

**С.Қ. Жолдасов¹, С.Т. Әбілдаев¹, Г.Ә. Сарбасова¹, М.Т. Омарбекова¹,
С.Ж. Тәттібаев^{1*}**

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан

Авторлар жайлы ақпарат:

Жолдасов Сапарбек Құрақбайұлы – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

<https://orcid.org/0000-0002-3947-1411>, email:arnur_68@mail.ru

Әбілдаев Сұлтан Таласбайұлы – доцент м.а., PhD докторы, М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

<https://orcid.org/0000-0002-7525-5097>, email:sultan_feb@mail.ru

Сарбасова Гүлмира Өзімбақызы – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

<https://orcid.org/0000-0001-7517-234X>, email:gulimjan@mail.ru

Омарбекова Маржан Тіріболсынқызы – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

<https://orcid.org/0000-0002-6117-1618>, email:marzhan.030@gmail.com

Тәттібаев Сағынтай Жақыпәліұлы – магистр, М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

<https://orcid.org/0000-0003-2687-0189>, email:tsagin75@ml.ru

БОЙЛЫҚ САҢЫЛАУЛЫ ҚҰМТҮТҚЫШТАРДЫҢ ЖАҢА КОНСТРУКЦИЯСЫ МЕН ОНЫҢ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЕСЕБІ

Андатпа. Ғылыми жұмыста топырақ арналы каналдарда қолданылатын бойлық саңылаулы құмтұтқышты зерттеу нәтижелері келтірілген. Жаңадан алынған құмтұтқыштың конструкциясы берілген. Ұсынылып отырған құмтұтқыштың жаңа конструкциясында құбырға жанама тік құбырша орнату есебінен қосымша бұрандалы қозғалыс тудыру жолымен қол жеткізіледі.

Түйін сөздер: құмтұтқыштар, топырақ арналы каналдар, ағынның бұрандалы қозғалысы, бойлық саңылау, көлденең циркуляциялы қозғалыс, тасындылы сұйық, құйынды ағын, су ағынының құбырға жанамалап енуі.

Кіріспе

Қазақстан Республикасында құмды және саздақты аймақтардан өтетін су арналары баршылық. Жазықты жерде өтетін арналарда су жылдамдығы тұрақталуымен және көп мөлшерде тосқындар тасымалдауына байланысты өтім қималарының толып қалуы, өту бөлігінің қысқаруы, өтімнің төмендеуі сияқты құбылыстар орын алады. Арналардың тасындылармен күресу кезінде мейлінше тиімді болып, цилиндрлі түрдегі түпкі көлденең құмтұтқыштар саналады, оларға тасындылар ағыс бойымен белгілі арақашықтықта орналасқан параллель галереялар арқылы жеткізіледі. Құм құбырына галереялар, ондағы екі фазалы сұйық бұрандалы қозғалыс жасайтындай етіп, жоғарғы жағына тангенциал жалғанады [1, 2].

Материалдар мен әдістер

А.И. Арыкованың пікірінше [1] ағынның бұрандалы қозғалысы, бойлық саңылау түрінде жасалған, бүйірлік тесіктер арқылы судың түсуімен түзілетін, түскен судың көлденең циркуляциялы қозғалыспен бірігуі салдарынан жүреді. Ағынның бұрандалы қозғалысын модельдеу үшін алынған нәтижелер, кедергілік күштерінен тұратын өрнек мүшелерін ескерілмеген Эйлердің дифференциалдық теңдеулерінен шығатынын айта кету керек, ал бұл өз кезегінде шынайы су ағыны қозғалысының шын мәніндегі көрінісін дәл көрсете алмайды. Егер, біз сұйық массасының ағын өсінің қалыпты құраушыларымен қосылуы салдарынан туындайтын жоғары турбуленттіліктегі су қозғалысын қарастыратын болсақ, тұтас ағынның қозғалысын жазу үшін ағындардың турбулентті араласуындағы энергия шығындарын ескеруіміз қажет. Бірақ, бұрыннан белгілі, тұтқырлы сығылмайтын сұйықтың орныққан қозғалысының дифференциалдық теңдеулер жүйесі, турбуленттік қозғалыс режимінде тұйық болмайды.

Ұсынылып отырған құмтұтқыштың жаңа конструкциясында құм құбырындағы сұйық ағынының тасымалдау қабілетін көтеру [2], бойлық саңылаулы құмтұтқыш галереяның бірінші бойлық тесігінен кейін құмқойыртпақтың бастапқы бөлігін өсіру және құбырға жанама тік құбырша орнату есебінен қосымша бұрандалы қозғалыс тудыру жолымен қол жеткізіледі.

Нәтижелер және талқылау

Тасындылы сұйықты тасымалдау құбырының арнайы созылған бөлігінде тангенциалды тік құбырша орнату, құбыр ішінде қосымша бұрандалы қозғалыс тудырып, тасындылардың шөгуін күрт төмендетеді және ондағы қозғалатын сұйық қоспасының тасу қабілетін әлдеқайда ұлғайтады.

Ұсынылатын қондырғы құмды сұйықты тасу құбырынан 3 (1-сурет, С-С кескіні), құмқойыртпақтың бастапқы жағына тангенциалды жалғанған дөңгелек 1 (1-сурет, план, А-А кескіні) немесе тікбұрышты қималы 2 (план және В-В кескіні) құбыршадан тұрады. Құрылғы келесідей тәртіпте жұмыс істейді. Су ағынның жоғарғы қабатынан тік құбыршаға 1 (1-сурет, план, А-А кескіні) немесе 2 (1-сурет, план және В-В кескіні) құм тасу құбырына 3 (1-сурет, А-А және С-С кескіндері) жанама түседі. Құм тасу құбырындағы шоғырланған ағын тангенциал ағып түсуінен, галереядан бір бағытта қозғалатын негізгі ағынды қосымша айналдырады. Бұрандалы қозғалыс, ағынның тасымалдау қабілетін бірнеше есе арттыратыны белгілі. Сондықтан, бастапқы бөлігінде және де бүкіл ұзына бойы шөгінділер шөгуі орын алмайды және бүкіл тосқын мөлшері су тастау каналына шығады және одан кейін кері өзенге немесе табиғи ойыс жерлерге ағызылады.

