

4-Mavzu: MAVHUM QAYNASH QATLAMINING TURLARI VA GIDRODINAMIKASI.

Reja:

- 1.Mavhum qaynash egri chiziqlari.
- 2.Mavhum qaynash soni.
3. Mavhum qaynash qatlamining turlari.
- 4.Oqimchali mavhum qaynash.
- 5.Mavhum qaynash qatlamli qurilmalar.

Kimyo va oziq - ovqat texnologiyasi jarayonlarida ayrim elementlardan tarkib topgan qo'zg'almas qatlam materiallari orqali tomchili suyuqlik yoki gazlar oqib o'tadi.

Donador qatlam elementlarining shakli va o'lchami turli - tuman ko'rinishga ega: masalan, filtrlar cho'kma qatlamining mayda zarrachalari; granula; tabletka, katalizator yoki adsorbent bo'laklari; absorbtсион va rektifikatsion kolonnalardagi yirik nasadkalar.

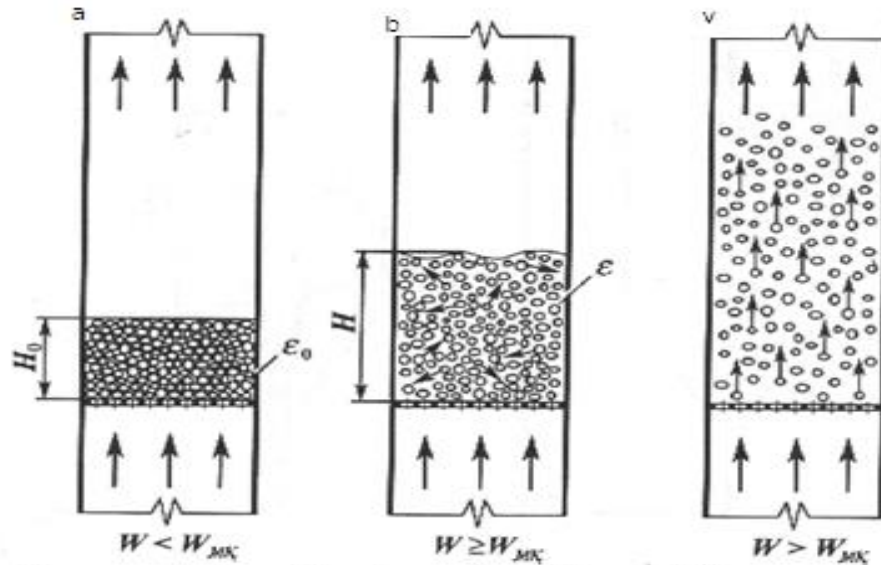
Biror qatlam zarrachalarining o'lchami bir xil yoki turlicha bo'lishiga qarab, donador qatlamlar **monodispers** yoki **polidispers** bo'lishi mumkin.

Donador qatlam orqali suyuqlik harakati davrida qatlam zarrachalari orasidagi bo'shliqlar suyuqlik bilan to'lib turadi. Bunda, suyuqlik qatlamning zarrachalarini, elementlarini yuvib va noto'g'ri shaklli kanallar orqali oqib o'tadi. Bunday harakat gidrodinamikaning aralash masalasini tashkil etadi.

Suyuqlik oqimi istalgan tezliklarda, faqat pastdan yuqoriga harakat qilgandagina, donador qatlam orqali suyuqlik harakati qonuniyatlari ushbu jarayon uchun taalluqlidir. Suyuqlik oqimining yuqori chegarasi qatlam qo'zg'almas holati bilan belgilanadi. 1-rasmda qattiq zarrachalar qatlamining pastdan yuqoriga ko'tariluvchi oqim tezligiga bog'liqlik 3 holati tasvirlangan.

Gaz taqsimlash to'ri orqali pastdan yuqoriga qarab kichik tezlik bilan gaz yoki suyuqlik oqimi yuborilsa, donador qatlam qo'zg'almas holatida qoladi (1 a-rasm). Bunda oqim tezligi o'zgarishi bilan qatlam (solishtirma yuza, g'ovaklilik va hokazo) ning xarakteristikalari o'zgarmaydi. Qatlam orqali o'tayotgan gaz (yoki suyuqlik) oddiy, filtrlanib harakatlanadi.

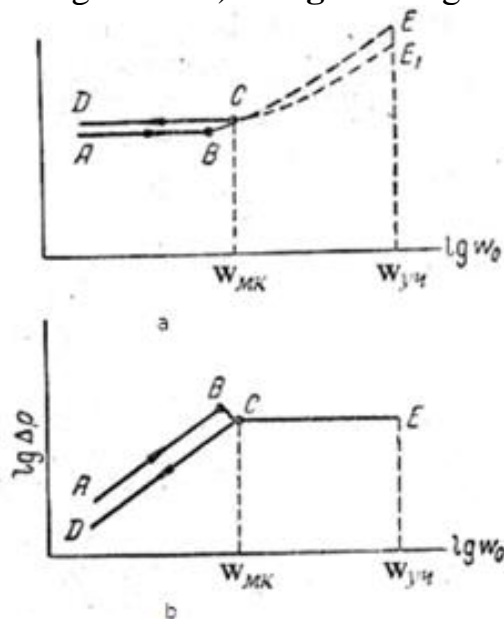
Lekin, gaz (yoki suyuqlik) oqimining tezligi asta - sekin oshirib borilsa, tezlikning ma'lum bir kritik qiymatida qatlamdagi zarrachalar og'irligi bilan oqimning gidrodinamik bosim kuchi tenglashadi. Bunda qatlamning qo'zg'almas holati buziladi va uning g'ovakliligi, balandligi ko'payib boradi. SHu vaqtda qatlam zarrachalari siljib boshlaydi va qatlam oquvchanlikka ega bo'lib boshlaydi. Agar gaz oqimi tezligi yanada oshirilsa, qatlam kengayadi, zarrachalar harakati faollashadi, lekin gidrodinamik muvozanat hali ham buzilmaydi. Bu hol qatlamning mavhum qaynash jarayoniga o'tganligini ko'rsatadi, ya'ni butun qatlam xuddi qaynayotgandek bo'lib ko'rinadi (1b-rasm). Qatlamning bunday holatida qattiq zarrachalar intensiv, tartibsiz, turli yo'nalishlarda harakat qiladi.



