

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12670848>

ОЧИҚ ОҚИМЛАРНИНГ ТАРМОҚЛАНИШ СОҲАСИДАГИ ГИДРОДИНАМИК ПАРАМЕТРЛАР ТАДҚИҚОТИ

Юнусов Ғанишер Ғафирович

Ренессанс таълим университети,

“Математика ва ахборот технологиялари” кафедраси мудири, т.ф.н., доцент

АННОТАЦИЯ

Мақолада суюқлик оқими йўналишидан ажралиб ён тарафга оқини масаласи тадқиқоти кўрилган.

Калит сўзлар: оқим, суюқлик, струяли оқим, оқим тармоқланиши.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧ О БОКОВОМ ОТТОКЕ ЖИДКОСТЕЙ

АННОТАЦИЯ

В статье исследована задача о течении жидкости при наличии оттока по боковому каналу.

Ключевые слова: поток, жидкость, струйное течения, боковой отток.

INVESTIGATION OF THE PROBLEMS OF LATERAL OUTLOAD OF LIQUIDS

ABSTRACT

The paper studies the problem of the flow fluid in the presence of outflow to the side channels.

Keywords: flow, the liquid, jet streams, side outflow.

Халқ хўжалигида аҳолига сув ресурсини етказишда табиий жараёнларни ўрганиш, уларни назарий, ҳамда амалий тадқиқ этиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Айниқса бу жараёнларни ўрганишда тажрибаларга асосланган ҳолда суyoқлик ҳаракатинининг гидродинамик жараёнларини илмий равишда текшириш ва асослаш ҳозирги кунда жуда катта аҳамиятга эга.

Суyoқлик тақсимланиши масаласи, гидродинамика масаласи бўлиб, бу масаланинг аниқ илмий асосланиши ва тавсиялар ишлаб чиқилиши, қишлоқ хўжалигида ишлатиладиган сув ресурсларининг 50-60% тежалишига олиб келади.

Маълумки ўрта осиеда деярли барча дарёлар қуйқали оқимга эга бўлиб қуйқа ташувчи характерга эга. Айниқса бу жараён Амударёда кенг кузатилади ва бу дарё сув ресурсидан республикамизнинг катта қисмидаги ерларини суғоришда, янги ерларни ўзлаштиришда, ичимлик сувини захирага олишда ва бошқа бир қанча мақсадларда ишлатилади. Амударё оқими жуда катта ҳажмдаги қуйқаларни юқори текисликдан, паст текисликга олиб тушади. Қуйқалар ҳосил бўлиши асосан соҳил қирғоқларини емириш ва ювиш натижасида ҳосил бўлади. Шунинг учун ҳам амударё соҳили троекторияси доимий ўзгарувчан ҳолатда бўлиши кузатилади. Емириш ёки ювиш даври бошланиши суyoқликнинг гидродинамик параметрлари билан боғлиқ бўлиб ушбу даврда қирғоқ емирилиши суткасига 200-250 метрни ташкил этади. Бу эса оқимда емирилган парчаларнинг уюмини ҳосил қилади ва баъзи ҳолларда бу парчалар жуда катта ҳажмда бўлиши ҳам мумкин. Бу жараёнлар жуда катта катострофик ҳолатларга олиб келади. Яъни ўзлаштирилган ерларнинг катта ҳажми емирилиши, турли гидротехник иншоотларининг бутунлай вайрон ҳолатга келиши ва бошқа бир қанча ҳолатларга олиб келади.

Бу жараёнларнинг олдини олиш учун, яъни катта ҳажмдаги қуйқали оқимлар ҳаракатининг катострофик муаммоларини ҳал этишда, аввалом бор унинг содир бўладиган ҳолатларини илмий-амалий тадқиқ этиш зарур бўлади