О.Ф. Васильев [3] айтады, «бойлық-бұрандалы қозғалыс құйынды циркуляциялық ағыстың жеке бір жағдайы болып табылады және бұрандалы қозғалыс есептелмейді». Одан бөлек, жалпы жағдайда көлденең циркуляциялы оның қозғалысы, бұрандалы қозғалыстағы сияқты, ағын функциясы $f(\Psi)$ бойлық жылдамдық арқылы өрнектеледі және көлденең қима элементтерінің таралу сипатына байланысты. Келесі жұмыста [3] тұтқырлықсыз сұйықтың

бұрандалы және циркуляциялық ағындарын теориялық зерттеу нәтижелері келтіріледі, және, іс жүзінде осы салада жазылған И.С.Громекомен [4] негізделген теорияны жалғастырады. Бұл жұмыстың [3] басым бөлігі, екі параметрлі құйынды қозғалыстың жеке жағдайы ретінде біртекті екі параметрлі құйынды ағын қозғалысының ($\lambda \neq \text{const}$) жалпы жағдайын зерттеу үшін бағышталған. Авторлардың анықтамасы бойынша, екі параметрлі ағын деп, жылдамдық компоненттері тек екі координатқа байланысты ағын аталады. Цилиндрлік жүйелер координатындағы бұрандалы екі параметрлі ағындардың теңдеулер жүйесі, сұйық қозғалысы координатқа φ байланысты болмағанда, келесі түрде жазылады:

$$V_r r = \frac{\partial \psi}{\partial z}, \quad V_z r = -\frac{\partial \psi}{\partial r}; \quad (1)$$

$$V_\varphi r = \Phi(\psi); \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + \Phi(\psi) \cdot \Phi'(\psi) = 0, \quad (3)$$

мұндағы, r – радиус; V – айналма жылдамдық; ψ – функциясы; бұл жерде $\Phi'(\psi) = \lambda$.

Бір параметрлі остік симметриялы бұрандалы ағын келесі теңдеумен жазылады.

$$\frac{V_\varphi}{r} \frac{d(V_\varphi r)}{dr} + V_z \frac{dV_z}{dr} = 0, \quad (4)$$

Бұл жағдайда

$$\lambda = -\frac{1}{V_\varphi} \frac{dV_z}{dr}, \quad (5)$$

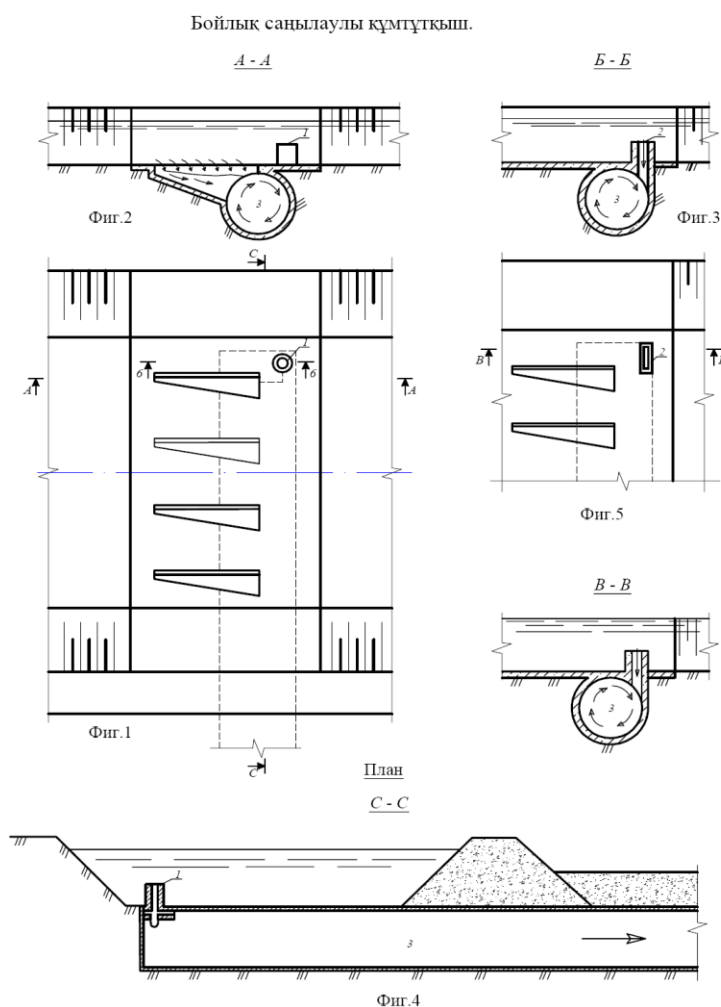
(4) және (5) теңдеулер, түзу шеңберлі құбырдағы тұтқырлықсыз сұйықтың бірқалыпты бұрандалы ағынының қозғалысын білдіреді.

Құбырдың төменгі бөлігіне жанама галереяларды жалғау да өзекті мәселенің бірі, бірақ бұл нұсқада галереялар ағысқа қарсы теріс еңістікпен орналасады [5]. Құйынды-бұрандалы ағынның тасымалдау қабілеті, түзу ағатынға қарағанда, бірнеше есе көп екені белгілі [6]. Бұралу деңгейін, және де ағынның тасымалдау қабілетін келесі жолдармен реттеуге болады:

- 1) құмды ағынды тасымалдау құбырына түзу ағынды остік беру;
- 2) арналық ағынның жоғарғы таза бөлігінен құм тасымалдау құбырына қосымша өтімді тангенциалды жіберу;
- 3) құм құбыры соңында қиылған конус түріндегі қондырма орнатумен.