1-rasm. Qattiq zarrachalar qatlami orqali gaz (suyuqlik)

harakati. a-qo'zg'almas qatlam; b-mavhum qaynash qatlami; v - qattiq zarrachalarning oqim bilan chiqib ketishi.

Agar gaz oqimining tezligi yanada oshirilsa, qatlam g'ovakliligi va balandligi keskin ko'payib boradi. Gaz tezligi ma'lum bir kritik qiymatga yetganda mavhum qaynash qatlami buziladi. Bunda gidrodinamik bosim kuchlari qatlam zarrachalari og'irlik kuchidan oshib ketadi va qattiq zarrachalar gaz oqimi bilan birga uchib chiqa boshlaydi (1v-rasm). Gaz oqimi bilan qattiq zarrachalarning yoppasiga uchib chiqa boshlash hodisasi **pnevмотransport** deb nomlanadi va sanoatda sochiluvchan materiallarini uzatish uchun ishlatiladi. 2-rasmda donador qatlam balandligi va gidravlik qarshiligining oqim sohta (qurilma ko'ndalang kesim yuzasiga nisbatan hisoblangan tezlik) **tezligidan** bog'liqlik grafiklari keltirilgan.



2-rasm. Donador zarrachalar qatlami balandligi (a) va gidravlik qarshiligining (b) oqim tezligiga bog'liqligi.

Qatlam qo'zg'almasligi buzilib, mavhum qaynash holatiga o'tish paytidagi tezlik **mavhum qaynashning boshlanish tezligi yoki birinchi kritik tezlik** deb nomlanadi va w_{mk} harfi bilan belgilanadi. Agar, gaz oqimi tezligini w_{mk} gacha oshirib borilsa donador qatlam gidravlik qarshiligi ortib boradi (2 b-rasm). Lekin, w_0 qiymati oshishi bilan qatlamning balandligi umuman o'zgarmaydi (2a-rasm ABC chiziq).

Oqimning gidrodinamik bosim kuchi qattiq zarrachalar qatlami og'irlik kuchiga teng bo'lganda mavhum qaynash jarayoni boshlanadi. Lekin, amalda V nuqtadagi tegishli bosimlar farqi bevosita mavhum qaynash boshlanishiga (S nuqta) oid ΔR dan, ya'ni qatlamni mavhum qaynash holatida ushlab turish uchun zarur gidrodinamik bosim kuchidan ko'proq bo'ladi.

Bunga sabab, qo'zg'almas qatlam holatidagi zarrachalar orasidagi tortishish kuchidir. Gaz oqimi tezligi w_{mk} bo'lganda, zarrachalar orasidagi tortishish kuchlarini yengadi va gidrodinamik bosim kuchi (ΔR) qatlam zarrachalari og'irlikiga tenglashadi. 2b-rasmdan ko'rinib turibdiki, yuqorida aytilgan shartlar mavhum qaynash jarayonining hamma oraligida ($S-E$ chiziq) bajarilmoqda. Mavhum qaynash boshlanishi bilan oqimning gidrodinamik bosim kuchlari qatlamdagi qattiq zarrachalar og'irlikini muvozanatda ushlaydi.

Gaz oqimi tezligi ortishi bilan qatlam zarrachalari og'irligi o'zgarmaydi. Demak, qatlamni mavhum qaynash holatida ushlab turish uchun zarur bo'lgan ΔR ham bir xil bo'ladi. Bu holat SE chizig'i bilan ifodalanadi. Agar tezlik yana oshirilsa, mavhum qaynash muvozanati buzilib, qurilmadan gaz oqimi bilan zarrachalar yoppasiga uchib chiqa boshlaydi. Ushbu holatga oid tezlik **uchib chiqish tezligi** yoki **ikkinchi kritik tezlik** deb yuritiladi va w_{uch} belgi bilan ifodalanadi.

Bu holatda qatlamning g'ovakliligi juda katta bo'ladi, ya'ni ε ni qiymati 1 yaqinlashib boradi. Agar, ishchi tezlik w_0 qiymati w_{uch} dan ozgina ortsa, zarrachalarning qurilmadan yoppasiga uchib chiqishi boshlanadi.

Agar, gaz oqimi tezligi asta - sekin kamaytirib borilsa, jarayon egri chizig'i AVS chiziq emas, balki CD chizig'i bilan ifodalanadi (2 b-rasm). Ushbu hodisa **gisterezis** deb nomlanadi. Gisterezis hodisasining paydo bo'lishiga sabab, zarrachalar o'rtasidagi o'zaro tortishish kuchi, ya'ni ushbu kuchni yengishga qo'shimcha energiya sarf bo'lishidir. Undan tashqari, mavhum qaynash jarayoni tugagandan so'ng, qo'zg'almas qatlam g'ovakliligi yoki balandligi mavhum qaynash jarayoni boshlashdan avvalgi qatlamnikidan bir oz ko'p bo'ladi (2-rasm). Buning isboti rasmdagi CD chiziqning AV dan tepada joylashganligidir.

Agarda jarayon yana qaytadan boshlansa, ya'ni gaz oqimi tezligi ortishi bilan qatlamning gidravlik qarshiligi AV chizig'i emas, balki CD chizig'i bilan ifodalanadi. Xulosa qilib aytganda, gisterezis hodisasi namoyon bo'lmaydi. Mavhum qaynash jarayoni egri chizig'ining shakli qatlam holatini ifodalaydi. Mavhum qaynash jarayoni w_{mk} va w_{uch} tezliklar oraligi bilan chegaralanadi.

Ishchi tezlik w ning mavhum qaynash boshlanishi tezligi w_{mk} ga nisbati **mavhum qaynash soni K_w** deb ataladi va u quyidagi ko'rinishga ega:

$$K_w = \frac{w_0}{w_{mk}} \quad (1)$$

Mavhum qaynash soni zarrachalarning aralashish intensivligi va qatlam holatini ifodalaydi.

