



УДК 665.6/7

**МАРКАЗДАН ҚОЧМА КУЧ ТАЪСИРИДА НЕФТШЛАМЛАРИ
ТАРКИБИДАГИ ҚАТТИҚ ЗАРРАЧАЛАРНИНГ ХАРАКАТЛАНИШ
ГИДРОДИНАМИКАСИ**

**т.ф.д., профессор А.М.Хурмаматов, PhD., доцент
Н.К.Юсупова**

**ЎЗР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти,
Тошкент ш.**

т.ф.ф.д., доцент З.М.Хаметов

**Фарғона политехника институти, “Ер усти
транспорт тизимлари” кафедраси мудири.
Фарғона ш.**

Аннотация. Мақолада, марказдан қочма куч майдонида қаттиқ заррачаларнинг суюқликда ҳаракатланиш назариялари ва гидродинамикаси келтирилган. Гидроциклонда суюқлик тезликларининг оптимал чегаралари, қаттиқ фазанинг суюқлик муҳитига қаршилиқлари ва қурилманинг самарадорликларини аниқлаш қонуниятлари очиқ берилган. Шу билан бирга, ҳаракатдаги гидроциклон қурилмасига 10 мкм гача бўлган майда-дисперс қаттиқ заррачаларни қурилма ичида қайтадан циркуляция қилиш учун конструктив ўзгартириш киритиб такомиллаштирилган, оддий ва такомиллаштирилган гидроциклон қурилмаларининг 10 мкм гача бўлган майда заррачаларни тозалаш самарадорликлари келтирилган.

Калит сўзлар: нефтшлами, гидроциклон, самарадорлик, механик қўшимчалар, такомиллаштириш, гидродинамика

Аннотация. В статье представлены теории и гидродинамика движения твердых частиц в жидкости в поле центробежных сил. Выявлены оптимальные пределы скоростей жидкости в гидроциклоне, сопротивление твердой фазы жидкой среде, а также правила определения эффективности устройства. Однако представлена эффективность очистки простых и усовершенствованных гидроциклонных установок с мелкими частицами до 10 мкм с модификацией конструкции для рециркуляции мелкодисперсных твердых частиц размером до 10 мкм внутри установки.

Abstract. The article presents the theories and hydrodynamics of the motion of solid particles in a liquid in the field of centrifugal forces. The optimal limits of liquid velocities in the hydrocyclone, the resistance of the solid phase to the liquid medium, as



well as the rules for determining the effectiveness of the device are revealed. However, the efficiency of cleaning simple and advanced hydrocyclone installations with fine particles up to 10 microns with a modification of the design for recycling fine particulate matter up to 10 microns in size inside the installation is presented.

Нефтшламларини утилизация қилиш уларни охирида ёқиш ёки кўмиб юбориш мумкин. Ишлаб чиқариш чиқиндиларини йўқ қилиш махсус эътибор ва сезиларли харажат талаб қилади, лекин ҳозирги кунда аниқ бир усул ишлаб чиқилганича йўқ. XXI асрда халигача чиқиндиларни йўқ қилиш учун учта усул қўлланилади: филтрлаш, ёқиш ва чўктириш. Уларнинг ҳар бирининг яхши томонлари бор, лекин ҳаммамизга маълум ёмон томонлари кўпроқ. Масалан, филтрлаш – узоқ ва қиммат жараён ҳисобланади. Ушбу усулда катта майдон ва сиғим (ёмкость) талаб қилади, бундан ташқари сезиларли даражада кимёвий реагентлар ишлатилади. Чўктириш йўли билан нефтшламларини утилизация қилиш умуман муаммони ҳал қилмайди, чунки, чўқиндилар таркибида кимёвий томондан хавfli бўлган элементлар бўлади. Нефтшламларини ёқиш чўктириш жараёнига қараганда бирмунча тезроқ содир бўлади, аммо захарли газлари атмосферага чиқиб кетиши экология учун ҳам инсон яшаш шароити учун ҳам фойдали бўлмайди [1-5].