Бірінші жағдайда остік түзу ағатын ағын бұрандалы сыртқы ағынға түседі, оның қозғалу механизмі зертханалық жағдайларда зерттелді [7]. Гидро-элеваторлардың екі конструкциясына зерттеулер жүргізілді: сорылатын сұйықты түзі және тангенциалды жеткізу жолымен.

Екінші жағдайда бір-біріне ішкі және сыртқы бұрандалы ағындардың үсті-үстіне құлауы жүреді [6]. Үшінші жағдайда құмды сұйықты тасымалдау құбырында төрт түрлі ағын түзіледі: ауа бағанасы (остік), шеткі (қабырға маңында) және остік ауа бағанасы маңында құмды сұйықты тасымалдау құбырынан шығатын жаққа бағытталған ағындар, ал радиусының орта жағында біркелкі остер бағыттары аймақтарының арасында – сұйықтың кері ағысының айналмалы аймағы түзіледі [6]. Төменде 2-суретте құмтұтқыштағы қозғалыс кинематикасы беріледі. Берілген ғылыми жұмыстағы [8] құмтұтқыштың жаңа конструкциясында, алдыңғылардан айырмашылығы негізгі құбырға галереялардың жоғарғы жағынан жанама жалғануымен қатар, тік құбыршадан қосымша бұрандалы қозғалыс тудыратын судың тангенциал енуі. Бойлық саңылаулы құмтұтқыштың гидравликалық есебін жүргізу төмендегі кезектілікте орындалады.



1-сурет – Бойлық саңылаулы құмтұтқыш

Галереялардың саны тесіктің мына мөлшерлеріне байланысты: l_{ca} және B_{ca} . Жасалған зерттеулер, тесіктің ұзындығын $0,5...0,6H$ -тан (H – саңылау-тесік алдындағы канал суының тереңдігі) көтерсе, құмтұтқышқа түсетін тасындылар мөлшері артпайтынын көрсетті. Осыларды ескеріп, мұндай құрылымдарды жобалау кезінде, тесік және галереяның ұзындығын $(0,5...0,6)H$ шамасында белгілейді. Осы кезде саңылау-тесік ені $0,03...0,05$ м аралағында қабылдайды. А.И. Арыкова және Р.Ж. Жолаев [1] деректері бойынша, тасынды әкететін құбырдың толып қалуын болдырмау үшін, саңылау (галерея) арасындағы аралық, төмендегі шартты қанағаттандыруы қажет:

$$l \leq \frac{\rho_n \cdot \mu \omega_{ca} \cdot \sqrt{2gH}}{\rho \cdot Q_0 \alpha_H} \cdot B, \quad (6)$$

мұндағы: ρ_n – тасынды әкету құбырында ағынның тасындылармен қанығуының шекті рұқсат етілген шамасы, г/л (200 г/л-ден артық қабылданбайды); ρ_0 – құмтұтқыштан жоғары ағыста каналдағы ағындағы сұйық тығыздығы, г/л; Q_0 – құмтұтқыштан жоғары ағыстағы каналдың жалпы өтімі, м³/с; μ – саңылаудың өтім коэффициенті, 0,6 тең деп қабылданады; ω_{ca} – саңылау-тесік ауданы, м², ($\omega_{ca} = l_{ca} \cdot B_{ca}$); H – каналдағы және құбырдан кейін шайылу иіріміндегі су деңгейлерінің айырмасына тең арын, м; B – канал түбінің ені, м; α_H – құмтұтқышта тасындылардың үлестік тұтылуы.

Бойлық тасынды тұтқыш галереялардың саны төмендегі өрнектен анықталады.

$$n = \frac{B}{\ell}, \quad (7)$$

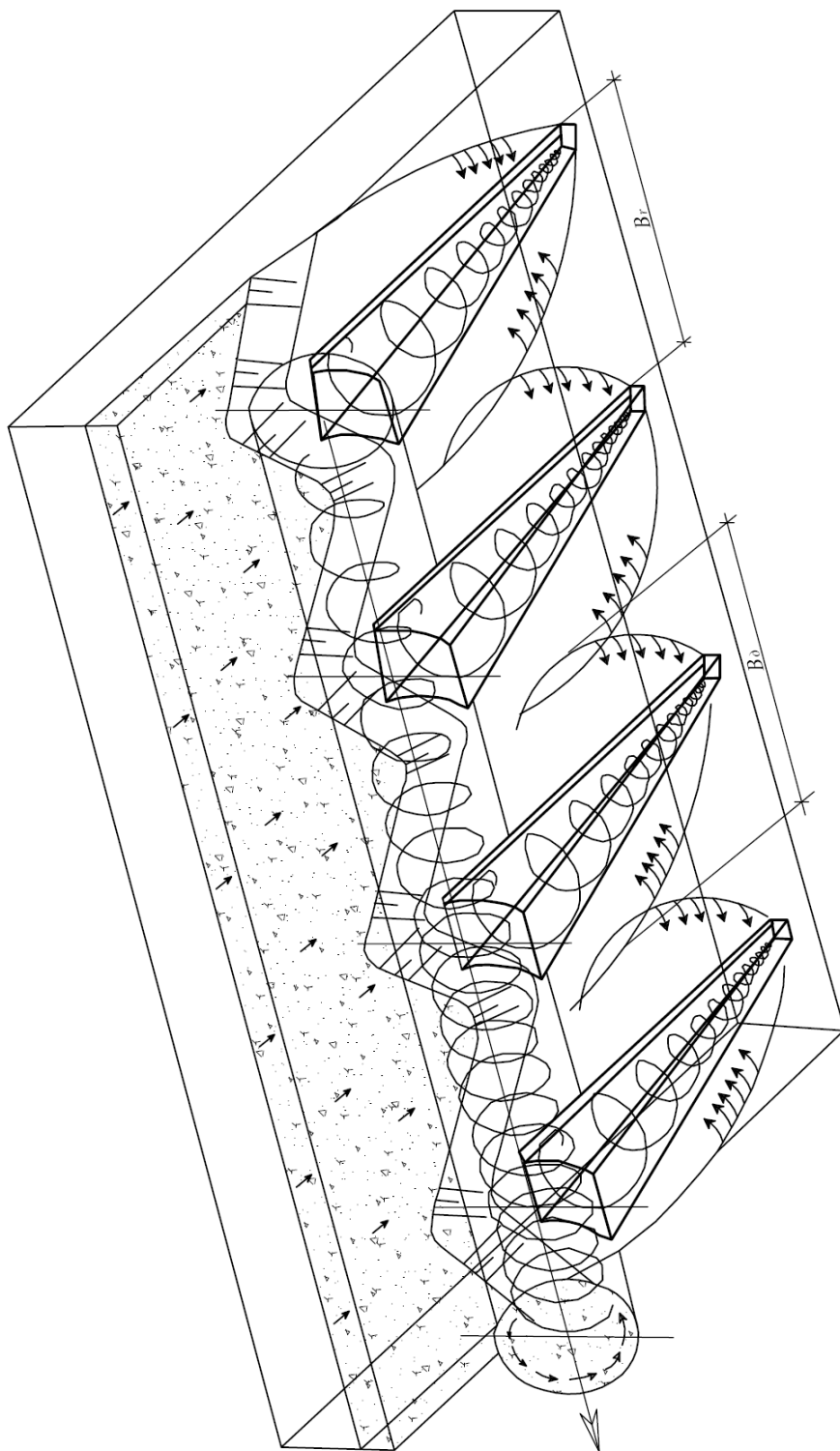
Бір тасынды әкету құбырына жүктелетін тасынды тұтқыш галереялардың саны, галереяның көлденең қималарының шығу жеріндегі ауданының тасынды әкету құбырының көлденең қимасы ауданына қатынасының сақталу шартына орай тағайындалады,

