

## № 6 дәріс

### Буландыру

Қайнату арқылы еріткішті буландырып, ерітіндіні концентрлеу процесі буландыру деп аталады. Буландыру әдісін сұйытылған ерітінділердің концентрациясын арттыру үшін немесе кристалдану арқылы еріген заттарды бөліп алу үшін қолданады.

Буландыру процесінің жай булану процесінен айырмашылығы булану кезкелген температурада сұйықтық бетінен жүреді, ал буландыру белгілі бір қысымда қайнау нүктесіне сәйкес келетін температурада сұйықтықтың бүкіл көлемінде жүретін процесс.

Буландыру әдісінің ерекшелігі тек қана еріткішті бу күйге ауыстыру процесі. Ерітіндінің қайнау температурасы еріткіштің қайнау температурасынан әр уақытта жоғары болады. Температуралардың айырымы еріген заттың, еріткіштің химиялық табиғатына, сыртқы қысымға тәуелді болады.

Сыртқы қысымның бірдей мәнінде ерітіндінің қайнау температурасы мен таза еріткіштің қайнау температу-раларының айырымы *температуралық депрессия* деп аталады

(1.1)

Сонымен бірге ерітіндінің қайнау температурасының артуы гидростатикалық және гидравликалық депрессиялармен де анықталады.

Мысалы, егер тік орналасқан құбыр ішінде сұйықтық қайнаса, онда оның бетінің қайнау температурасы төменгі бөлігіндегі қайнау температурасынан төмен болады. Себебі аппараттың булы кеңістігіндегі қысымға сұйықтық бағанасының гидростатикалық қысымы қосылады. Соның салдарынан ортаңғы қабатта сұйықтықтың қайнау температурасы беткі бөліктегі температураға қарағанда әлдеқайда жоғары болады.

Тік орналасқан құбырдағы сұйықтық бағанасының гидростатикалық қысымы әсерінен қайнау температурасының жоғарылауы *гидростатикалық депрессия* деп аталады

Ерітіндінің булануынан түзілетін екіншілей будың қозғалысында туындайтын гидравликалық шығын әсерінен аппаратта қысым артуынан температураның жоғарылауы *гидравликалық депрессия* деп аталады

Сонымен депрессия температуралық тереуріннің шығынын тудырады, сондықтан оны температуралық шығын деп атайды. Толық депрессия температуралық, гидростатикалық және гидравликалық депрессиялардың қосындысынан құралады

(1.2)

Екіншілей қаныққан бу температурасына тәуелді ерітіндінің қайнау температурасы анықталады

(1.3)

## Буландыру әдістері

Буландыру процесін сырттан жылу беру арқылы жүргізеді. Жылуды көбінесе қыздыру беті арқылы береді. Сирек жағдайда жылу тасымалдағыштың ерітіндімен тікелей түйісуі жағдайында жүргізеді.

Жылу тасымалдағыштар ретінде су буын, жоғары температурада қайнайтын сұйықтықтар мен олардың буларын, түтінді газдарды қолданады.

Буландыруды атмосфералық қысымда немесе одан жоғары не төмен қысымда жүргізеді. Вакуум жағдайында буландыру қымбатқа түседі, алайда бұл әдістің атмосфералық қысымда буландырудан артықшылықтары көп:

1. Жоғары температура әсеріне сезімтал ерітінділерді буландыруда ерітіндінің қайнау температурасын төмендетуді қамтамасыз етеді.
2. Атмосфералық қысымда процесті жүргізу мүмкін емес болған жағдайда, жоғары температурада қайнайтын ерітінділердің қайнау температурасын төмендетуге ықпал етеді.
3. Қыздыратын агент температурасы мен ерітіндінің қайнау температурасы аралығындағы айырманы жоғарылатуға мүмкіндік береді, яғни қыздыру бетін азайтады.

Жоғары қысымда буландыруда түзілетін екіншілей буды түрлі қыздыру процестеріне қыздырғыш агент ретінде немесе басқа да технологиялық мақсаттарға қолдануға болады.

Өнеркәсіптік жағдайда буландыру бір корпусы буландыру аппаратында немесе көп корпусы буландыру аппаратында жүргізіледі.

Бір корпусы буландыру аппараттарында жылу шығыны біршама болғандықтан өнімділігі азғана өндірістерде қолданылады. Мысалы, теориялық есептегенде 1 кг суды буландыру үшін шамамен 1 кг бу жұмсалады, ал практикалық тұрғыда одан да көп жұмсалады.