Ko'pchilik holatlarda zarrachalarning intensiv aralashishi $K_w=2$ da bo'lishi tajriba yo'li bilan aniqlangan. Aniq texnologik jarayon uchun K_w ning optimal qiymati keng oralikda o'zgaradi va u tajriba yo'li bilan topiladi.

SHarsimon shaklli ($f \approx 1$), govakliligi $\varepsilon \approx 0,4$ bo'lgan qatlamning mavhum qaynashning boshlanish tezligi prof. O.M.Todes formulasi yordamida aniqlanishi mumkin:

$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} \quad (2)$$

bu yerda

$$Re_{mk} = \frac{w_{mk} d}{\mu}$$

Mavhum qaynash boshlanish tezligi:

$$w_{mk} = \frac{Re_{mk} \cdot \mu}{d\rho}$$

(2) formuladagi Arximed (Ar) kriteriysi ushbu formuladan topiladi:

$$Ar = \frac{gd_e^3}{\nu^2} \cdot \frac{\rho_k - \rho}{\rho}$$

bu yerda: d_e - zarracha ekvivalent diametri, m; ν - muhit kinematik qovushoqligi, m^2/s ; ρ va ρ_k – muhit va zarracha zichliklari, kg/m^3 .

$w_0 > w_{mk}$ bo'lgan holatda tezlik ortishi bilan qatlam kengayadi va g'ovakliligi (bo'sh hajmi) ko'payadi.

Mavhum qatlam muvozanati buzilishi va zarrachalarning yoppasiga uchib chiqish tezligini ifodalovchi ikkinchi kritik tezlik ham prof. O.M.Todes tomonidan keltirib chiqarilgan formula yordamida hisoblash mumkin:

$$Re_{yq} = \frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}} \quad (3)$$

bunda

$$Re_{yq} = \frac{w_{yq} d\rho}{\mu}$$

Uchib chiqish tezligi esa:

$$w_{yq} = \frac{Re_{yq} \cdot \mu}{d\rho}$$

Qatlam g'ovakliligi $0,4 < \varepsilon < 1$ oraliqda bo'lganida Re ni hisoblash uchun quyidagi umumlashtirilgan formula taklif etiladi:

$$Re_0 = \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,6\sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}} \quad (4)$$

Agar, w ma'lum bo'lsa ε ni quyidagi formula orqali topish mumkin:

$$\varepsilon = \left(\frac{18 Re_0 + 0,36 Re_0^2}{Ar} \right)^{0,21} \quad (5)$$

O'zgarmas qatlam N_q va mavhum qaynash qatlami balandliklari N_{mk} o'rtasida quyidagi bog'liqlik bor.

$$H_{mk}(1 - \varepsilon_{mk}) = H_{\kappa}(1 - \varepsilon_{\kappa}) \quad (6)$$

bu yerda ε_q va ε_{mk} - qo'zg'almas va mavhum qaynash qatlamlarining g'ovakliligi.

Qatlamdagi bosimlar farqi ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$\Delta p = g\rho(1 - \varepsilon)H \quad (7)$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{\kappa}}{\rho_3} \quad (8)$$

bu yerda ρ_{κ} - qatlam zichligi, kg/m^3 ; ρ_3 - qattiq zarrachalar zichligi, kg/m^3 .

Qo'zg'almas qatlam g'ovakliligi esa:

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{\rho_T}{\rho_3}$$

bu yerda ρ_T - materialning «to'kma» zichligi, kg/m^3 .

Qattiq zarrachalar qatlamidagi bosimlar farqini hisoblash uchun Ergan formulasini qo'llash mumkin:

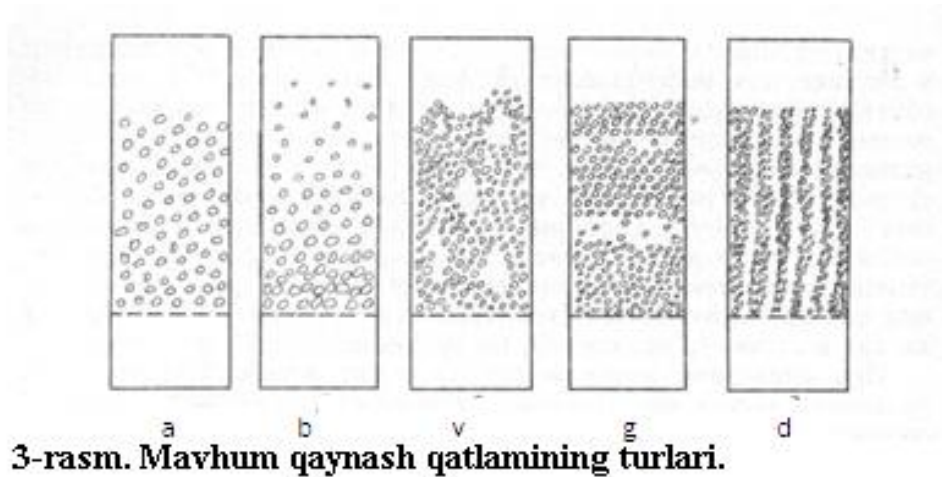
$$\Delta P = 150 \frac{(1 - \varepsilon_0)^2}{\varepsilon_0^3} \frac{\mu w}{d_s^2} H + 1,75 \frac{1 - \varepsilon_0}{\varepsilon_0^3} \cdot \frac{\rho_n w^2}{d_s} H \quad (9)$$

Mavhum qaynash qatlami bir va turli jinsli bo'lishi mumkin.

Bir jinsli mavhum qaynash amalda faqat tomchili suyuqlik oqimida qattiq zarrachalar mavhum qaynash jarayonini sodir bo'ladi.

Bunda oqim tezligi w_{mk} dan ko'payib ketganda qatlam balandligi ortsa ham uni tepa chegarasi sezilarli darajada tebranmaydi (3a-rasm).