$$G = \frac{\sum \omega_x}{\Omega} \leq 1,0$$

$$\sum \omega_x = \Omega_n; n \cdot \omega_x = \Omega_n; n = \frac{\Omega_n}{\omega_x}.$$

Тасынды әкету құбырында бұрандалы ағынды тудыру үшін галереяның биіктігін аламыз $\omega = (0,5D_n)^2$, сонда болады.

$$\Omega_n = \frac{\pi D_n^2}{4}; n = \frac{\pi D_n^2}{4} : 0,25 D_n^2 = 3,14 \text{ дана} \quad (8)$$



B_0 – түпкі ағынды түту ені; B_1 – саңылау аралығы.

2-сурет – Бойлық саңылаулы құмтүтқыш жұмысының кинематикалық сұлбасы

Қарқынды бұрандалы ағынды тудыру шартынан, бір тасынды әкету құбырына қосылатын галерея саны 3...4-ден аспауы керек.

Ашық су тастау каналының гидравликалық есебі, құрамында тасынды тұтқыш құрылымдар болған жағдайда жүргізілді. Жалпы жағдайда бұл есеп, тасынды әкету құбырынан кейін су деңгейін анықтау үшін қажет. Бұл үшін каналдың шаю жылдамдығын Г.И. Шамов [5] формуласымен анықтайды,

$$v_{ш}^* = 6d_{opt}, \quad (9)$$

мұндағы: d_{opt} – тасындылардың орташа диаметрі, м; h – су тастау каналындағы орташа су тереңдігі, м.

Су жылдамдығына мән береміз, $v = 1,5$ м/с. Шези формуласынан, белгілі құлама ылдильғы және арнаның бұжырлық коэффициенттері, канал түбінің ені бойынша су тастау каналының еңістігін анықтаймыз.

$$i = \frac{v^2}{C^2 R} \quad (10)$$

Су алу торабы каналының ұзындығы бойынша арын шығыны $h_{wi} = i \cdot \ell_{с.м.}$.

Тасынды әкету құбырынан кейін, шаю иіріміндегі су деңгейінің биіктік белгісі төмендегі өрнектен анықталады.

$$\downarrow CД_{ш.ш.} = \downarrow CД_{ззе} + i \cdot \ell_{с.м.} \quad (11)$$

Су тастау каналының тасымалдау қабілетін тексереміз. Бұл үшін Г.И.Шамов формуласы бойынша түптік тасындылардың өтімін анықтаймыз, (бұл өтімді осыған сәйкес формулалармен де анықтауға болады. Мысалы, В.Н.Гончаров, Ю.А. Ибад-заде, И.И. Леви [5] және т.б. формулаларымен),

$$q_{m.} = K \left(\frac{v}{v_{шек.}^m} \right)^3 \cdot (v - v_{шек.}^m) \cdot \left(\frac{d_{opt.}}{h} \right)^{1/4}, \quad (12)$$

мұндағы: $d_{opt.}$ – бөлшектердің орташа диаметрі, м; v – ағыс тігінен ағынның орташа жылдамдығы, м/с; $v_{шек.}^m$ – төмендегі формуламен анықталатын ағынның төменгі шекті жылдамдығы

$$v_{шек.}^m = 3,7 d_{opt}^{1/3} h^{1/6} \quad (13)$$

мұндағы: h – ағызу каналындағы орташа су тереңдігі, м; K – ірі түйіршіктердің әсерін ескеретін коэффициент.

Өте ұсақ құм үшін $K = 0,95 \sqrt{d_{opt}}$ деп қабылдауға болады. Түптік тасындылардың жалпы өтімін мына формуламен анықтаймыз.

$$G_{m.} = q_{m.} \alpha B \quad (14)$$

мұндағы: B – канал түбінің ені, м; α – тасындылардың қарқынды қозғалу енін ескеретін коэффициент, 0,6-0,7 арасында қабылданады.