Марказдан қочма куч таъсирида заррачаларни чўктириш гравитация майдонига қараганда бир неча юз мартаба тезроқ чўқади. Марказдан қочма куч таъсирида чўктириш жараёнини гравитация майдонида чўктиришни заррачаларни тезланиши билан фарқлаш мумкин [6-8].

Марказдан қочма куч таъсирида чўктириш жараёнини қуйидаги формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$P_{ц} = \frac{m\omega_a^2}{R} = \frac{G\omega_a^2}{gr}, \quad (1)$$

бу ерда, m - айланма ҳаракатланаётган заррачалар массаси, кг; G -заррачалар массаси, H ; ω_a -айланма ҳаракат тезлиги, м/с; R -айланиш радиуси, м.

Айланма ҳаракат тезлиги:

$$\omega_a = \omega \cdot R = 2\pi \cdot n \cdot R/60, \quad (2)$$

бу ерда, ω - бурчак тезлиги, рад/с; n – айланишлар сони.

(1) ва (2) формулаларни бир бирига таққосласак:

$$F_{ц} = \frac{G}{Rg} \left(\frac{2\pi n}{60} \cdot r \right)^2 \quad (3)$$

ёки

$$F_{ц} \approx \frac{GRn^2}{900}.$$

Марказдан қочма куч ёрдамида чўктириш билан гравитация майдонида чўктириш жараёнининг фарқи ажратиш омили деб аталади:

$$K_{a.o.} = \frac{\omega_a^2}{gr}.$$

Ажратувчи омил $K_{a.o.}$ гидроциклонларда муҳим катталиқдир. Ажратувчи омилнинг қиймати 500 дан 2000 оралиғида бўлади.

Оғирлиги 1 Н бўлган заррачалар учун ажратувчи омил:

$$K_{a.o.} = \frac{Rn^2}{900}.$$

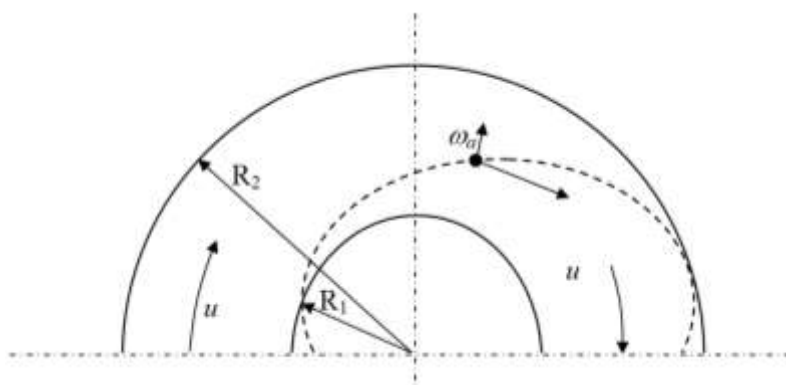
Қурилманинг геометрик ўлчамига ва ҳаво тезлигига боғлиқ ҳолда айланма ҳаракат таъсирида қурилма ичида тўлиқ ажралган минимал диаметрли қаттиқ заррачаларнинг қурилмага етиб келиш вақти [9-12]:

$$d \sqrt{\frac{9\mu(R_2^2 - R_1^2)}{\rho\omega^2\tau}} \sqrt{\frac{9\mu(R_2^2 - R_1^2)}{2\pi R n \rho^2}} \text{ min}, \quad (4)$$

бу ерда, ω – қурилмадаги суспензия тезлиги, м/с; τ – заррачаларнинг қурилмага етиб келиш вақти, сек; μ – муҳит қовушқоқлиги, Па·с; n – гидроциклондаги айланишлар сони, (одага $n=2$); ρ – қаттиқ заррачалар зичлиги, кг/м³; R_1 – оқимнинг ички чегараси, м; R_2 – тозаланган суюқлик чиқиш қузури радиуси, м; R – айланма оқимнинг ташқи чегараси, м; R – ўзгарувчан катталиқ, ўзгарувчан катталиқ қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R = \frac{R_1 + R_2}{e}, \quad \text{м.}$$

(4) формула суспензия таркибидан тўлиқ ажралган майда дисперс қаттиқ заррачаларни жуда юқори самарадорлигини акс эттиради (1-расм).

