



ПОЛИДИСПЕРС ДОНАДОР МАТЕРИАЛЛАР ҚАТЛАМЛИ АППАРАТЛАР ГИДРОДИНАМИКАСИ ТАҲЛИЛИ

Khudoyberdiyeva Nazora [0009-0001-6417-6318]

Khudoyberdiyeva N.Sh. – t.f.f.d. (PhD), dotsent, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, E-mail: hudojberdievanazora@gmail.com.

Аннотация. Ишнинг мақсади мавҳум қайнаш қатламида полидесперс донатор материалларининг гидродинамикасини ўрганиш бўлиб ҳисобланади. Донатор материал қўзғалмас қаттиқ заррачалар қатламнинг гидравлик қаршилиги бўйича эксперимент натижалари маълум тенгламалар билан солиштирилди. 32 мм дан кичик диаметрли ишчи шиша қувурда тажриба натижалари формула бўйича ҳисобланганига анча яқин, бунда қувур диаметрининг донатор материалнинг қаттиқ заррачасининг ўртача диаметрига таъсири ҳисобга олинган. Диаметри кичикроқ қувурлар билан ишлаганда полидесперс материал қўзғалмас қатламининг баландлиги гидравлик қаршиликка таъсири кузатилган. Буни ҳар хил ўлчамдаги қувурлардаги айнан ўша донатор материалнинг ғоваклик қийматларининг фарқи билан тушунтириш мумкин. Катта диаметрли аппаратга қараганда кичик ўлчамли қувурдаги гидравлик қаршиликка ғоваклик катта таъсир қилади. Олинган натижалар асосида шуни таъкидлаш мумкинки, донатор материал гидродинамик параметрига қувур диаметрининг қаттиқ заррачанинги ўртача диаметрига нисбати таъсир қилади.

Калит сўзлар: қувур, заррача, полидесперс, диаметр, ғоваклик.

Аннотация. Целью работы является исследование гидродинамика полидисперсных твердых зернистых материалов в подвижном псевдооживленном слое. Результаты экспериментов по гидравлическому сопротивлению неподвижного псевдооживленного слоя зернистого твердого материала сравнивались с общеизвестными уравнениями. Установлено, что в рабочих цилиндрических трубах с диаметром менее 32 мм, и высотой 1,2 м опытные данные близки к рассчитанными по формуле, где учитывалось влияние отношения диаметра трубы к среднему диаметру твердых частиц зернистого материала. Также отмечено, что влияние высоты неподвижного слоя полидисперсного зернистого материала на перепад давления при работе с трубами наименьшего диаметра. Это можно объяснить с различием значений порозности одного и того же зернистого материала в трубах различного размера. В трубке малого размера порозность зернистого слоя, которое существенно влияет на гидравлическое сопротивление последнего, больше, чем в аппарате большого диаметра. Полученные результаты позволяют утверждать, что на гидродинамику зернистых материалов влияет параметр в виде отношения диаметра трубы к среднему диаметру твердых частиц.

Ключевые слова: труба, частица, полидисперсность, диаметр, порозность.

Annotation. The aim of the work is to study the hydrodynamics of polydisperse granular materials in a fluidized bed. The results of experiments on the hydraulic resistance of a fixed layer of granular material were compared with well-known equations. It was found that in working pipes with a diameter of less than 32 mm, the experimental data are close to those calculated using the formula, which took into account the influence of the ratio of the pipe diameter to the average diameter of solid particles of granular material. The influence of the height of the fixed layer of polydisperse material on the pressure drop when working with pipes of the smallest diameter is also noted. This can be explained by the difference in the porosity values of the same granular material in pipes of different sizes. In a small tube, the porosity of the layer, which significantly affects the hydraulic resistance of the latter, is greater than in a large-diameter apparatus. The results obtained allow us to assert that the hydrodynamics of granular materials is influenced by a parameter in the form of the ratio of the pipe diameter to the average diameter of solid particles.

Key words: pipe, particle, polydispersity, diameter, porosity.

Кириш

Республикамиз халқ хўжалигида, айниқса, қишлоқ хўжалигида кимё саноати муҳим рол ўйнайди. Охириги йилларда хом-ашё базасини маҳаллий ресурслар ҳисобига