[1]. Республикаларимизда сув ресурсларини тақсимлашда тўғонсиз тўсиқлардан фойдаланиш кенг қўлланилади ва суёқлик ажралиш бурчаги унинг оқиш йўналиши бўйлаб аниқланган бурчак асосида олинади. Аниқ олинмаган бурчак қўзланган сув тақсимотини бермайди ва охир оқибат унинг суёқлик ўтказувчанлигини камайтириб бораверади. Сабаби қуйқали оқимларнинг тезлиги камайиши ёки оқиш бурчаги ўзгариши оқибатида қуйқаларнинг чўкиши ҳосил бўлиб оқимнинг тақсимланган қисмида чўкиндилар уюмини ҳосил қилади [3-6]. Бу ерда албатта бу уюмларни олиб ташлаш масаласи энди долзарб масала бўлиб қолади ва бунинг учун бир қанча махсус техникалардан фойдаланиш зарур бўлади. Баъзи катта каналларда ҳатто бундай техникаларнинг ёрдами билан ҳам масалани ҳал қилиб бўлмайди. Шунинг учун ҳам бундай ҳолатларнинг содир бўлишини олидини олиш асосий вазифа ҳисобланади ва ажралиш бурчагини тўғри танлашга боғлиқ бўлади.

Оқимдан бир қисмини ажратиб истеъмолчига етказиш масаласи, бир кўринишда осон бўлиб туюлади. Аммо оқим ажралиш соҳасидаги содир бўладиган жараёнлар ҳолати жуда мукамал ҳисобланади. Бу соҳада оқимнинг гидравлик қаршилик коэффициенти, оқим режими ва бошқа бир нечта параметрлар ўзгаради [2]. Бу жараёнларни ва муаммоларни ҳал этиш учун уни назарий ва амалий қолаверса илмий-техникавий жиҳатдан ўрганиш зарурлигини ҳис этамиз ва бу қишлоқ хўжалигида, ҳамда механика фанининг рифожида ўз ҳиссасини қўшади.

Тадқиқотдан асосий мақсади – суёқлик оқими тақсимотидаги сарфларининг динамикаси, оқимнинг кўндаланг кесими бўйлаб содир бўладиган циркуляция жараёнларини бурчак ўзгаришига боғлиқлигини топиш ва ажралиш соҳасидаги оқимнинг кинематик ва динамик параметрлари асосида математик модел ишлаб чиқишдан иборатдир. Бу жараёнлар таҳлили кўпгина олимларимиз томонидан ишлаб чиқилган [3] бўлишига қарамадан, ҳозирга қадар ажралиш

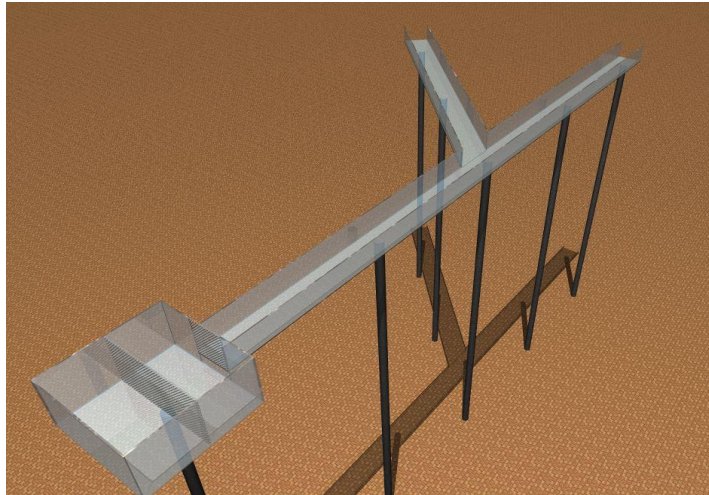
соҳасидаги содир бўладиган уюрмали ҳаракатнинг юқоридаги айтилган параметрларга таъсири кўрилмаган.

Илмий ишда оқим ажралишидаги суюқликлар ҳаракатининг гидродинамик қаршилиги тадқиқ этилган. Бунда масала назарий ва амалий тадқиқ этилган бўлиб тажрибадан олинган натижалар бошқа авторнинг тажриба натижалари билан солиштирилган.

Маълумки катта каналлардан кичик каналларга сув тақсимлашда маълум бурчак остида оқим йўналтирилади. Оқимнинг тақсимланган каналдаги бош қисмида мураккаб гидродинамик жараёнлар вужудга келади. Ажралиш қисмида сувларнинг лойқа ҳолатда оқиш натижасида чўкиндилар ҳосил бўлади ва канал бош қисмини гидравлик элементларининг ўзгаришига олиб келади. Масалан гидравлик қаршилик ўзгаришига эга бўлади. Ўраманинг геометрик параметрлари ўзгаради, ва натижада суғориш даври бошланишида сув етишмовчиликлари кузатилади. Бундай ҳолатларни нефтни тарнспортровка қилишда ва биомеханика масалаларида кўп учратиш мумкин. Шу вақтгача бизга маълум бўлган кўпгина адабиётларда бундай масалалар комплекс равишда қаралмаган. Кўрилган кўпчилик масалаларда барқарор бўлган ҳаракат қаралиб, канал бўлиниш қисмидаги соҳада суюқлик ҳаракат режими ўрганилмаган.