Ammo, sanoat korxonalarida asosan «qattiq jism – gaz» sistemasida mavhum qaynash jarayoni ishlatiladi (3b -rasm). Odatda, bu sistema ko'pincha, turli jinsli bo'ladi. Ba'zi hollarda gaz pufakchalariga ega bo'lgan mavhum qaynash jarayoni sodir bo'ladi. Bu pufakchalar qatlam tepa qismiga yetganda yoriladi va natijada qatlam balandligining tebranishiga olib keladi (3a-rasm). SE va SE_I nuqtali chiziqlar mavhum qaynash qatlami tebranish oralig'ini bildiradi.



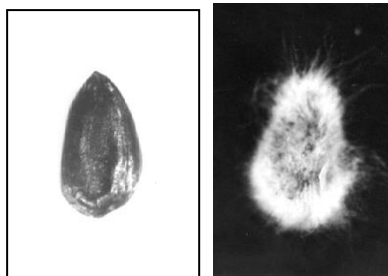
3-rasm. Mavhum qaynash qatlamining turlari.

a - bir jinsli; b - turli jinsli; v – bar- botajli; g - porshenli; d - kanalli.

Turli jinsli qatlamning mavhum qaynash jarayoni uchun qatlamda har xil o'lchamli pufakchalar mavjudligi xarakterlidir. Agar, mavhum qaynash soni kichik bo'lsa, qatlamning turli jinsli ekanligi uning xarakteristikalariga ta'sir etmaydi. Aksincha, harakatlanuvchi pufakchalar qatlamidagi zarrachalar aralashishini jadallashtiradi. Lekin, K_w o'sishi bilan qatlamning turli jinsliliigi ortadi, ya'ni pufakchalar o'lchami kattalashadi va qatlam tepa chegarasidan qattiq zarrachalar intensiv ravishda uloqtiriladi. Pufakchalar ko'ndalang o'lchami qurilma o'lchamigacha yiriklashib boradi. Natijada **porshenli rejim** hosil bo'ladi (3g-rasm). Bu rejimda qattiq jism va gaz o'rtasidagi o'zaro ta'sir yomonlashadi.

Agar, nam yoki juda mayda, hamda yopishqoq zarrachalar mavhum qaynash holatiga keltirilganda **kanalli** mavhum qaynash jarayoni paydo bo'ladi (3d-rasm). Kanal hosil qiluvchi qatlamning eng so'nggi holati bo'lib favvora qatlam hisoblanadi. Bunda, qurilma o'qi atrofidagi kanal orqali gaz oqimi qatlamdan otilib chiqadi.

Donador-tolali materiallarning mavhum qaynashi. Ma'lumki, Vatanimizning eng asosiy texnik xom – ashyosi - paxta chigitidir. Paxta chigiti ko'p qatlamli noto'g'ri shaklli, geterogen sistema bo'lib, uning yadrosi – kolloid - kapillyar g'ovakli gel, qobig'i-yog'ochsimon tuzilishli va tashqi yuzasi - quyuc paxta tolalari bilan qoplangandir.



4-rasm. Tuksizlangan (a) va tukli (b) paxta chigiti.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, har bir qatlam o'zaro fizik - mexanik va diffuzion – issiqlik xossalari bilan bir - biridan keskin farq qiladi. Umuman olganda esa, paxta chigitini donador sochiluvchan materiallar guruhiga qo'shib bo'lmaydi, chunki zarrachalar orasidagi tortishish kuchi donador materialnikidan ancha katta va bu

guruhga keltiribni qarilgan asosiy qonuniyatlarga bo'ysunmaydi.

Shuning uchun, ko'pincha ilmiy tadqiqotlar va nazariy tahlil asosida, paxta chigiti alohida donador - tolali materiallar guruhiga ajratib olindi.

Undan tashqari, paxta chigitining yana bir necha o'ziga xos xususiyatlari borligi ham unga alohida yondoshish kerakligini taqozo etadi. 4-rasmdan ko'rinib turibdiki, chigitning tukliligi ortishi bilan uning ekvivalent diametri ortadi va keltirilgan zichligi kamayadi.

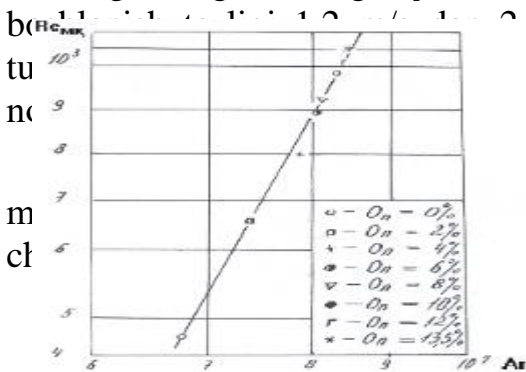
Bunday murakkab tuzilish va shakli paxta chigitining shakl koeffitsienti ushbu empirik tenglamadan aniqlanadi:

$$f = 1.063 + 5,5 \cdot 10^{-2} O_{II} \quad (10)$$

bu yerda O_p - paxta chigiti tukliligi, %.

Chigitning fizik - mexanik xossalari o'rganish shuni ko'rsatadiki, uning tukliligi ortishi bilan qatlamdagi zarrachalar orasida tortishish kuchi ko'payadi. Buning yaqqol isboti mavhum qaynash boshlanishning material tukliligiga bog'liqlik grafigida ko'rish mumkin (5-rasm).

Agar chigit tukliligi $O_p = 0$ dan $O_p = 13\%$ gacha ortsa, unda mavhum qaynash tezligi 16 m/s gacha ko'payadi. Bu albatta chigitning hish kuchlari, hamda materialning noksimon,



uchun mavhum qaynash tezligi bo'yicha shu ko'rinishdagi kriterial formula keltirib

$$= 0,456 \cdot \left(\frac{Ar}{10^6} \right)^{3,63} \quad (11)$$

5-rasm. Donador-tolali materiallar uchun Re sonining Ar kriteriysiga bog'liqligi.

$$Re_{mk} = \frac{\eta Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}}$$

bu yerda η - paxta chigitining tuklilik koeffitsienti.