© Journal of Advances in Engineering Technology Vol.2(14), April – June, 2024

DOI 10.24412/2181-1431-2024-2-22-26



кенгайтириш жадал ривожланмоқда. Табиий минерал материаллардан иборат хомашёларни кимёвий йўл билан қайта ишлаш катта аҳамият касб этади. Олтингургурт, олтингургурт колчедани, оҳактош, ош тузи, фосфатлар, полиминерал маданлар ва газ хомашёси, шунингдек ҳаво азотини қайта ишлаш йўли билан синтетик аммиак, азотли, калийли ва фосфорли ўғитлар ишлаб чиқарилади. Кимё саноатининг муҳим ва энг асосий вазифаси халқнинг турмуш фаровонлигини оширишга қаратилган. Бунга эса саноатнинг технологик жараёнларини ва аппаратларини такомиллаштириш билан эришилади. Айни пайтда жаҳон миқёсида иссиқлик алмашилишни такомиллаштириш билан жиҳозларнинг иш унумдорлигини, энергия тежамкорлигини ошириш ва уларни замонавий автоматлаштириш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда [1-3]. Полидисперс қаттиқ донадор материалларнинг мавҳум қайнаш қатламини оралиқ иссиқлик ташувчи, яъни турбулизатор сифатида қўллаш билан иссиқлик алмашилишни жадаллаштириш қаттиқ фазани донадор қатламни суюқлик ёки газ билан жадал аралаштириб иссиқлик ташувчи оқимининг турбулентлигини ошириш ҳисобига иссиқлик алмашилиш коэффицентининг юқори қийматга эга бўлиши, фазаларнинг ўзаро контактлашиш солиштирма сирт юзасининг катталигини аниқлаш, қатламнинг ҳаракати ва ҳар хил қаттиқ фазанинг тўхтовсиз айланиб туришини таъминлаш усуллари таъминлаш бўйича бир нечта тажрибалар ўтказилмоқда. Мамлакатимизда барча саноат соҳасида ишлаб турган иссиқлик алмашилиш аппаратларини такомиллаштириш, модернизация қилиш, янги инновацион технологияларни жорий этиш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулот ҳажми ва сифатини ошириш, ҳамда уларнинг турларини кенгайтиришга йўналтирилган янги технологиялар жорий этилмоқда. Бир нечта олимлар томонидан монодисперс қайнатувчи муҳитнинг критик тезликлари ва сирт юзасидан муаллақ қатламга иссиқлик бериш коэффицентини аниқлаш бўйича тенгламалар, полидисперс донадор материални суюқлик билан мавҳум қайнаш ҳолатига келтирилган аппаратларнинг муҳандислик ҳисоблаш усуллари, гидродинамикаси, улардаги қатламнинг тузилиши ва ташқи иссиқлик алмашилиш масалалари ишлаб чиқилган. Биз томонимиздан полидисперс донадор материаллар қатламли аппаратларда иссиқлик алмашилишнинг жадаллигини белгиловчи, суюқлик ва газ оқимида мавҳум қайнатиладиган қатламнинг гидродинамикаси ва тузилиши, заррачаларнинг ўлчами ва миқдорини иссиқлик узатиш жараёнига таъсири йўналишида илмий тадқиқот ишлари амалга оширилди [4,5].

Тадқиқот усуллари ва услубияти

Турли шаклли заррачалардан ташкил топган қўзғалмас, ҳамда суюқлик ёки газ билан мавҳум қайнаш ҳолатига келтириладиган донадор материал қатламининг гидравлик қаршилиги, донадор материалнинг мавҳум қайнаш ҳолатига ўтиш тезлиги, қайнаётган қатламнинг тузилиши ва қаттиқ заррачаларнинг аппаратдан учиб кетиш тезлиги аниқлашдан иборат бўлиб тажрибалар қуйидагича ўтказилди. Биз томонимиздан ўтказилган тажрибалар қурилмасининг асосий элементининг диаметри 32 мм, баландлиги 1,2 м бўлган цилиндрсимон шиша аппаратдан иборат. Аппарат шиша трубагининг диаметри ўлчамли цилиндрдаги сувнинг ҳажми билан аниқланди. Аппарат ичига солинадиган сифатида ҳар хил шаклли ва ҳар хил ўлчамли қаттиқ заррачалардан, яъни тош ва шиша бўлаклари, катионит КУ-2-8, қўрғошин бўлақларидан фойдаланилди. Қаттиқ заррачаларнинг ҳажми сувли ўлчов идиш билан, баландлиги эса цилиндрсимон шиша аппаратга маҳкамланган линейка асосида аниқланди. Шу билан биргаликда қаттиқ заррачалар зичлиги ҳам



аниқланди. Полидисперс қаттиқ хзаррачаларнинг физик характеристикалари 1-жадвалда келтирилган. Тажриба ишларини бажариш жараёнида сув сарфи ротаметр билан, босимлар фарқи эса пьезометрик трубка ва микрометр билан ўлчанди. Дастлаб ишчи трубага қатлам ғоваклигини аниқлаш мақсадида тақсимлаш панжараси устига қаттиқ заррачалардан керакли ҳажмда ва маълум баландликда солинди. Ундан сўнг аппарат аста-секинлик билан сувга тўлдирилди, ҳамда мавҳум қатлам баландлиги қайта ўлчанди. Шундан кейин вентил асосида субқликнинг сарфи бошқариб турилди.