Демак бундай масалаларни ҳал қилишда яъни оптимал гидрадинамик параметрларни аниқлашда юқорида келтирилган масалалар замонамизнинг актуаль масалаларидан бири деб ҳисоблаймиз. Шу мақсадда субқлик гидродинамик параметрларини ўлчаш учун тажриба қурилмасини моделлаштирамиз.

Асосий тажриба қурилмаси тўғри бурчакли кўндаланг кесимли лоток қурилмаси ҳисобланади (расм 1). Унинг эни 5 см, узунлиги 200 см ва асосий каналдан ажралиб чиққан канал эни 5см, узунлиги 120 см.



1-расм. Тажриба қурилмасининг умумий кўриниши

Асосий каналдан ажралиш бурчаги $\chi\pi$ (90° , 60° , 30°) ни ташкил этади. Тажриба қурилмаси органик шиша асосида қурилган бўлиб, жуда кичкина қаршилиқга учрайдиган оқимларни ҳам аниқ кузата олиш ва содир бўладиган жараёнларнинг натижаларини ёзиб олиш имконига эга бўламиз.

Тажриба қурилмасидаги асосий ва ажралиш канали ер сатҳига нисбатан бир хил жойлашган.

Суyoқлик асосий канал бошига бириктирилган энергияни сўндирувчи бассейн орқали юборилади.

Тажриба жуда кичик оқим сарфи билан бошланади ва қийматлар олингандан сўнг оқим сарфи ошириб бoрилади.

Суyoқлик сарфи, каналнинг учта қисмида ўлчаб олинади: канал бош қисмидаги энергия сўндирувчи бассейнда, асосий каналнинг ажралишдан кейинги қисмида ва ажралувчи каналда. Суyoқликнинг бассейнга бир маромда тушиши қўшимча жумрак ёрдамида амалга оширилади.

Сув сатҳи махсус ўлчагич яъни махсус ўлчовчи игна ёрдамида амалга оширилди. Тезлик эса “Микровертушка” қурилмаси, ҳамда анъанавий усулда енгил кукуннинг оқиш тезлиги орқали ҳисобланди.

Барча ўлчашлар каналнинг 3 қисмида амалга оширилди: 1) канал бош қисмида; 2) Асосий каналнинг ажралиш соҳасидан кейинги қисмида; 3) тармоқланувчи каналда.

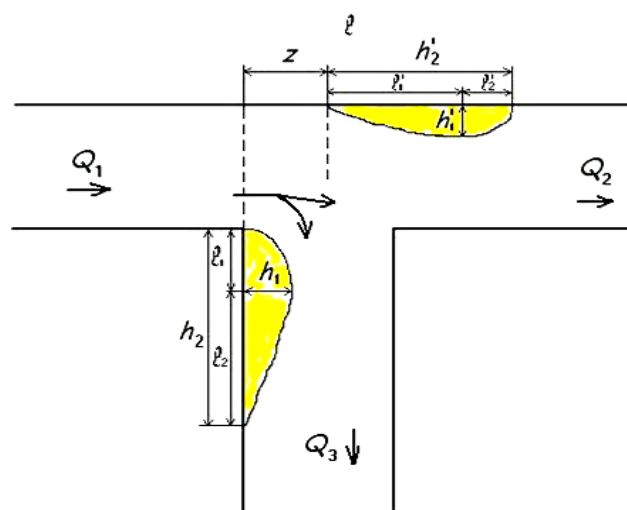
Тажриба бошида асосий каналнинг бош қисмида суюқлик сатҳи ва оқиш қиялиги ўлчаб олинди. Ўлчанган қийматлар яъни сув сатҳининг сарфга боғлиқлиги бошқа авторларнинг тажриба қийматлари билан солиштирилди ва улар жуда ҳам яқин эканлигини кўрсатди [1,2,3]. Яъни Δh сув сатҳи тушишининг фарқи ва Q сарфи катталикларининг график характеристикалари бошқа авторларнинг ишлари билан яқин эканлиги текширилди. Шундан сўнг ажралиш бурчаги $\chi\pi = 90^\circ$ бўлган ҳол учун юқоридаги учта қисмда ҳам ўлчаш ишлари олиб боирлди.