Ағызу каналындағы түпкі тасындылардың лайлылығы, сұйық тығыздығы құмтұтқыштағы судың лайлылығы мөлшерінен көп болуы керек. Егер осы шарт сақталатын болса, шаю жылдамдығы, белгіленген еңістікте тұтып алынған тасындыларды тасымалдау үшін жеткілікті. Ал, су ағызу каналының тасымалдау қабілеті жеткіліксіз болса, шаю жылдамдығына үлкен мән беріп есепті қайталайды.

$$\rho_c = \frac{G_{m.k.} \cdot d_{m.k.}}{Q_{m.k.}}, \quad (15)$$

Тасынды әкету құбырлары санын анықтау. Егер (7) формуламен анықталған тасынды тұтқыш галереялар саны $n < 4$ кем болса, бір тасынды әкету құбыры қабылданады. Ал, $n > 4$ болса, тасынды әкету құбырының саны төмендегі өрнектен анықталады.

$$n_n = \frac{n}{3...4} \quad (16)$$

Бір тасынды әкету құбырының өтімі төмендегі формуламен анықталады,

$$Q'_n = \frac{Q_n}{n_n}, \quad (17)$$

мұндағы: Q_n – құмтұтқыштың жалпы өтімі, м³/с; n_n – тасынды әкету құбырларының саны.

Гидравликалық есеп, негізінен ең ұзын құбырға жүргізіледі. Тасынды әкету құбырының саны транзиттік бөлігінде жоғалатын арын бөлігі $\frac{z_{тран.}}{\ell_{тран.}} = f\left(\frac{\ell_{ca}}{H}\right)$, (3-сурет) графигінен анықталады. Тасынды әкету құбырының белгілі транзиттік бөлігі бойынша $\ell_{тран.}$, төмендегі формуладан $z_{тран.}$ табылады,

$$z_{тран.} = \frac{Q^2}{K^2} \ell_{тран.}, \quad (18)$$

іріктеу арқылы, тасынды әкету құбырының қажетті диаметрін табамыз. Тасынды әкету құбырындағы судың жылдамдығы

$$g_n = \frac{Q}{\omega_n} = \frac{4Q}{\pi d^2}, \quad (19)$$

Бұл жылдамдық, В.С.Кнороз формуласымен анықталатын шаю жылдамдығынан кем болмауы керек,

$$g_{и.ж.} = 3 \left[\sqrt{2d_{опт}} \ell g \frac{D_n}{16d_{опт}} + W_{опт} P^{0,25} \left(\frac{D_n}{4d_{опт}} \right)^{0,4} \right], \quad (20)$$

мұндағы: D_n – тасынды әкету құбырының диаметрі; $W_{опт}$ – тасындылардың орташа гидравликалық ірілігі; $d_{опт}$ – тасындылардың орташа диаметрі, ол төмендегі өрнектен анықталады,

$$d_{опт.} = \frac{\sum d_i P_i}{100},$$

мұндағы: d_i – салындылардың әрбір жеке түйіршіктерінің орташа ірілігі; P_i – жалпы үлгідегі пайызбен алынған, жеке фракциядағы салынды мөлшері; ρ – төмендегі өрнектен табылатын құм илеуінің консистенциясы

$$\rho = \frac{T}{Ж} \cdot 100\%, \quad (21)$$

мұндағы: T – қатты заттар (тасындылар) салмағы; $Ж$ – тасынды көлемі бірлігіндегі су салмағы.

Егер, тасынды әкететін құбырдағы су жылдамдығы, шаю жылдамдығынан кем болса, онда диаметрін кішірейтіп, есепті қайталайды.

Жоғарыда айтылғандай, арынның шамалы мөлшері қойыртпақтың транзиттік бөлігінде, ал қалған бөлігі саңылау-тесіктердегі, галереялардағы, бұрылыстарда және тасынды әкететін құбырға жалғанған жердегі жергілікті шығындарға жоғалады. Біздің зерттеулер бойынша, А.И.Арыкова және Р.Ж.Жулаев деректерінен тасынды әкету құбырының ұзындығы бойынша пьезометрлік арындардың таралуы бірқалыпсыз және төмендегі теңдеумен жазылады:

$$\frac{z_n}{z} = 0,15 + 0,5 \left(\frac{L_{n\Gamma\Gamma}}{L_{n\Gamma}} \right)^2, \quad (22)$$

мұндағы: z_n – галереяға қосылған орындағы пьезометрлік арын; z – құмтұтқыштағы нақты арын; $L_{n\Gamma\Gamma}$ – тасынды әкету құбыры басынан, қарастырылып отырған галереяға дейінгі арақашықтық; $L_{n\Gamma}$ – бойлық галереялар қосылған бөліктегі тасынды әкету құбырының ұзындығы.

(23) теңдеуі және бойынша галереялар қосылған нүктелердегі нақты әсер етуші пьезометрлік арындарды табамыз

$$z_{ni} = \left[0,15 + 0,5 \left(\frac{L_{n\Gamma\Gamma}}{L_{n\Gamma}} \right)^2 \right] \cdot z \quad (23)$$

Галереяның ені мен биіктігіне $b_r = h_r = 0,5D$ мәнін беріп, төмендегі формула бойынша галереяның өтімдерін есептейміз. Галереялардың өтімдерінің қосындысы, тасынды әкету құбырының өтіміне тең болуы керек, яғни

$$\sum Q_{r_i} = Q_n, \quad (24)$$

Егер $\sum Q_{r_i} < Q_n$ болса, галереяның енін үлкейте отырып, өтімдерді теңестіруге қол жеткіземіз. Тасынды әкету құбырына галереяның қосылған орындарында іспеттес, галереялардың ішінде де саңылау бойымен пьезометрлік қысым таралады, бірқалыпсыз таралады. Ең бірінші галереяда, яғни тасынды құбырының басында арын шығыны бұрылысқа және күрт кеңеюге жұмсалады. Гидравликалық анықтама бойынша бұрылыстың кедергілік коэффициентін қабылдаймыз, $\xi_{\sigma} = 1,19$. Күрт кеңею кезіндегі кедергілік коэффициентін анықтаймыз,

$$\xi_{к.к.} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2, \quad (25)$$

мұндағы: ω_2 – тасынды әкету құбырының көлденең қимасының ауданы; ω_1 – галереяның, тасынды әкету құбырына шығу жеріндегі қимасының ауданы.