Суюқлик тезлиги 1 м/с ва полидисперс қаттиқ заррачалар қатлами баландлигининг ўзгариши 50м/с дан 300 м/с гача ўлчанди.

1-жадвал

Полидисперс қаттиқ заррачаларнинг физик характеристикалари

Т/р	Қаттиқ заррачалар	Ўртача диаметри, $d_{\text{ур}}$, мм	Сочма зичлиги, ρ_n , кг/м ³	Зичлиги, ρ , кг/м ³	Ғоваклик, ϵ_0	Шакл омили, Φ	Шакл коэффициенти, f
1.	Тош бўлақлари	1,3	1460	1840	0,4	0,85	1,4
2.		1,98	1440	То же	0,4	0,79	1,6
3.		2,54	1330	.....	0,41	0,77	1,7
4.		3,04	1300	.....	0,42	0,75	1,8
5.	Қўрғошин бўлақлари	1,84	6730	11400	0,41	0,88	1,3
6.		2,37	6680	---	0,41	0,82	1,5
7.		4,06	6600	.....	0,42	0,73	1,9
8.	Катионит КУ-2-8	0,54	720	1380*	0,4	0,95	1,1
9.		0,84	710	---	0,41	0,91	1,2
10.	Шиша бўлақлари	0,6	1440	2500	0,4	0,82	1,5
11.		2,37	1400	---	0,41	0,75	1,8
12.		4,47	1360	.....	0,41	0,66	2,3

* - тўйинган ҳолати.

Қўзғалмас ва мавҳум қайнаётган полидисперс донадор материал қатламларининг гидравлик қаршилиги, мавҳум қайнашнинг бошланиш тезлиги, қатламнинг кенгайиши ва қаттиқ заррачаларнинг учиб аппаратдан чиқиб кетиш тезликлари каби асосий технологик параметрларга бағишланган тадқиқотлар ўтказилди.

Тадқиқот натижалари ва уларнинг таҳлили

Полидисперс қаттиқ заррачалар элақлардан ўтказилиб заррачалар эквивалент диаметри қуйидаги тенглама орқали аниқланди [2,5]:

$$d_{\text{э}} = (d_1 \cdot d_2)^{0,5} \quad (1)$$

қаттиқ заррачалар ғоваклиги (бўш ҳажми) уларнинг ҳажмига боғлиқ:

$$\epsilon_0 = (V_{\text{сл}} - V_{\text{ч}}) / V_{\text{сл}} \quad (2)$$

бу ерда $V_{\text{сл}}$ -донадор материал қтлами ҳажми, м³; $V_{\text{ч}}$ -қаттиқ заррачалар эгаллаган ғажм, м³.

Аппарат ичидаги сувнинг (аппаратнинг бутун кесим юзаси бўйлаб) фиктив тезлиги қуйидаги тенглама асосида аниқланди:

$$w = V_{\text{с}} / S, \text{ м/с} \quad (3)$$

бу ерда $V_{\text{с}}$ -суюқликнинг ҳажмий сарфи, м³/с; S -аппаратнинг (трубканинг) кўндаланг кесим юзаси, м²;

Қатлам гидравлик қаршилигининг экспериментал қиймати қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\Delta p_{\text{э}} = 9,81 \cdot h_{\text{пз}}, \text{ Па} \quad (4)$$



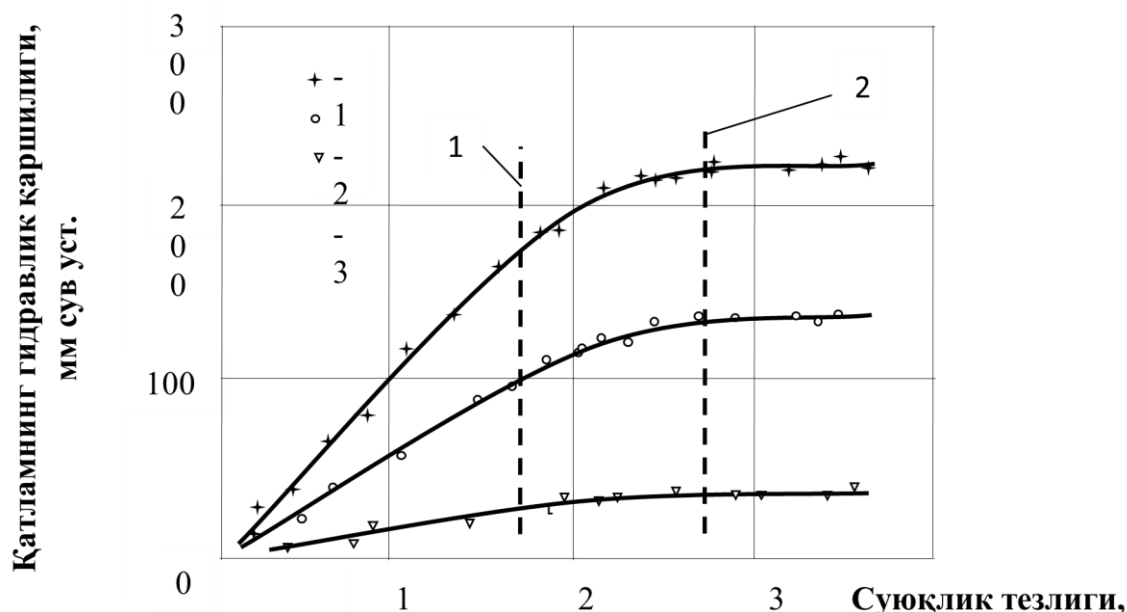
бу ерда $h_{пз}$ -суюқликнинг пьезометрик трубкадаги баландлиги.