Ushbu koeffitsient esa quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\eta = \frac{Re_{mk}}{Re_{mk}^0} \quad (12)$$

yoki

$$\eta = 1 + 0,43 \cdot O_{II}^{0,44}$$

bu yerda Re_{mk}^0 - tukliligi $O_p = 0$ % bo'lgan chigitning mavhum qaynash boshlanish tezligi.

Donador-tolali material qo'zg'almas qatlamining g'ovakliligini ushbu formuladan foydalanib topsa bo'ladi:

$$\varepsilon_0 = 0,355 + 0,059\eta \quad (13)$$

Qatlamning gidravlik qarshiligi anomal o'zgarganligi sababli va yuqori aniqlikdagi hisoblash formulasini keltirib chiqarish uchun $\lambda = f(Re)$ funktsiya 3 ta zonaga bo'lingan.

Donador - tolali qatlamning gidravlik qarshilik koeffitsienti quyidagi formulalardan topiladi:

1 – zona uchun ($Re < 350$):

$$\lambda_1 = \frac{312 \cdot p^{-0,57} \cdot \exp(0,46 \cdot \eta)}{(1,8 \lg Re_m - 1,64)^2} \quad (14)$$

2 – zona $Re > 350$ da boshlanadi va uning yuqori chegarasi Re_{kr} ni ushbu tenglamadan aniqlash mumkin:

$$Re'_{sp} = 184,3 \cdot \exp(0,53 \cdot \eta - 0,0248 p_0) \quad (15)$$

$$\lambda_2 = 0,86 \cdot p_0^{-0,34} \cdot Re_m^{0,516 \exp(0,082 \eta)} \quad (16)$$

3 – zona uchun esa ($Re_{kr} < Re < 4000$):

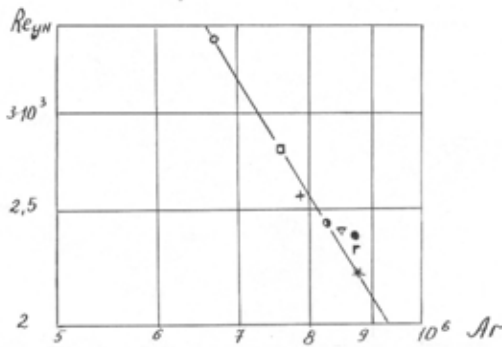
$$\lambda_3 = 6185 Re_m^{-0,9} \cdot p_0^{-0,6} \cdot \exp(0,77 \eta) \quad (17)$$

bu yerda $r_o = p/p_{atm}$ - nisbiy solishtirma massaviy yuklama; Re_m – Reynoldsdning modifikatsiyalashgan kriteriysi, qatlam kanallari ekvivalent diametri d_e orqali hisoblanadi.

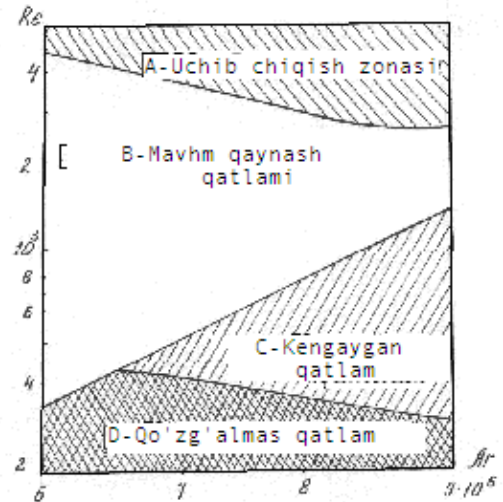
Dastlabki tajribalardan ma'lumki, chigitning tolaligi ortishi bilan zarrachaning ekvivalent diametri ortadi, zichligi esa kamayadi. SHuning uchun, donador - tolali qatlam zarrachalarining uchib chiqish tezligi ham klassik qonuniyatlarga bo'ysunmaydi. Tajriba natijalarini umumlashtirish orqali donador-tolali materiallarning uchib chiqishi tezligina aniqlash uchun quyidagi ko'rinishda formula olindi:

$$Re_{yu} = \frac{\eta^{-0,4} \cdot Ar}{20,16 + 0,683 \sqrt{Ar}} \quad (18)$$

Re_{mk} va Re_{uch} qiymatlari ma'lum bo'lgan donador-tolali materiallar uchun qatlam holatlarining mavjud bo'lish chegaralarini topish oson (7-rasm)



6-rasm. Donador - tolali materiallar uchun Re sonining Ar kriteriysiga bog'liqligi.



7-rasm. Donador - tolali materiallarning qo'zg'almas, kengaygan va mavhum qaynash qatlam holatlarining mavjud bo'lish chegaralari.

Donador - tolali kengaygan qatlamning yuqori chegarasi mavhum qaynash boshlanish tezligi Re_{mk} bilan aniqlansa, pastki chegarasi esa quyidagi tenglama yordamida topiladi:

$$Re_{TP} = 111(3,9 - \eta) \cdot p_0^{0,18} \quad (19)$$

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, donador-tolali materiallar gidrodinamikasi chigit tuklilik ko'effitsienti η ga bog'liqdir. Undan tashqari, η ushbu materiallar qatlam holatlarining mavjud bo'lish chegaralariga ham ta'sir ko'rsatadi. Donador, sochiluvchan materiallar uchun mavhum qaynash qatlami chegaralari Ar kriteriysi ortishi bilan ko'paysa, donador - tolali materiallar qatlamini esa kamayadi.

Hozirgi kunda ko'pgina dolzarb muxandislik muammolarni hal etish turli muhitlarda gaz oqimchalari (tizillagan oqimlar) ning tarqalishi bilan uzviy bog'liqdir.

Oqimchali mavhum qaynash jarayoni qo'zg'almas, mavhum va favvorasimon qaynash qatlamli qurilmalarda gaz taqsimlovchi teshikli panjara moslamalarining ishlash paytida qattiq va gaz fazali sistemalarida amalga oshadi. Ushbu jarayon mavhum qaynash qatlamli granulyator va quritgichlarda, pnevmatik aralashtirgichlarda, hamda qatlamga turli - tuman puflab havo yo'naltiradigan moslamali qurilmalarda ishlatiladi.