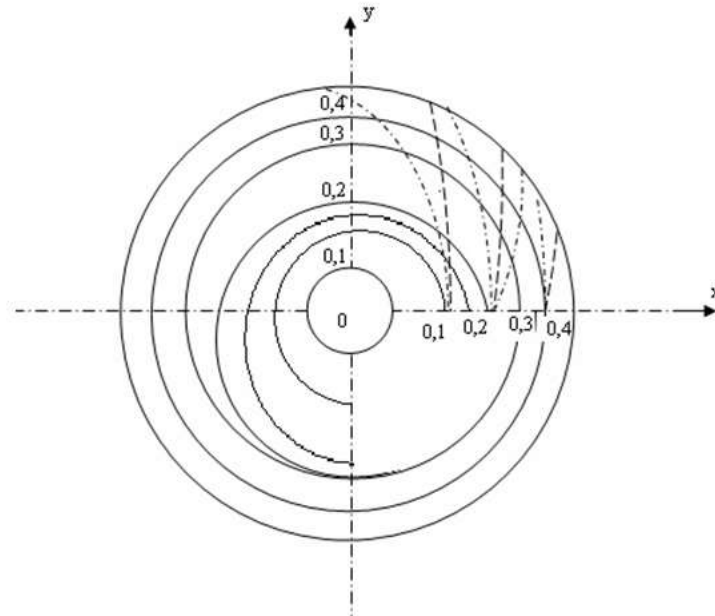


1-расм. Заррачаларнинг ўлчамларига қараб уларнинг қурилма ичида тақсимланиши



Суспензия таркибидаги қаттиқ заррачаларни ажратиш жараёни вақтида айланма оқимнинг чегараси қаттиқ заррачалар билан тўйинади. Суспензия таркибидаги қаттиқ заррачалар қанча кўп бўлса уларнинг бир бири билан тўқнашиши шунча кўп бўлади, натижада шлам бункерида қаттиқ заррачаларнинг миқдори кўпаяди.

2-расмда қаттиқ заррачаларнинг гидроциклондаги траекторияси келтирилган.



— 10 мкм заррачалар; ---- 50 мкм ли заррачалар; ······ 200 мкм ли заррачалар.

2-расм. Қаттиқ заррачаларнинг айланма оқимдаги ҳаракати

2-расмдан кўриниб турибдики, қаттиқ заррачаларнинг траекторияси спиралсимон ҳаркати акс эттиради ва тартибланган қутбли радиусни ортиб бориши камаяди, яъни қатт арадиусга асимметрик яқинлашиб боради. Қанча йирик заррачаларни кўп бўлса уларнинг эгри ҳаракати камайиб боради.

Қурилмадаги оқимнинг тангциал ҳаракати:

$$\omega = \frac{K + C_0 e^{-\frac{t}{\tau}}}{R}, \quad (5)$$

бу ерда:

$$K = \omega R = const. \quad (6)$$

ёки

$$K = \frac{\omega_0(R_2 - R_1)}{\ln \frac{R_2}{R_1}} = \frac{Q}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$

бу ерда, Q -суспензиянинг ҳажмий сарфи, м³/с; ω_0 - ўқдаги оқим тезлиги, м/с; R_1 - оқим радиуси, м; R_2 - қурилма радиуси, м.



Айланма ҳаракатдаги ҳақиқий суюқликларнинг тақсимланиши қонуният бўйича ҳаракатланади, қонуниятдан ташқи ҳаракати эса:

$$K = \omega R^n \quad (7)$$

бу ерда, n – ҳажмдаги заррачалар миқдори.

Агар, $n=0,5$ бўлса, у ҳолда ҳавонинг ҳажмий сарфи:

$$Q = n \int_{R_1}^{R_2} \frac{dR}{R^{0,5}},$$

бу ердан:

$$Q = 2R(R_2^{0,5} - R_1^{0,5}) \quad (8)$$

боғлиқ ҳолда:

$$K = 0,5 \omega_0 (R_2^{0,5} - R_1^{0,5}) \quad (9)$$

$\omega = const$ бўлганда оқим айланма ҳисобланади ва барча қаттиқ заррачалар ўз ўқи атрофида айланма ҳаракат қилади.