Мавҳум қайнаш қатламининг гидравлик қаршилиги:

$$\Delta p = Hg(\rho_k - \rho)(1 - \epsilon) \quad (5)$$

бу ерда H -мавҳум қайнаш қатлами баландлиги, м; ρ_k -қаттиқ заррачалар зичлиги, $кг/м^3$; ρ -сувнинг зичлиги, $кг/м^3$; ϵ_0 -қаттиқ заррачалар қатлами ғоваклиги.

Полидисперс донатор материалнинг қўзғалмас ва мавҳум қайнаш қатламлари гидродинамикасининг экспериментал тадқиқоти натижалари ва улар асосида боғлиқлик графиклари олинди (1-расм).



1-расм. Ўртача диаметри 2,37 мм ли шиша бўлақлари қатлами гидравлик қаршилигининг сув тезлигига боғлиқлиги

$D = 22$ мм; H_0 , см: 1 – 25; 2 – 15; 3 – 5; вертикал синиқ чизиқлар: 1 - w_n ; 2 - w_k .

Хулоса

Олинган натижаларнинг таҳлили полидисперс қатламнинг характерли жиҳатларини ва унинг монодисперс қатламдан куйидагича фарқ қилишини кўрсатди: а) филтрланиш ва мавҳум қайнаш соҳалари ўртасида ўтиш режими-нинг мавжудлиги (монодисперс қатламда бундай режим бўлмайди); б) иккита характерли тезликларнинг мавжудлиги: w_n -ўтиш режимининг бошланғич тезлиги ва w_k - мавҳум қайнашнинг критик тезлиги. Ўтиш соҳасининг бошланиш даврида энг кичик заррачаларнинг ҳаракатланиши амалга ошса, аста-секин тезлик ўсиши билан, тўлиқ мавҳум қайнаш даври юзага келиб, катта заррачалар кўтарила бошлайди. Ўтиш режимидаги мавҳум қайнашда заррачалар ҳаракатининг тезлиги иккита w_n ва w_k қийматлар билан чегараланган ва бу қийматлар қатламнинг бир жинслилиги ортиши билан бир-бирига яқинлашади. Ўтиш режимининг бошланғич тезлиги w_n , қатламда майда доналар улу-шининг ошиши билан пасаяди, қайнашнинг критик тезлиги w_k эса, қатламда йирик доналар ортиши билан ўсади. Бу тезликларнинг нисбати қатламнинг полидисперслигини характерлайди ва полидисперслик сони деб аталади: $K_{пол} = w_n/w_k$. Қатламнинг гранулометрик таркиби диапазони ортиши билан полидисперслик сони камаяди.



Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

- [1.] Айнштейн В.Г. О расширении псевдооживленного слоя // Известия вузов. Серия «Химия и химическая технология». - Иваново, 1997. Т.40. - Вып.1. - С. 129-131.
- [2.] Айнштейн В.Г. Скорости начала псевдооживления и витания сферических частиц // Известия вузов. Серия «Химия и химическая технология». -Иваново, 1996. Т.39. - Вып.6. - С. 96-100.
- [3.] Гельперин Н.И., Коган А.М., Криницына Г.И. Гидравлическое сопротивление и удельная поверхность зернистых материалов // Химическая промышленность. - Ленинград, 1977. - №2. - С. 67-68.
- [4.] Аннаев Н.А., Абдуллаева С.Ш, Усмонов Б.С., Нурмухамедов Х.С., Худойбердиева Н.Ш. Влияние режимных параметров на гранулирование сыпучих материалов в турбулентном аппарате. VIII international Scientific and Practical Conferense INTERNATIONAL FORUM PROBLEMS AND SCIENTIFIC SOLUTIONS. September 6-8. 2021 in Melbourne. Avstraliya.
- [5.] Худойбердиева Н.Ш. Гидравлическое сопротивление зернистого слоя при восходящем потоке жидкости. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение». -Москва, 2007. -№ 12. -С. 12-13.