Қийматлар белгиланган вақт давомийлигида ўлчаб олинди. Натижалар куйидаги жадвалда келтирилади.

Суюқлик оқимининг тажрибадан олинган кинематик ва геометрик параметрлари

h_2	h'_2	h_1	h'_1	z	Q_1	Q_2	Q_3	V_1	V_2	V_3	l_1	l'_1	l_2	l'_2
18	17	3,5	2,5	4,5	230	80	150	12,66	8,85	14,08	6	9	12	8
20	16	3,5	2	5,5	445	230	215	16,66	12,99	18,52	6	8	14	8
21	15	4,5	1,5	6	570	310	260	18,89	17,54	19,95	4	5	17	10
26	14	4,5	1,3	6	870	520	350	26,32	28,57	21,28	4,5	4,5	21,5	9,5
22	11	4	0,8	9,5	1350	900	450	52,62	24,39	28,57	4	3,5	18	7,5

Ўрама соҳалари кўрсатилган оқимнинг 90° бурчак остида ажралиш схемасининг



2-расм

Бу ерда h_2, h'_2 (см) – канал ажралиш ва давом қисмидаги ўрама узунлиги;
 h_1, h'_1 (см) – канал ажралиш ва давом қисмидаги ўрама диаметри; Q_1, Q_2, Q_3 (см³/с) –
Канал бош қисми, давом қисми ва ажралиш қисмларидаги сарф ҳажми;
 V_1, V_2, V_3 (л/с) – канал қисмларидаги ўртача тезлик;

l_1, l'_1 (см) - асосий каналнинг давом қисмидаги ва ажралиш каналидаги ўрама
бошланиш қисмидан максимал диаметригача бўлган узунлик ёки ўрама
марказигача бўлган сегментнинг узунлиги; l_2, l'_2 (см) - ўрама диаметрининг
максимал қисмидан тугашигача бўлган узунлик ёки марказидан унинг
тугашигача бўлган қисм сегменти; z (см) - канал ажралиш қисми бошидан асосий
каналнинг давом қисмида содир бўладиган ўраманинг бошланиш нуқтасигача
бўлган узунлик.

Каналнинг ажралиш қисмида содир бўлган ўраманинг функционал
 $l_1 = f_1(Q_3); \quad l_2 = f_2(Q_3); \quad h_1 = f_3(Q_3); \quad h_2 = f_4(Q_3)$ боғлиқлиги график ҳолатда
қуйидаги 1.3-1.6-расмларда келтирилган

Жадвалдан маълумки, сарф ошиши билан канал ажралиш қисмидаги l_1
ўрама бошланиш қисмдан максимал диаметригача бўлган узунлиги тебранма ёки
гармоник характерда ўзгаради. Умумий яхлит ҳолатда кўрадиган бўлсак канал
ажралиш қисмида унинг ўртачаси камайиш тенденциясига эга. l_2 эса сарфнинг
маълум қиймати (бизнинг ҳолатда 400)гача ошиб бориши ва қийматдан ўтиши
билан унинг камайиши кузатилди. Ўраманинг максимал диаметри h_1 ҳам
тебранма характерда ўзгаради. Сарфнинг ошиши ва маълум бир қийматга
етгунга қадар h_2 кўпайиб, маълум қийматдан (бизнинг ҳолда бу $Q_3 = 350$)
ўтгандан кейин эса камайиши кузатилди.

Худди шу жараёнлар асосий каналнинг давом қисмида ҳам кузатилиб
қуйидаги характерда ўзгаради. Жумладан сарфнинг ошиши билан z қийматнинг
ошиши яъни канал давом қисмидаги ўраманинг ажралиш соҳасидан узоқлашиши
кузатилди. Бундан ташқари ўраманинг умумий узунлиги h'_2 ва максимал

диаметри h_1' камайиб бориш текширилди, ҳамда l_1' ва l_2' қийматлар тебранма характерда ўзгариши кузатилди.