Oqimchali mavhum qaynash jarayoni qatlamni tashkil qilish usuli bo'yicha klassik (an'anaviy) mavhum qaynashdan oqimchali harakat potentsiali imkoniyatlaridan foydalanishga sistemali yondashishi bilan farqlanadi.

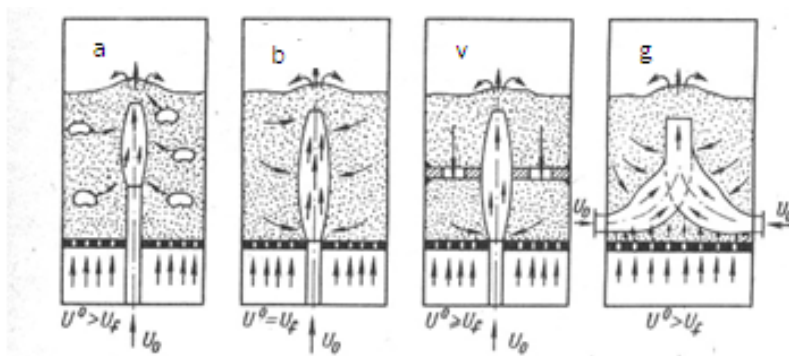
Oqimchali mavhum qaynash qatlamlarida issiqlik va massa almashinish jarayonlarini salmoqli intensivlashga erishish va klassik mavhum qaynash jarayoniga xarakterli kamchiliklarni bartaraf qilish mumkin. Undan tashqari, sanoat qurilmalariga masshtabli o'tish, gaz oqimlarini taqsimlash va qatlam tuzilishini boshqarish masalalari osonlashadi. Ayrim jarayonlar (kolchedanni flotatsiya qilish,

ohaktoshni kuydirish va boshqalar) da aynan oqimchali mavhum qaynash qatlamli qurilmalardan ishonchli foydalanishni ta'minlaydi.

Oqimchali mavhum qaynash jarayoni «gaz - qattiq zarracha» sistemasida fazalar o'zaro ta'sirini tashkil etishning yangi usullarini yaratish imkoniyatini tug'diradi. Bu usullardan eng asosiy va samaralisi-qurilma reaksion zonasini parallel – oqimchali sektsiyalashdir.

Qatlamga kiritilayotgan oqimchalar soni va shakli turlicha bo'lishi mumkin: dumaloq va yassi, soni esa bir va undan ortiq.

Oqimchalarni qo'llashdan asosiy maqsad, mavhum qaynash sifatini yaxshilash va bir jinsli qatlam hosil qilish. Ushbu usulni tadbiiq etishda texnik qiyinchiliklar yo'q. Odatda oqimchalarda havo sarfi mavhum qaynash jarayonidagi umumiy sarfning 6..15% ni tashkil etadi. Oqimchalarning minimal tezligi zarrachalar uchib chiqish tezligidan 10 va undan ortiq marta ko'p bo'ladi.



8-rasm. «Gaz - qattiq zarrachalar» sistemasida fazalar o'zaro ta'sirini tashkil etishning printsiptial sxemalari.

a-turli jinsli mavhum qaynash qatlamining o' rta va yuqori qismiga oqimcha uzatish; b-minimal mavhum qaynash tezligida qatlamga oqimcha uzatish; v-perforatsiyali disk teshigi orqali oqimcha uzatish; g–bir-biriga yo'nalgan oqimchalar mavhum qaynash qatlamida.

8-rasmda «gaz - qattiq zarracha» sistemasida fazalar o'zaro ta'sirini tashkil etish usullar sxemasi keltirilgan:

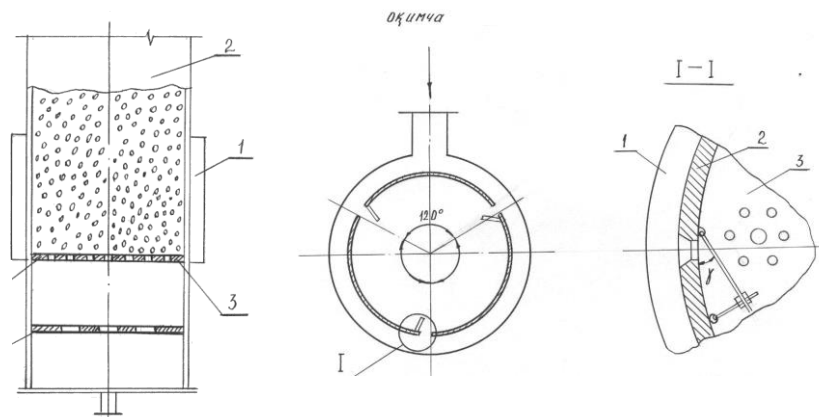
Gidrodinamik faol oqimcha qatlamning turli jinsli yuqori qismini yaxshi aralashtirilgan qatlam holatiga olib kelishi mumkin (8a-rasm). Agarda, minimal mavhum qaynash holatidagi qatlamga oqimcha (8b-rasm) kiritilsa, jarayon intensivlashadi. Lekin, shuna alohida ta'kidlash kerakki, ikkala holatda ham qurilmaning gidravlik qarshilik pasayadi. Agar oqimcha 8v - rasmda ko'rsatilgandek, ya'ni qatlamda joylashtirilgan teshikli panjara o'qidagi katta teshik orqali uzatilsa, qattiq zarracha tsirkulyatsiya tezligi ortadi. Ushbu holatda qattiq zarrachalar tartibli tsirkulyatsiyali qatlam hosil qiladi. 8g - rasmda bir - biriga yo'nalgan gorizontall oqimchalar yordamida mavhum qaynash jarayonini barpo etish mumkin. Bunda ikkala oqimcha bir – biri bilan to'qnashib, tartibli qatlam tashkil qilinadi. Sanoat miqyosida bunday sistemalar mikrobiologik sintez mahsulotlarini granullash uchun qo'llaniladi.