Көп корпусы буландыру аппараттары экономикалық тұрғыдан тиімді болғандықтан өнеркәсіпте кеңінен қолданылады. Көп корпусы буландыру аппараттары тізбекті жалғанған бірнеше, көбіне 4 немесе 5 аппараттардан тұрады. Көп корпусы буландыру аппараттарында бір жылу мөлшерін бірнеше рет пайдалануға болады. Бұл бастапқы қыздырғыш будың жұмсалуын үнемдеп, қондырғының техника-экономикалық көрсеткіштерін арттырады. 1 кг суды буландыруға кететін будың практикалық мөлшері: бір корпусы қондырғыларда – 1,1 кг, екі корпусы қондырғыларда – 0,57 кг, үш корпусы қондырғыларда – 0,40 кг, төрт корпусы қондырғыларда – 0,30 кг, бес корпусы қондырғыларда – 0,27 кг құрайды.

### **Буландыру аппараттары**

Буландыру аппараттары тік немесе көлденең орналасқан, сыртқы бетімен қыздыруға арналған қаптамасы немесе ирек түтікті жылу алмастырғыштары бар қазандардан тұрады. Химия өнеркәсібінде тік орналасқан, ерітіндінің қозғалысы табиғи немесе еріксіз жүретін және қабыршақты ағысты буландыру аппараттары кеңінен қолданылады.

Буландырылатын ерітіндінің жоғарғы бөлігіндегі бу кеңістігінің көлемі ерітінді мен екіншілей будың өзара толық бөлінуін қамтамасыз ете алатындай көлем алып жатуы қажет. Олай болмаған жағдайда ерітіндінің шашырандысы бумен ілесіп кетіп, нәтижесінде ерітіндінің шығыны болады.

Екіншілей будың жылдамдығын төмендетіп, яғни аппараттың диаметрін үлкейтіп, бу кеңістігінің биіктігін арттыру арқылы сұйықтық шашырандысының бумен бірге ілесуін азайтуға болады.

Бу кеңістігінің қажетті көлемін келесі формуламен анықтауға болады:

(1.1)

немесе

(1.2)

мұндағы  $W$  – буландыратын су мөлшері (екіншілей бу), кг/сағ;  $d_{mass}$  – бу кеңістігінің шектік массалық мөлшері (бірлік уақытта бу кеңістігінің бірлік көлеміне келетін буландыратын су мөлшері), кг/м<sup>3</sup>·сағ;  $d_k$  – бу кеңістігінің шектік көлем-дік мөлшері (бірлік уақытта бірлік бу кеңістігіне келетін буландыратын су көлемі), м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>·сағ;  $\rho_{ек.бу}$  – екіншілей бу тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>.

## Буландыру аппаратының материалдық балансы

Буландыру аппаратының материалдық балансын барлық заттардың мөлшері бойынша:

(1.1)

және еріген заттың мөлшері бойынша анықтауға болады:

(1.2)

мұндағы

Келтірілген теңдеулерге (1.1, 1.2) бес шама кіреді, оның үшеуі берілген болса, қалған екеуін осы екі теңдеуді бірге шешу арқылы анықтауға болады.

Егер ерітіндінің бастапқы мөлшері, бастапқы және соңғы концентрациясы белгілі болса, онда ерітіндінің соңғы мөлшерін

(1.3)

және буланған су мөлшерін анықтауға болады:

(1.4)

Егер ерітіндінің бастапқы мөлшері мен концентрациясы және буланған су мөлшері берілсе, онда ерітіндінің соңғы концентрациясын

(1.5)

және ерітіндінің соңғы мөлшерін анықтауға болады:

(1.6)

## Буландыру аппаратының жылу балансы

Буландыру аппаратында жылу кірісі ерітіндінің жылуы мен қыздырғыш агент беретін жылу мөлшері қосындыларынан құралады.

Буландыруға жұмсалатын жылу шығыны екіншілей бұмен кететін жылудан, ерітіндімен кететін жылудан, дегидратация процесіне жұмсалатын жылудан, қоршаған ортаға таралатын жылудан құралады. Осыған сәйкес жылу балансы теңдеуі жазылады:

(1.1)

Дегидратация жылуы – ерітіндінің концентрациясын арттыруға жұмсалатын жылу мөлшері. Дегидратация жылуы ерітіндінің бұ түзу жылуына мәні жағынан тең, ал таңбасы бойынша қарама-қарсы болады. Дегидратация жылуының мәні тым аз болғандықтан оны көбінесе ескермейді.

Аппаратқа келіп түсетін ерітіндіні буландырылған ерітінді мен буланған су қоспасы деп қарастыруға болады:

(1.2)

бұдан

(1.3)

Алынған теңдеуді жылу балансы теңдеуіне (1.1) қойып, дегидратация жылуын ескермесек:

(1.4)

немесе

(1.5)