Тасынды әкету құбырына, галерея қосылған нүктедегі пьезометрлік арынды z_{ca} , бұрылыс пен күрт кеңеюге кететін арын шығындарын төмендегі формуламен анықтайды

$$z_{ca} \cdot M_1 = nWM_1 = (\xi_{\sigma} + \xi_{к.к.}) \frac{v_n^2}{2g}, \quad (26)$$

Сонда арынның қалған мөлшері саңылау ұзындығы бойынша галереяда жоғалады

$$z_{Г.со о_1} = z_{оойыр_1} - z_{ca} \cdot M, \quad (27)$$

мұнда v_n – тасынды әкету құбырындағы су жылдамдығы.

Галереядағы еңістікті анықтап және галереяның соңындағы арын шамасын біле отырып, оның басындағы арын мәнін табамыз

$$z_{Г.басы_1} = z_{Г.со о_1} - i \ell_{ca}, \quad (28)$$

мұндағы: ℓ_{ca} – саңылау ұзындығы.

Содан кейін арынның орташа мәнімен (галереяның салыстырмалы қысқалығын ескеріп, саңылау бойымен пьезометрлік сызықтың желісті өзгерту заңын қабылдаймыз) 1-саңылаудың өтімін анықтаймыз

$$Q_{ca_1} = \mu \omega_{ca_1} \cdot \sqrt{2g z_{ca_1}}, \quad (29)$$

мұндағы: μ – өтім коэффициенті; ω – саңылау-тесіктің өтім қимасының ауданы; $\omega_{ca} = \ell_{ca} \cdot b_{ca}$; \bar{z}_{ca} – саңылаудағы орташа арын;

$$\bar{z}_{ca} = \frac{z_{ca.H_1} + z_{ca.K_1}}{2}, \quad (30)$$

Бұл өтім, галерея өтімінен үлкен немесе оған тең болуы керек. Егер $Q_{ca} < Q_{Г_1}$ болса, онда саңылау-тесік мөлшерін үлкейтіп, теңдікке қол жеткіземіз. Саңылау ұзындығын үлкейтуге, түпкі тасындыларды тұтып қалудың мөлшерін ұлғайтпайтынын ескеріп, саңылау енін ұлғайту арқылы өтімдер теңдігіне жету ұсынылады. Бұл үшін галереяның бас жағында тасындылардың тасымалдануын қамтамасыз ету үшін төмендегі шарт орындалуы керек:

$$\frac{W^2}{gz_H} \leq 0,30 \quad (31)$$

мұндағы: W – галереяға түсетін үлкен тасынды бөлшектерінің гидравликалық ірілігі; z_H – галерея басындағы саңылау түбіндегі нақты арын.

Екінші түйінде бұрылыс пен күрт кеңеюге кеткен арын шығынына 1-ші және 2-ші галереяға жалғану өтімдерінің шығындары қосылады. Бұл мәселенің толық шешілмегенін ескере отырып, бастапқыда 2 галереядағы арынды және осы құмтұтқыш бойынша тәжірибелік және зертханалық зерттеу деректерін өңдеу нәтижелері бойынша тұрғызылған тәжірибелік байланыстылық қисығынан еңістікті анықтау ұсынылады. Содан кейін дәл солай 1-түйіндегі арынды және оның орташа мәнін анықтаймыз:

$$z_{ca}^{co} = z_{ca}^{басы} - i\ell_{ca}; \quad \bar{z}_{ca} = \frac{z_{ca}^{басы} + z_{ca}^{co}}{2} \quad (32)$$

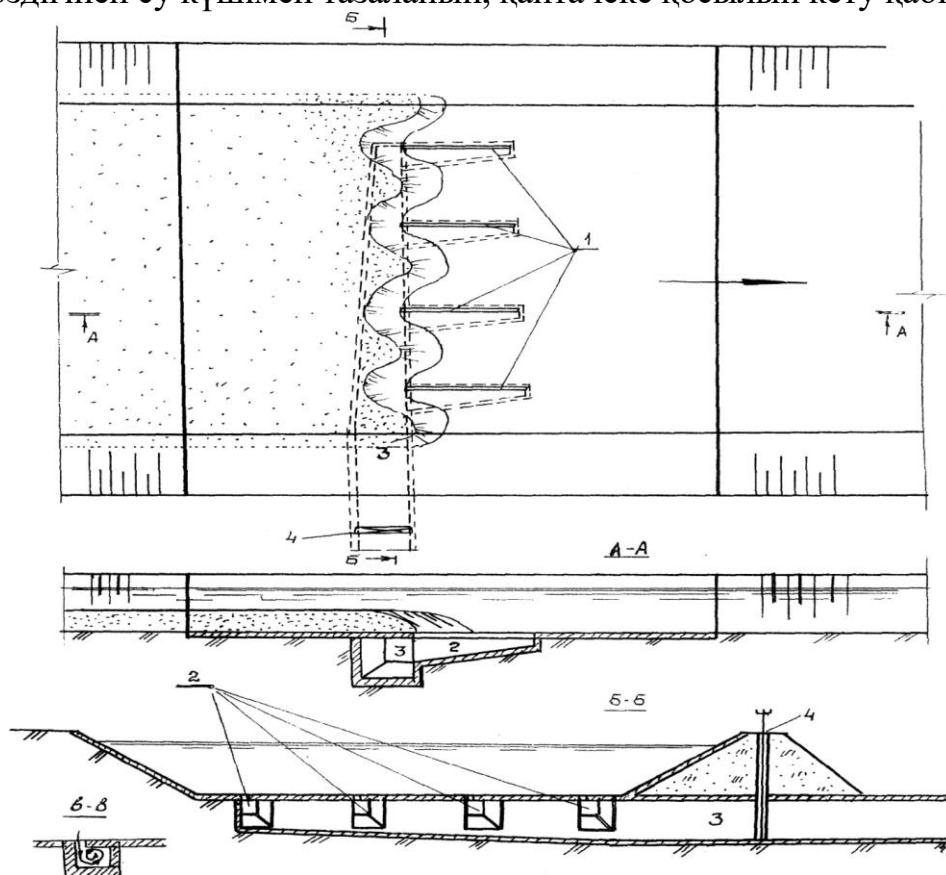
Міне осындай тәртіпте басқа галереялардағы арын және өтім мөлшерлері анықталады. Бүкіл құмтұтқыштың пьезометрлік сызықтарын тұрғызған соң, гидравликалық есептеу аяқталады.