Ikki oqim (asosiy va oqimcha) yordamida mavhum qaynash qatlamini tashkil etish, donador qatlamli qurilmalarni loyihalashda yangi yo'nalish ochib berdi. Bunday qurilmalar gidrodinamik faol oqimchalar harakati natijasida intensiv tsirkulyatsiyali bo'ladi va sulfat ammoniy, xamir - turush ishlab chiqarish sanoati qoldiqlari, kunjara va boshqa materiallarni granullash uchun ishlatiladi. Yana shuni alohida aytib o'tish kerakki, klassik mavhum qaynash qatlamli qurilmalarga qaraganda oqimchali mavhum qaynash qatlamli qurilmalarda issiqlik va massa almashinish jarayonlar tezligi 3-6 marta intensivroq bo'ladi.

Shuni aytish kerakki, yuqorida keltirilgan hamma usul va qurilmalar donador, sochiluvchan materiallar uchun to'g'ri keladi.

Lekin, donador - tolali materiallar (masalan, paxta chigiti va uning natijasida hosil bo'lgan ikkilamchi mahsulotlar) uchun ko'rib chiqilgan usullar yaxshi natija bermaydi. Bunga sabab, paxta chigitining momiqligidir. Ma'lumki, chigit tashqi yuzasidagi paxta tolalari (.8...12%) zarrachalar o'rtasida tortishish kuchlarini haddan tashqari ko'payishiga olib keladi. Undan tashqari, paxta chigitining tomchisimon, noto'g'ri shaklga egaligi uni mavhum qaynash holatiga qiyin o'tishining sababchisidir.

Yuqorida taklif etilgan usullarning birortasi ham paxta chigitini mavhum qaynash holatiga o'tkazish bo'yicha ijobiy natijalar bermadi. SHuning uchun ushbu darslik mualliflari tomonidan paxta chigitini turg'un, sifatli mavhum qaynash



9-rasm. Donador - tolali materiallar uchun oqimchali mavhum qaynash qatlamli qurilma.

1 - qobiq; 2 – oqimcha uzatish halqasi; 3 - teshikli panjara;
4 – oqimcha kiritish shtutseri; 5 - umumiy oqim kiritish shtutseri.

holatiga o'tkazish uchun yassi oqimchalardan foydalanish tavsiya etildi (9-rasm).

Donador - tolali materiallarni mavhum qaynash holatiga o'tkazish uchun qo'zg'almas, kengaygan qatlamga yassi oqimcha kiritildi. Natijada, mavhum qaynash soni $K_w < 1,4$ da mavhum qaynashga erishildi. Bu esa, havo oqimi sarfini 30...40% gacha tejash imkonini yaratadi. Kengaygan ($N/N_0 > 1$ bo'lgan) qatlamga gidrodinamik faol yassi oqimcha yuborish natijasida quyidagi masalalarni hal etsa

bo'ladi:

- energiya sarfi kam rejimlarda donador - tolali qatlamlarni mavhum qaynash holatiga o'tkazish mumkin;

- yassi oqimchani devor yaqinidagi zonaga yo'naltirish natijasida klassik mavhum qaynash qatlamining asosiy kamchiliklari bartaraf qilinadi;

- materialning tolalik koeffitsientiga qarab, $K_w < 1,4$ gacha bo'lgan oraliqda mavhum qaynash jarayonini tashkil etish mumkin.

Oqimchali mavhum qaynash jarayonida donador - tolali qatlamning g'ovakliligi ushbu formula yordamida aniqlanadi:

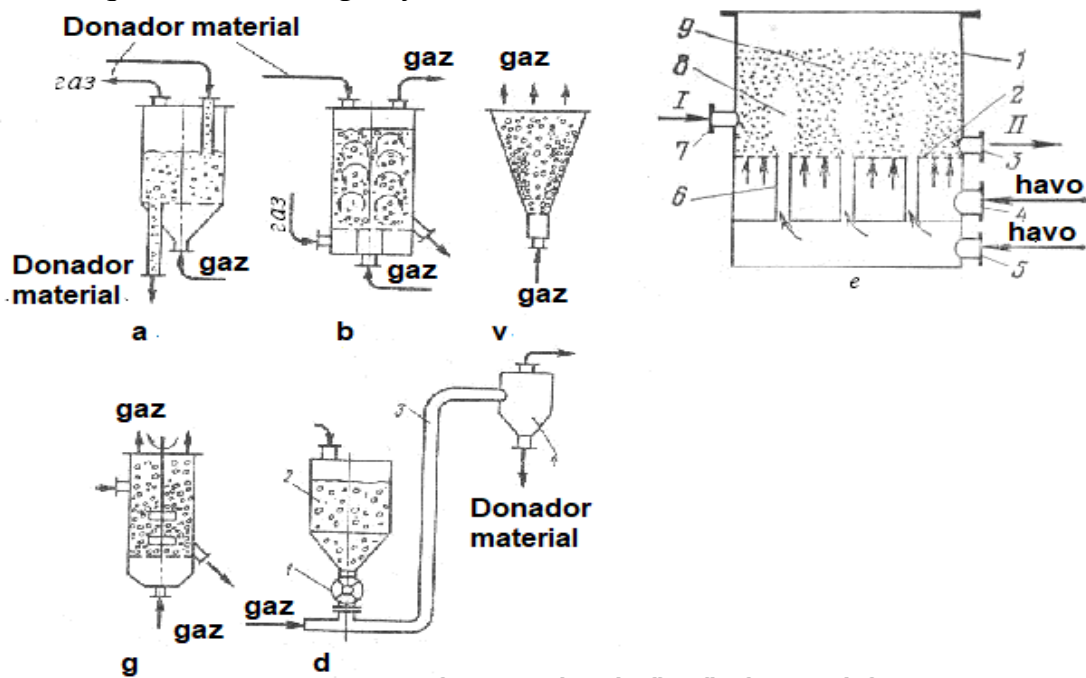
$$\varepsilon = A \cdot Re^x \cdot \exp(0,122 \cdot \eta) \quad (20)$$

bu yerda A va x ning qiymatlari gaz oqimining tezligiga bog'liq. Bunda koeffitsient $A = 0,127 \dots 0,265$ va daraja ko'rsatkichi $x = 0,103 \dots 0,212$ ga teng.

