

№ 14 дәріс

Сұйық біртексіз жүйелерді бөлу

Әр түрлі фазалардан тұратын жүйелерді біртексіз жүйелер деп атайды. Кез-келген біртексіз жүйе екі немесе одан да көп фазалардан тұрады. Оның бірі дисперсті фаза, ал екіншісі дисперсионды (дисперсті фаза бөлшектерін қоршап тұратын тұтас фаза) орта деп аталады.

Біртексіз жүйе дисперсті фаза бөлшектерінің мөлшерімен және концентрациясымен сипатталады. Мысалы, сұйық және қатты фазалардан тұратын жүйелер қатты бөлшектердің мөлшеріне қарай дәрекі (100 мк үлкен), нәзік (0,5-100 мк), лай (0,1-0,5 мк) және коллоидты ерітінділер (0,1 мк кіші) болып жіктеледі.

Эмульсиялар екі өзара араласпайтын сұйықтықтардан тұрады және ауырлық күші әсерінен қабаттарға бөлінуге қабілетті. Алайда егер дисперсті фаза тамшыларының мөлшері 0,5 мк кіші болса, эмульсиялар тұрақты болады.

Біртексіз жүйелерді бөлу әдістері жүзгін бөлшектердің мөлшеріне қарай таңдап алынады. Өнеркәсіпте біртексіз жүйелерді бөлудің негізгі әдістеріне тұндыру, сүзу, центрифугалау (ортадан тепкіш күштер өрісінде бөлу) жатады.

Бөлу процесінің материалдық балансы

Бөлуге a заты (тұтас фаза) мен b затының жүзгін бөлшектері бар жүйе берілсін. Мынадай белгілеулер енгізейік: G_c – бастапқы суспензия, $G_{m.c.}$ – тұндырылған сұйықтық және G_m – алынған тұнба салмағы, $x_c, x_{m.c.}, x_m$ – b затының бастапқы суспензиядағы, тұндырылған сұйықтықтағы және алынған тұнбадағы салмақтық үлесі.

Бөлу процесінде зат шығыны жоқ жағдайда, материалдық баланс теңдеуі жазылады:
заттардың жалпы мөлшері бойынша

(1.1)

қатты фаза бойынша

(1.2)

Алынған (1. 1)-ші, (1. 2)-ші теңдеулерді бірге шеше отырып, тұндырылған сұйықтық пен тұнбаның массасын анықтауға болады:

(1. 3)

(1. 4)

Тұндыру

Ауырлық күші әсерінен тұнбаға түсіру процесі тұндыру деп аталады. Тұндыру әдісін көбінесе дөрекі суспензияларды бөлуде қолданады. Мына теңдеу шар тәріздес жеке бөлшектердің тұнбаға түсу жылдамдығын анықтауға қолданылады.

(1.1)

Қатты фазалардың жоғары концентрациясында шектелген көлемде тұнбаға түсіру процесі қысылысып тұндыру деп аталады. Мұндай жағдайларда қатты бөлшектер қозғалысының кедергілері ортаның кедергісі мен қатты бөлшектердің бір-біріне соқтығысуы мен үйкелуі нәтижелеріндегі кедергілерден құралады.

Сондықтан қысылысып тұндыру жылдамдығы бос тұндыру жылдамдығынан әр уақытта кіші болады да, мына формуламен өрнектеледі:

(1.2)

мұндағы ε – бос көлем, ϕ – форма коэффициенті.

Сфера тәріздес қатты бөлшектер үшін $\varepsilon > 0,7$ жағдайында анықталады:

(1.3)

Сфера тәріздес қатты бөлшектері бар жоғары концентрациялы суспензиялар үшін $\varepsilon < 0,7$ жағдайында

(1.4)

Тұндырудың кез-келген аймағында (1.2)-ші теңдеу өрнектеледі:

(1.5)

мұндағы $W_{\text{бос}}$ – берілген аймақтағы бос тұндыру жылдамдығы.

Тұндыру жылдамдығы $\varepsilon < 0,7$ жағдайында (1.4)-ші теңдеу бойынша анықталады:

(1.6)

мұндағы ε – суспензиядағы сұйықтықтың көлемдік үлесі.