Бұрыннан пайдаланылып келген тасынды тұтқыш құрылымдар, қосымша алатын су мөлшерінің көптігінен, әртүрлі тасынды түйіршіктерін толық тұта алмауы себебінен, қазіргі таңда жұмыс істемей тұр. Су жүретін арналарда, ақырындап шөгу нәтижесінде құм жиналып, олардың су өткізу қабілетін төмендетіп жібереді. Бұрын қолданылып келген, арна тазалайтын механизмдер де (экскаваторлар, топырақ-құм сорғыш механизмдер, скреперлер және т.б.), өзінің тазалау құнының қымбаттылығынан қазіргі таңда өте сирек қолданылады. Осы себептерден, соңғы кезде арнадан су алатын, түгел дерлік шаруашылықтар, каналды өте тиімсіз, қымбат қол күшімен тазалауға мәжбүр. Мұның қыруар қаржы және қосымша уақыт талап ететіні айтпаса да түсінікті.

Дегенмен де, су шаруашылығы саласында қызмет істейтін ғалымдар, инженерлер қол қусырып отырған жоқ. Мысалы, М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің Р.Ж. Жолаев атындағы зертханасында жүргізіліп

жатқан ғылыми жұмыстар нәтижесінде, құм тасындыларын тұтып, каналдан сыртқа алып кететін бойлық саңылаулы құмтұтқыш ұсынылды [9] (№1532655 авторлық куәлікпен қорғалған, 3-сурет). Осы құмтұтқышты жетілдіре отырып, профессор Ә.Әбдіраманов жетекшілігімен алдын-ала патент алынды [2]. Ұсынылып отырған құмтұтқыштарға қажетті су көлемі, канал өтімінің 1-2%-нан аспайды. Бойлық саңылаулы құмтұтқыш, тасымалдаушы құбырдан ағыс бойымен төмен орналасқандықтан, тасындылардың 70-80%-ы саңылаудың алдыңғы жағынан, тасымалдаушы құбырға жақын жерге түседі. Бұл құрылымның тасымалдағыш қабілетін арттырады. Саңылаулар құмтұтқыш құбырға жанама орнатылғандықтан, құбырдың тасымалдау мүмкіндігін бірнеше рет өсіретін бұрандалы қозғалыс пайда болады. Құмтұтқыш құбырлар, тасымалдағыш құбырға жанама кіргізілгендіктен, онда да бұрандалы қозғалыс орын алады. Сол себепті, тасымалдағыш құбырдың тасындылармен көміліп, бітеліп қалу қаупі біржола сейіледі.

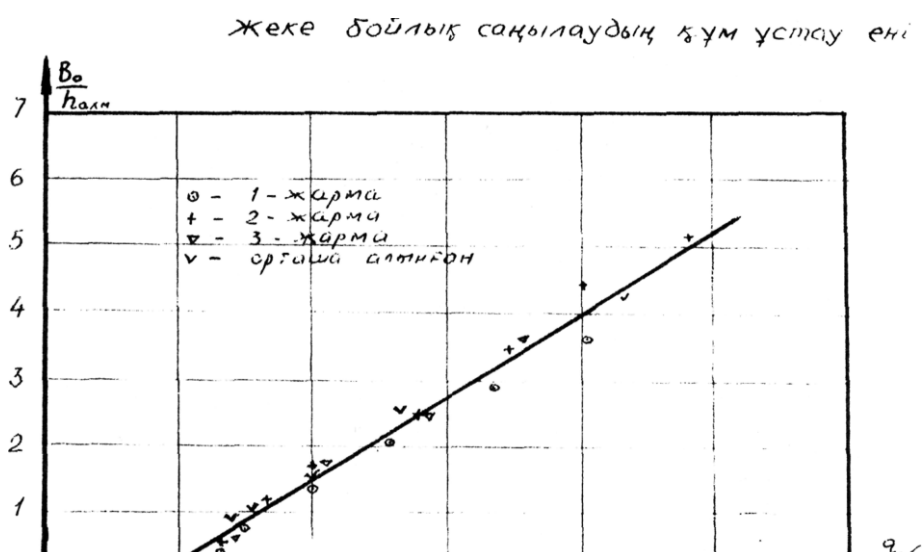
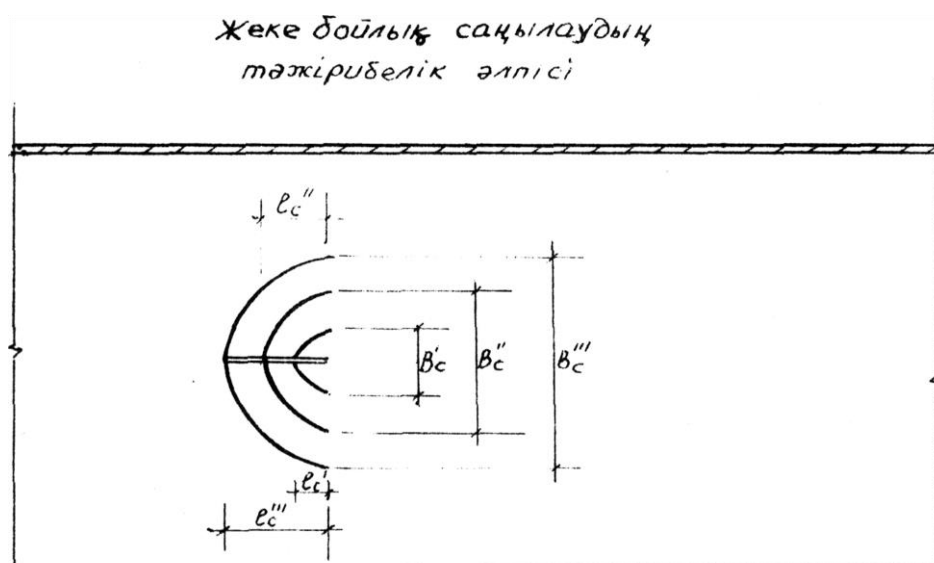
Құмтұтқыштың конструкциялық өлшемдерін анықтау мақсатында, ең алды зертханада, кейін Тасмұрын бас каналында арнайы тәжірибелер жүргізілді. Тәжірибелердің нәтижелерін қорытындылап, төмендегі деректерді айтуға болады. Бірінші, негізгі алынған нәтиже, бойлық саңылаулы құмтұтқыш өте тиімді тасынды тұтқыш құрылым ретінде, тау етегі тәлімдері мен жазық аймақтарда орналасқан каналдарда пайдалануға қолайлы. Өйткені, құмтұтқыш канал өтімінің тек 1-2%-н ғана пайдаланып, 95-97%-ға дейінгі мөлшерде тасындыларды тысқа ағызып шығарады. Екіншіден, құмтұтқыштың саңылаулары бітеліп қалған жағдайда да, өздігінен су күшімен тазаланып, қайта іске қосылып кету қабілеті бар.