Қуйқали суюқликларда ўтказилган тажриба шуни кўрсатди (2-расм), канал ажралишида оқим сарфларининг аниқ бир ўзаро муносабатида канал ажралиш соҳасида ҳатто иккита уюрмали ҳаракат борлиги кузатилган.

Оқим тезлигининг ошиши канал ажралиш соҳасидаги ўраманинг геометрик параметрларини ўзгартириб юборади ва ўрама узунлигининг камайиши ҳамда шу муносабатда унинг диаметри кенгайиши кузатилади. Натижада оқим сарфи ажралиш қисмда камаяди. Бундай натижаларни [7] ишда ҳам кўриш мумкин.

Ўрама чизигининг ўзгариши 2-расмда келтирилди ва Ф.Шоазизовнинг тажриба натижалари билан солиштирилди [8]. Солиштириш натижаси шуни кўрсатдики биз тадқиқ қилган натижалар билан тажриба натижалари жуда яқин экан. Натижаларни ҳисоблаш усуллари яъни тажриба натижаларни қайта ишлаш методлари орқали функционал боғланишни топамиз.

Натижаларни энг кичик квадратлар усули орқали тадқиқ этамиз. 2-расмдан кўриниб турибдики қийматларнинг функционал ўзгариши

$$\tilde{y} = ax + bx^2 \quad (1)$$

кўринишига эга.

Натижаларни қайта таҳлил қилиб тахминий қуйидаги тенгликни оламиз.

$$y_i \approx ax + bx^2 \quad (i = \overline{1, n}). \quad (2)$$

a ва b коэффицентларини топишда тенгламанинг ўнг ва чап томони фарқининг квадрати суммаси энг кичкина яъни минимум қийматга эришиш шартини

$$\sum_{i=1}^n [y_i - (ax + bx^2)]^2 = \sigma_{yx}^2(a, b) \quad (3)$$

Албатта бу киймат ҳам a ва b га боғлиқ ҳолда тебранади.

Ушбу тенгламани a ва b бўйича дифференциалласак

$$\begin{cases} \frac{d\sigma_{yx}^2(a,b)}{da} = 0, \\ \frac{d\sigma_{yx}^2(a,b)}{db} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

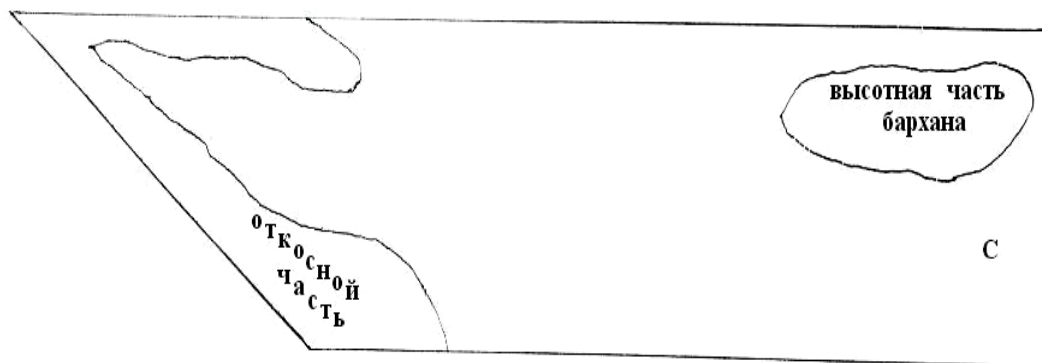
ва ҳосил бўлган икки номаълумли тенгламалар системасини ечсак қуйидаги корреляция тенгламасини оламиз:

$$\tilde{y} = \operatorname{tg}\chi\pi \cdot x - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \chi\pi},$$

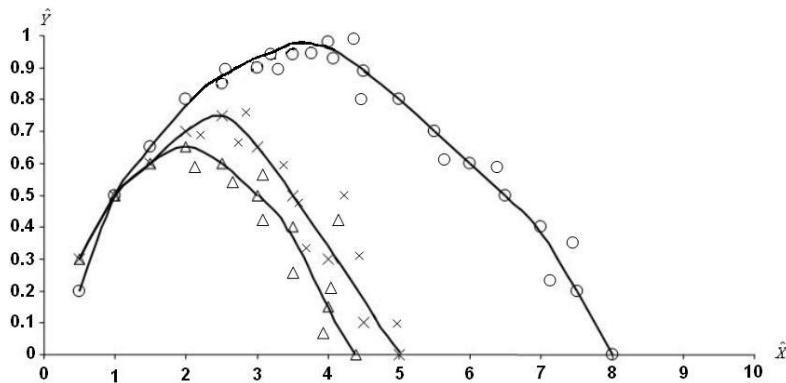
Бу ерда $\delta_{yx}^2(a,b)$ - қолдиқ квадрати; V_0 -канал ажралиш қисмининг бошидаги тезлик; g - оғирлик кучи тезланиши.

