига эга бўлади. Температура ортиши билан баъзи моддаларнинг эрувчанлиги камайиб кетади ва улар ёмон эрувчан моддалар ҳисобланади.

Берилган температурада эритманинг каттик. фаза билан мувозанат ҳолатида бўлиши тўйинган эритма дейилади. Тўйинган эритма таркибидаги эриган модданинг микдори эрувчанлик даражасини белгилайди. Эрувчанлик эриган модданинг ва эритувчининг хоссасига, температурага ҳамда қўшимча компонентларнинг борлигига боғлиқ. Тўйинган эритма уз таркибида имкони борича кўп микдорда эриган модда ушлайди. Бу ҳолатдаги эритма турғун бўлади.

Асосий адабиётлар:

З.Салимов “Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари” II том Олий ўқув юртлари учун дарслик -Тошкент “Ўзбекистон” 1995 238-б

З. Салимов, И. Туйчиев. Химиявий технология процесслари ва аппаратлари. Т.: Ўқитувчи, 1987.

А. Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1.Б. Н. Бронштейн, В. В. Щеголев. Гидродинамика, массо и теплообмен в колонных аппаратах. Л.: Химия, 1988.

2.В. М. Рамм. Абсорбция газов. М.: Химия, 1978.

3.И. А. Александров. Ректификационные и абсорбционные аппараты. М.: Химия, 1978.

4.Б. И. Броунштейн, А. С. Железняк. Физико-химические основы жидкостной экстракции. М.— Л.: Химия, 1966.

- 5.В. Д. Лукин, А. В. Новосельский. Циклические адсорбционные процессы (теория и расчет). Л.: Химия, 1989.
6. Салимов, В. В. Батаев. Повышение эффективности адсорбционной очистки газовых выбросов. Т.: Фан, 1992.
- 7.А. В. Лыков. Теория сушки. М.: Энергия, 1968.
- 8.А. С. Гинзбург. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1973.
- 9.В. И. Муштаев, В. М. Ульянов. Сушка дисперсных материалов. М.: Химия, 1988.
- 10.Л. Н. Матусевич. Кристаллизация из растворов в химической промышленности. М.: Химия, 1968.
- 11.А. Аксельруд, В. М. Лысянский. Экстрагирование (система твердое тело жидкость). Л.: Химия, 1974.
- 12.И. Н. Белоглазов. Твердофазные экстракторы (инженерные методы расчета).Л.: Химия, 1985.