Айланма ҳаракат вақтидаги муҳитнинг оқимдаги заррачааларга бўлган қаршилиги

$$F = 3\pi\mu_b d\omega_2 + \frac{1}{6}\pi\rho_b d^3\omega x[\omega \cdot R] + \frac{1}{6}\pi\rho_b d^2[\omega \cdot \omega_c], \quad (10)$$

бу ерда, ρ - заррачаалар зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$, R_1 – оқимнинг ички чегараси, м, R_2 – оқимнинг ташқи чегараси, м.

(10) формуланинг биринчи қисми Стокса кучи, иккинчи ва учинчи қисмлари – айланма оқимни бирлаштирган гидродинамик кучнинг қўшимча компонентлари. (5) ва (10) формулаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, ўлчамлари миллиметр ва ундан озгина катта бўлган заррачаларга кўтарувчи куч сезларли даражада таъсир қилади, ўлчамлари ностационар бўлган заррачаалар учун эса кўтарувчи куч ҳар ҳил таъсир қилади.

Инерцион чўкиш кўрсатгичи (StR) қуйидагича аниқланди:

$$StR = \frac{C_k \rho_q d_q^2 \omega_b}{18\mu \cdot D_{тр}}, \quad (11)$$

бу ерда, C_k – $0,2 < d_q < 2$ мкм ўлчамдаги заррачалар учун Канингхема-Милликеннинг коэффиценти:

$$C_k = 1 + \frac{2}{d_q \rho} [6,32 + 2,01 \ln \rho (-1095 d_q \rho)],$$

$D_{тр}$ – ўлчов трубкасининг ўлчами, м.

Қаттиқ заррачаларнинг суспензиядаги концентрацияси:

$$\mu = \frac{2,76 \cdot 10^6 \cdot G(273 + t_c)}{\nu \tau \cdot P_6} \quad (\text{мг}/\text{м}^3), \quad (12)$$



бу ерда, G – қаттиқ заррачаалр оғирлиги, г; t_c – муҳит ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$; ν – суспензия сарфи, л/мин; τ – намуна олиш давомийлиги, мин; P_6 – барометрик босим, Па.

Суспензия таркибидаги қаттиқ заррачалар диаметри шар сифатида қабул қилинди:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}, \quad (13)$$

бу ерда, V – заррачалар ҳажми, м^3 .

Архимед критерийсини аниқлаш учун ушбу формуладан фойдаланилди:

$$Ar = \frac{d_3^3 \rho_c^2 g}{\mu^2} \cdot \frac{\rho_T - \rho_c}{\rho_c} \quad (14)$$

Гравитация майдонида қаттиқ заррачага таъсир қилувчи куч:

$$F = m \cdot g, \quad (15)$$

бу ерда, m – қаттиқ заррачанинг оғирлиги, кг.

Заррачанинг оғирлигини унинг ҳажми ва зичлигидан топиш мумкин:

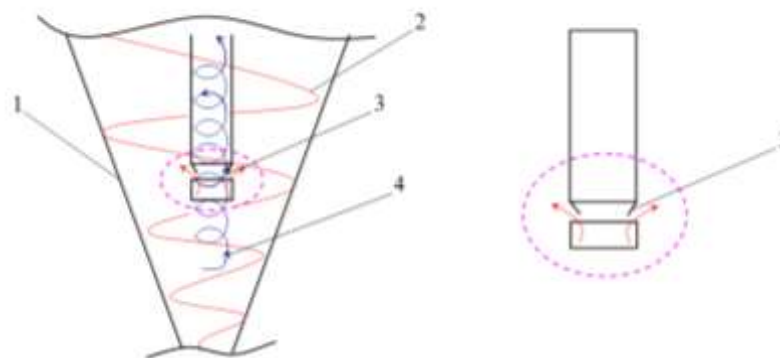
$$m_3 = \rho \cdot V, \quad (16)$$

бу ерда, ρ – заррача зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$; V – заррачанинг ҳажми, м^3 .