Бунда ўрама узунлиги қуйидаги формула орқали ҳисобланади.

$$l = \frac{V_0 \sin \chi\pi}{g}. \quad (5)$$



3-расм. Ажралиш каналининг тубидаги рельефи схемаси ($Q=80\text{см}^3/\text{с}$).



4-расм. Ўрама узунлиги ва эниннинг канал ажралиши бурчагини ўзгаришига боғлиқлиги

O – $\chi\pi = 30^\circ$; x – $\chi\pi = 60^\circ$; Δ – $\chi\pi = 90^\circ$ -нуқталар авторнинг тажрибалари. Чизиқ эса назарий олинган натижалар.

Уюрма узунлигини бурчакка боғлиқлигини этиборга олиб унинг максимум ва минимум қийматларга эришиш шартларни тезликка боғлиқ ҳолда текшириб кўрамиз.

(5) формуладаги $\chi\pi$ ни 2φ га алмаштирак, $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ оралиқда ўзгаради ва дифференциаллаш натижасида куйидаги тенгликни оламиз:

$$\frac{dl}{d\varphi} = \frac{2V_0 \cos 2\varphi}{g}, \quad \frac{2V_0 \cos 2\varphi}{g} = 0,$$

$$\varphi = \frac{\pi}{4} \text{ кiritик қийматда;}$$

$$\frac{d^2l}{d\varphi^2} = -\frac{4V_0 \sin 2\varphi}{g};$$

$$\left(\frac{d^2l}{d\varphi^2} \right)_{\varphi=\frac{\pi}{2}} = -\frac{4V_0^2}{g} < 0.$$

Бундан аниқки l уярма узунлиги $\varphi = \frac{\pi}{4}$ қийматда максисм имее максимумга эришади

$$(l)_{\varphi=\frac{\pi}{4}} = \frac{V_0^2}{g}.$$

Ўрама йўналишининг тебранма ҳаракатини инобатга олган ҳолда шуни айтиш мумкинки суюқликнинг $\chi\pi = 30^\circ - 45^\circ$ бурчак остидаги оқиши энг кичик қаршиликга учрар экан. Назарий натижалар [9-12,14] шуни кўрсатдики, канал ажралиш қисмида оқимнинг геометрик ва гидродинамик параметрлари, оқим режими, концентрацияси, ҳаракат динамикаси ва суюқликнинг хусусияти ўзгарувчан бўлар экан.

Шунинг учун ушбу масалани ечиш учун тажриба қурилмасини яратдик ва у ерда содир бўладиган гидродинамик жараёнларни кузатдик. Кузатув қуйидаги масалаларни келтириб чиқарди:

- Ўрама ҳосил бўлиши ва унинг геометрик ўлчамлари ўзгаришини ўрганиш
- Ўзгарувчан концентрацияли қуйқали оқимларнинг ажралиш соҳасидаги чўкиндилар массасининг ўзгариши
- Ўзгарувчан концентрацияли ва ўзгарувчан сарфли қуйқали оқимнинг ажралиш соҳасидаги қуйқа чўкишининг умумий характеристикасини визуал ўрганиш.

Изланиш натижалари жадвалда келтирилган [13]. Натижалар шуни кўрсатдики қуйқали оқимларнинг ажралиш соҳаларида чўкмалар ўзгариши концентрация ўзгаришига нисбатан тебранма ҳолатда экан. Аммо уларнинг ўртача қиймати, яъни концентрация ошиши билан чўкмаларнинг ҳам ошиш тенденцияси кузатилди.