Jarayonlar borishining texnologik sharoitlarini, ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatiga qo'yiladigan talablarni o'zaro ta'sirda bo'lgan moddalarning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga oluvchi juda ko'p mavhum qaynash qatlamli qurilmalar konstruktsiyalari yaratilgan. 10-rasmda mavhum qaynash qatlamli qurilmalarning ayrim konstruktsiyalari ko'rsatilgan.

Ishlash printsiptiga qarab davriy va uzluksiz ishlaydigan qurilmalar bo'ladi. Uzluksiz qurilmalarda gaz oqimi va donador material o'zaro ta'sir qilib, unga uzluksiz ravishda yuklanadi va qurilmadan to'kiladi.

Jarayonda qaynashuvchi qattiq material va gaz oqimining harakat yo'nalishi bir xil, qarama - qarshi va kesishgan yo'lli bo'lishi mumkin.



10-rasm. Mavhum qaynash qatlamli qurilmalar sxemalari.

a – tsilindrik uzluksiz ishlaydigan, qarama - qarshi yo'lli; b -yo'naltirilgan tsirkulyatsiyali; v - konussimon; g - aralashtirgich moslamali; d - pnevmotransport moslamali:1 - shlyuzli tamba; 2 - bunker; 3 - past bosimni havo quvuri; 4 - tsiklon; ye – faol oqimchali: 1- qobiq; 2- to'r parda; 3,5,7- shtutserlar; 6- soplo; 8- faol oqimcha; 9-

Uzluksiz ishlaydigan, qarama - qarshi yo'lli tsilindrik qurilmalarda gaz oqimi taqsimlovchi teshikli panjara ostiga uzatilsa, material esa qurilma-ning tepa qismidan yuklanadi (9a-rasm). Gaz taqsimlovchi teshikli panjara ustida donador materialning bir xil sathini ta'minlash va qurilmadan chiqarish uchun oqib o'tuvchi patrulkalar xizmat qiladi.

Vertikal tsilindrsimon qurilmalar katta miqdordagi don – dunlarni yig'ib qo'yish uchun ishlatiladi (9b-rasm). Gaz taqsimlash kamerasi yassi tub va teshikli panjaralar orasida joylashgan ikkita tsilindrdan iborat. Bu konstruktiviyali kameralarda konsentrik to'siq uni ikkita, ya'ni ichki va tashqi halqalarga bo'ladi. Tashqi halqa bo'shlig'iga, ichkiga qaraganda 2 marta ko'p gaz yuboriladi. Turli miqdorda gaz uzatilgani sababli, qurilmada don mahsu-lotining yo'naltirilgan tsirkulyatsiyali harakati paydo bo'ladi. Natijada material intensiv aralashadi va zarrachalar harakati qurilma o'qidan tsilindrik devor tomonga yo'nalgan bo'ladi.

Konussimon qurilmalarda pastdan yuqoriga qarab tezlikning pasayishi polidispers materiallarni mavhum qaynatish imkonini yaratadi (9v-rasm). Gaz oqimi katta tezlikda qurilma tubidagi shtutser orqali yuboriladi. Ushbu holatda qurilmaga gaz taqsimlovchi teshikli panjara ham o'rnatilmasa bo'ladi. Teshikli panjarasiz qurilmalarda yopishqoq materiallarni ham mavhum qaynash jarayonidan foydalanib quritsa bo'ladi. Agar, konuslik burchagi katta bo'lsa, gaz oqimining qurilma devori yaqinida faolligi kamayadi va konus o'qi bo'ylab uzluksiz kanal barpo bo'lishi mumkin. Ushbu kanal orqali katta tezlikda «gaz - qattiq zarracha» aralashmasi harakat qilib, qatlamdan otilib chiqib, qattiq zarrachalar favvoralarini hosil qiladi. Bunday qatlam *favvorasimon qatlam* deb ataladi. Diametri 25...40 mkm o'lchamli yopishqoq va elektrolizatsiyaga moyil mayda zarrachalar mavhum qaynash jarayonida yaxshi aralashishini ta'minlash va harakatsiz zonalarni bartaraf qilish maqsadida, hamda issiqlik va massa almashinish jarayonlarini intensivlash uchun gazomexanik mavhum qaynash usulidan foydalaniladi (9g,d-rasm). Qatlamga qo'shimcha energiya uzatish turli xil aralashtirgich va tebratgichlar yordamida amalga oshiriladi (9g-rasm).

Pnevмотransport usuli va moslamasi donador materiallarni truba quvurlari orqali ma'lum masofaga yoki balandlikka uzatish uchun mo'ljallangan (9d -rasm). Donador material shlyuzli tamba yordamida havo uzatish quvuriga qadoqlanib tushuriladi. Mavhum qaynash qatlami gaz va qattiq fazalarga tsiklonda amalga oshiriladi. Uzluksiz ishlaydigan sektsiyali qurilma. Jarayonning harakatga keltiruvchi kuchini kamayishga olib keluvchi teskari aralashishni kamaytirish va jarayon temperaturasini bir xil qilish maqsadida qarama - qarshi yo'lli qurilmalarda sektsiyalash qo'llaniladi. Buning uchun qurilma balandligi bo'ylab teshikli panjaralar yordamida donador material qatlami bo'linadi. Donador materialning yuqori sektsiyalardan pastga qarab harakatlanishi, og'irlik kuchi ta'sirida amalga oshadi.

Nazorat uchun savollar

1. Mavhum qaynash nima.
2. Qatlamlarda zarrachalar xarakati turlarini tushuntiring.
3. Pnevмотransport xodisasini tushuntiring.
4. Ikkinchi kritik tezlik deb nimaga aytiladi?
5. Mavhum qaynash egri chiziqlari.
6. Mavhum qaynash soni qanday aniqlanadi?
7. Mavhum qaynash qatlamining turlarini ko'rsating.
8. Fazalar o'zaro ta'sirini tashkil etish usullarini tushuntiring.
9. Favvorasimon qatlam deb nimaga aytiladi?
10. Davriy va uzluksiz ishlaydigan qurilmalarga izoh bering.