Оғирлик кучи қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$F = \rho \cdot V \cdot g.$$

Маълумки, олиб борилган тадқиқотлар асосида шуни айтиш мумкинки, нефтшламлари таркибида 10 мкм гача бўлган қаттиқ заррачаларнинг миқдори энг кўп, яъни 27 % гача эканлиги аниқланди. Шунинг эътиборига олган ҳолда, гидроциклон ички оқимидаги заррачаларни ҳаракатланиш гидродинамикасидан келиб чиқиб, қурилмага конструктив ўзгартириш киритиш орқали такомиллаштирилди. Қурилмага юқори тезликда кирган суспензия 2 дастлаб қурилманинг цилиндрик қисмида айланма ҳаракат билан конуссимон қисм 1 нинг пастки томонига қараб ҳаракатланади (3-расм).



1- гидроциклон конус қисми; 2-суспензия йўналиши; 3-циркуляцион қувур;
4-тозаланган суюқлик йўналиши

3-расм. Қурилма ичида оқимнинг ҳаракат йўналиши



Механик қўшимчалардан тозаланган суюқлик 4 ҳам айланма ҳаракат билан юқорига қараб ҳаракатланади. Қурилманинг конус қисми ички девори чегараси 2 да юқори босим бўлади, тозаланган суюқлик чиқиш қузури ташқи девори атрофида эса босим паст бўлади, ушбу қувурнинг ички деворида эса босим юқори бўлади, шунинг ҳисобига тозаланган суюқлик юқорига қараб ҳаракатланиш вақтида унинг таркибига қўшилиб қолган 10 мкм гача бўлган қаттиқ заррачалар циркуляция қузури 3 нинг тирқишларидан чиқиб оқимга қайтадан қўшилиши натижасида гидроциклоннинг майда қаттиқ заррачалардан тозалаш самарадорлиги ортади. Циркуляция қувурининг қобариқ, ичкарига эгилган қисми 3 мм ни ташкил қилади. Циркуляция қувурининг 10 мкм гача бўлган қаттиқ заррачаларни тозалаш самарадорлиги аниқлаш бўйича олиб борилган тажриба натижалари қуйидаги жадвалда келтирилган. Дастлабки хомашё таркибидаги умумий механик қўшимчалар 38 % ни ташкил қилди, 10 мкм гача бўлган қаттиқ заррачалар эса 27 % ни ташкил қилди (1-жадвал).

1-жадвал

Циркуляция қувурининг 10 мкм гача бўлган қаттиқ заррачаларни тозалаш самарадорлиги (суспензия ҳажми 40 л., эритувчи – оғир нафта)

№	Оддий гидроциклон				Такомиллаштирилган гидроциклон				
	Ушлаб қолинган қаттиқ зарра-ча оғирлиги, г	Самара-дорлик, %	10 мкм гача бўлган заррачалар оғирлиги, г	Самара-дорлик, %	Ушлаб қолинган қаттиқ заррача оғирлиги, г	Самара-дорлик, %	10 мкм гача бўлган зарра-чалар оғирлиги, г	Самара-дорлик, %	
1.	13640	89,7	1652	15,3	14260	93,8	5551	51,4	
2.	13780	90,6	1771	16,4	14400	94,7	5702	52,8	
3.	13870	91,2	2041	18,9	14550	95,6	5799	53,7	
4.	14050	92,4	2289	21,2	14630	96,2	5918	54,8	
5.	14240	93,6	2527	23,4	14800	97,3	6015	55,7	
6.	14260	93,8	2581	23,9	14850	97,7	6037	55,9	
Ўртача самарадорлик				19,85	Ўртача самарадорлик				54,05



1-жадвалдан кўриниб турибдики, оддий циклоннинг 10 мкм гача бўлган қаттиқ заррачалар учун ўртача тозалаш самарадорлиги 19,85 % ни ташкил қилди, такомиллаштирилган гидроциклонда ушбу кўрсаткич 54,05 % ни яъни, такомиллаштирилган гидроциклоннинг самарадорлиги оддий гидроциклонга қараганда 34,2 % га юқори эканлиги тажрибалар давомида исботланди.