Қуйқали оқимларнинг $\chi\pi = 30^0$ бурчак остида ажралишидаги оқимнинг гидродинамик параметрлари

f,%	Q _a , мл/с	Q _b , мл/с	Q _c , мл/с	M _a , гр	M _b , гр	M _c , гр	M _d , гр	M _a *, гр/см ²	M _b *, гр/см ²	M _c *, гр/см ²	M _d *, гр/см ²
0,65	255	150	105	0,1	8,7	8,5	0,1	0,001	0,087	0,005	0,17
0,70	235	140	95	3,3	4,7	5,2	1	0,033	0,047	0,046	0,104
0,94	145	85	60	6	13	28	3	0,06	0,13	0,139	0,56
1,13	91	48	43	1	4	10,5	0,7	0,01	0,04	0,032	0,21
1,14	241	145	96	1,5	12	17	0,5	0,015	0,12	0,023	0,34
1,26	163	93	70	4	30	67	3,5	0,04	0,3	0,162	1,34
1,32	208	125	83	2	9,5	11	0,5	0,02	0,095	0,023	0,22
1,37	100	55	45	11	14	20	7	0,11	0,14	0,323	0,4
1,57	65	53	12	8	4,2	4	3,6	0,08	0,042	0,166	0,08
1,61	255	150	105	1	3,2	8	0,1	0,01	0,032	0,004	0,16
1,64	100	60	40	11	14,5	32	6	0,11	0,145	0,277	0,64
1,78	115	70	45	5	7	14,4	2	0,05	0,07	0,092	0,288
1,89	48,25	40	8,25	6	4	3,4	2,5	0,06	0,04	0,115	0,068
2,39	38	30	8	9,8	5	9,5	4,2	0,098	0,05	0,194	0,19

Изох: а индекси каналнинг асосий қисмини билдиради, b- каналнинг давом қисми, c- каналнинг ён томонога ажралган қисми, d- эса ажралиш соҳасининг марказий қисмини билдиради; Q_a, Q_b, Q_c- каналнинг a,b,c қисмларидаги оқим сарфи; M_a, M_b, M_c, M_d – каналнинг a,b,c,d қисмларидаги чўкма массалари; M_a*, M_b*, M_c*, M_d* - каналнинг a,b,c,d қисмларидаги бирлик хажмдаги чўкма массалари.

АДАБИЁТЛАР

1. Хусанов И.Н. Осаждение частиц в жидкости. Гидрогазодинамика одно и многофазных сред.- Ташкент: ФАН.- 1986.-С.120-130.
2. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика.- М.:Стройиздат, 1975.-327с.
3. Мирцхулава Ц.Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости.- М.: 1967.-179с.
4. Шакиров А.А. Обоснование эффективных параметров гидродинамических процессов в канале и пористых средах: Автореф. дис. докт. техн. наук. Ташкент, 1994.-39с.
5. Yunusov G.G. Theoretical study of the side flow of the liquid from the channel. Lambert Academic Publishing. Beau Bassin. 2018.
6. Шакиров А.А., Хабибуллаев М. О расчете донных скоростей открытого потока с учетом отвода канала и концентрации наноса // ДАН Уз ССР.-Ташкент-1979.- №7.- С.31-32.
7. Yunusov G.G. Investigation of the problems of lateral outflow of liquids. Journal of Physics and Mathematics 2020.
8. Шоазизов Ф.Ш. Совершенствование методики гидравлического расчета разделяющихся потоков: Дис. канд. техн. наук- Ташкент, 2000.- 122с.
9. Хамидов А.А., Худайкулов С.И. Теория струй многофазных вязких жидкостей.- Ташкент: ФАН.- 2003.- 139 с.
10. Хамидов А.А., Шакиров А.А. Взаимодействие основного канала с боковыми // Узбекский журнал «Проблемы механики».- Ташкент: ФАН.- 1997.- №6.- С.34- 39.
11. Худойкулов С.И. Развитие теории струй двухфазной жидкости и применение к техническим задачам. Дис. докт. техн. наук.- Ташкент.- 2005.- 264с.
12. Юлдашева У.Т. Истечение жидкости из насадки // Сборник трудов XVI международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях».- Ростов-на-Дону: РГАСХМ, 2003.-С.104-105.
13. Бариев М., Юлдашева У.Т., Таджибаев А. Об ударе струи о криволинейную поверхность забоя // Вестник ТГТУ.- Ташкент,-2004.-№4.
14. Ganisher Gafirovich Yunusov, Olim Ismoilovich Juraev. Study of Geometric Parameters of Open Branching Flow. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2020. IJARSET. 1-7. P-15406-15413