Сұйықтықтың көлемдік үлесі анықталады:

(1.7)

мұндағы V_c – суспензиядағы сұйықтық көлемі; V_6 – суспензиядағы қатты бөлшектер көлемі.

Суспензиядағы қатты бөлшектердің көлемдік үлесі мына формуламен анықталады:

(1.8)

Мұндағы x – суспензиядағы қатты фазаның салмақтық үлесі; ρ_k – қатты бөлшектер тығыздығы; ρ_c – суспензияның тығыздығы.

Суспензия тығыздығы анықталады:

(1.9)

бұдан

(1.10)

мұндағы ρ_c – сұйықтық тығыздығы.

Центрифугалау

Біртексіз жүйелерді бөлуде ортадан тепкіш күштердің әсері ауырлық күші мен қысымға қарағанда жоғары болады. Ортадан тепкіш күштер өрісінде біртекті жүйелерді бөлу әдісі центрифугалау деп аталады.

Ортадан тепкіш күштер өрісінің кернеулігі бөлу факторымен сипатталады:

(1.1)

мұндағы ω – барабанның бұрыштық айналу жылдамдығы, рад/с; r – барабан радиусы, м; g – еркін түсу үдеуі, $9,81 \text{ м/с}^2$.

Бұрыштық айналу анықталады:

(1.2)

Бұрыштық айналу мәнін (1.1)-ші теңдеуге қоятын болсақ:

(1.3)

Бөлу факторының мәні артқан сайын центрифуганың бөлу қабілеттілігі жоғары болады.

Қатты фазаның тұнбаға түскен бетінің бөлу факторына көбейтіндісі центрифуганың өнімділік индексі деп аталады:

(1.4)

мұндағы Σ – центрифуганың өнімділігі.

Центрифуганың негізгі бөлігі тік немесе көлденең білікте жоғары жылдамдықпен айналатын қабырғалары тұтас немесе саңылаулары бар барабаннан тұрады.

Центрифугада суспензияларды бөлу үдерісі мынадай кезеңдерден тұрады: *ортадан тепкіш күштер әсерінен сүзу, ортадан тепкіш күштер әсерінен тұндыру, ортадан тепкіш күштер әсерінен түссіздендіру.*

Ортадан тепкіш күштер әсерінен сүзу үдерісі қабырғаларында саңылаулары бар барабандарда жүргізіледі. Барабанның ішкі беті сүзетін материалмен қапталады. Суспензия ортадан тепкіш күштер әсерінен барабан қабырғаларына түйісіп қатты фаза сүзетін материалдың бетінде қалып, ал сұйықтық ортадан тепкіш күштер әсерінен тұнба қалыңдығы мен сүзетін материалдан өтіп кетіп, барабандағы саңылау арқылы сыртқа шығарылады.

Ортадан тепкіш күштер әсерінен тұндыру қабырғалары тұтас барабандарда жүргізіледі. Ортадан тепкіш күш әсерінен суспензия барабанның ішкі бөлігіне беріліп, барабан қабырғаларына қатты фаза жинақталып, ал сұйық фаза барабанға келіп түсетін суспензиямен қоса жоғары көтеріліп сыртқа шығарылады.

Ортадан тепкіш күштер әсерінен түссіздендіру үдерісі де қабырғалары тұтас барабандарда жүргізіледі. Бұл әдіс біраз мөлшерде қатты фазасы бар сұйықтықтарды тазалау үшін қолданылады. Көбінесе нәзік суспензиялар мен коллоидты ерітінділерді бөлу үшін қолданады.

Ортадан тепкіш күштер өрісінде шаң-тозаңдарды жинауды циклондарда жүргізеді. Циклондарда ортадан тепкіш күштің мәні анықталады:

(1.5)

Мұндағы m – бөлшек массасы; r – циклон радиусы.

Жоғарыдағы формулаға сәйкес циклонда газдарды тазарту дәрежесін газдың бұрыштық жылдамдығын арттыру немесе айналу радиусын кішірейту арқылы жоғарылатуға болады. Көбінесе циклондарда газдарды тазарту дәрежесі 40-85 %-ды құрайды.