Тадқиқ этилаётган гидроциклонда бораётган жараёни таҳлил қилиш орқали қуйидаги қонуниятлар очиб берилди:

- гидроциклонда суюқлик тезлигини ошириш орқали юқори самарадорликга эришиш мумкин. Аммо, юқори тезлик қурилманинг гидравлик қаршилигини ортишига олиб келади, шунинг учун, гидроциклондаги суюқлик оқими тезлиги 20-30 м/с оралиқларида олиб борилади;

- қурилмага берилаётган суспензия таркибидаги майда қаттиқ заррачаларнинг ортиши ҳисобига коагуляция бўлиши жараёни ортиб боради, бу эса қурилманинг самарадорлигини оширади;

- қурилмадаги оқимнинг ички чегараси (R_1) ва айланма оқимнинг ташқи чегараси (R_2) камайиши ҳисобига қаттиқ заррачаларнинг чўкиш жараёни осонлашади;

- гравитация майдонида заррачани чўктириш вақтида суспензия таркибидаги қаттиқ заррачалар миқдори ортиб бориши биргалашиб (стесненное) чўкиш ёки коллектив чўкиш жараёнига ўтиб кетиш қонунияти аниқланди;

- суюқликни қаттиқ фазага қаршилиги суспензия таркибидаги қаттиқ заррачалар миқдorigа боғлиқлиги аниқланди;

Шундай қилиб, эритилган нефтшламини механик қаттиқ заррачалардан тозалаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қаттиқ заррачаларни марказдан қочма куч майдонида ҳаракатланиш назарияси ва қонуниятлари ўрганилди ҳамда очиб берилди, таклиф этилаётган такомиллаштирилган гидроциклонни эритилган нефтшлами таркибидаги майда-дисперс 10 мкм гача бўлган қаттиқ заррачалардан тозалаш мақсадида ишлаб чиқаришга қўллаш орқали юқори самарадорликга (98 %) эришилади.

Адабиётлар:

1. Мановян А.К., Хачатурова Д.А., Лозин В.В. Лабораторная перегонка и ректификация нефтяных смесей. М.: Химия, 1984. – 240 с.
2. <http://nefteshlamy.ru/stat.php?id=17>.
3. Справочник нефтепереработчика/Под ред. Ластовкина Г.А., Радченко Б.Д., Рудина М.Г. М.: Химия, 1986. – 648 с.



4. Калинин А.А., Радченко Е.Д., Каминский Э.Ф. Определение потенциала суммы светлых нефтепродуктов в зависимости от их ассортимента // Химия и технология топлив и масел. 1981. № 5. С. 6–11.
5. Болдырев Д.М. Разработка метода расчета вязкости нефтепродуктов: Дис. ... канд. техн. наук. Грозный, 1994. – 227 с.
6. Хурмаматов А.М., Хаметов З.М. Подготовка нефтяных шламов к переработке. Монография. –Ташкент: «Навруз». 2019. -128 с.
7. Хурмаматов А.М., Хаметов З.М. Выделение легких фракций из состава нефтешлама и их исследование//Научно-технический журнал наманганского инженерно-технологического института, -Наманган, 2019. Спец выпуск. –С. 114-118.
8. Хурмаматов А.М., Хаметов З.М. Результаты изучения процесса подготовки нефтяного шлама к первичной переработке//Научно-технический журнал наманганского инженерно-технологического института, -Наманган, 2019. -№4. – С. 88-94.
9. А.М.Хурмаматов, Г.Р.Нарметова, З.М.Хаметов. Результаты определения механических примесей в нефтешламе//Научно-технический журнал ФерПИ, - Фергана, 2019. Т.23, Спец.выпуск. -№3. –С. 41-45.
10. Хурмаматов А.М., Хаметов З.М. Определения фактора разделения при очистке нефтешлама от механических примесей/ Новые информационные технологии в науке//Международной научно-практической конференции 24 ноября 2019 г. Ч1. Иркутск. –С.94-97.
11. Хурмаматов А.М., Хаметов З.М. Влияния технологических параметров подготовки нефтяного шлама к первичной переработке/Новые информационные технологии в науке/Международной научно-практической конференции 24 ноября 2019 г. Ч1. Иркутск. –С. 98-101.
12. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: Справочник. –М.: «Металлургия», 1986. -543 с.