3-сурет – Бойлық саңылаулы құмтұтқыш Эксперимент көрсеткендей, құмтұтқыштың тиімді бойлық

Саңылау ұзындығы $0,5-0,6 h$ (h –каналдағы су тереңдігі), ал ені $0,05$ м болғаны жөн екені анықталды. Тасымалдағыш құбырға қосылатын, бойлық саңылаулы құмтұтқыш құбырлар саны төрттен аспағаны дұрыс және олар мүмкіндігінше тасымалдағыш құбырға жоғары жағынан жанамалай жалғасуы керек. Құмтұтқыш құбырлардың көлденең қималарының аудандар қосындысы (ΣW_e), тасымалдағыш құбырдың көлденең қимасының ауданынан (Ω) кем, немесе олармен өзара тең болғаны шарт, арнайы тәжірибелер жүргізілді.

$$\delta_w = \frac{\Sigma \omega_e}{\Omega} \leq 1 \quad (33)$$



4-сурет – Жеке бойлық саңылаудың жұмысы
Бойлық саңылаулардың өзара қашықтығын анықтау үшін

2-суретте көрсетілгендей ені 4 мм, ұзындығы 2,5; 4,2; 5,5; 7 см етіп саңылаулар жасалды. Зерттеу нәтижесінде жеке бойлық саңылаудың құм ұстау енін анықтауға арналған байланыс графигі тұрғызылып (3-сурет), эмпирикалық формула алынды,

$$\frac{B_c}{h_{ал}} = 12,5 \frac{q_c}{q_0} - 1 \quad (34)$$

Бұл жерде: B_c арнайы тәжірибелер жүргізілді. тасынды тұтқыш ені, м; $h_{ал}$ – алмағайып тереңдік, м; q_c – саңылаудың бірлік ұзындықтағы өтімі, м³/с м; q_0 – науаның бірлік үлесті өтімі, м³/с м.

Алматы облысындағы Сарқанд, Ақсу, Тасмұрын және Қарақалпақстан республикасындағы Тахиятас каналдарында [9] конструкциясы бойынша жасалып құрылған құмтұтқыштар жақсы жұмыс істеп тұр.

Қорытынды

Оңтүстік Қазақстан облысы Келес өңірінде, Құркелес каналына [2] көрсетілген конструкция негізінде, канал еніне және тереңдігіне лайықтап бойлық саңылаулы құмтұтқыш құрылуы көзделіп жатыр. Келес өзенінен бастау алатын каналдардың басым бөлігі өте лайлы, тасындылы болып келетінін ескерсек, біз ұсынып отырған құмтұтқыш ол өңірдің өндірісіне кеңінен енгізілуі тиімді. Бойлық саңылаулы құмтұтқыштардың конструкциясы, гидравликалық есебі және қолданылуы бойынша ұсыныстарды келесі ғылыми еңбектерден таба аласыздар [10-18].

Әдебиеттер:

1. Арыкова А.И. Винтообразное движение потока в промывных устройствах гидроузлов. Алматы: «Наука», 1984, 155 с.
2. Предпатент 11537 KZ. Пескогравиеловка. Опубликовано 02.08.1999. БИ №2, 2000. Джолдасов С.К., Абдураманов А.А., Утегалиев Т.Т.
3. Васильев О.Ф. Основы механики винтовых и циркуляционных потоков. М.; Л., 1958, 65 с.
4. Громеко И.С. Некоторые случаи движения несжимаемой жидкости. М., 1952, 295 с.
5. Абдураманов А.А., Утегалиев Т.Т., Донис Д.К. Некоторые вопросы регулирования наносного режима крупных каналов. Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. V-конференция, Труды. М., 1999.
6. Касабеков М.И. Экспериментальные исследования смешения соосных закрученных потоков в цилиндрической трубе. Международная научно-практическая конференция «Машиностроение в условиях рыночной экономики». Тараз: ТарГУ, 1999.
7. Абдураманов А.А., Сейтасанов И.С., Донис Д.К. Ресурсосберегающая конструкция гидроэлеватора и результаты ее исследования. Наука и образование Южного Казахстана. 1998, 7 (14).
8. Касабеков М.И., Джолдасов С.К., Киргизбеков А. Новая конструкция пескогравиеловки. Руснаука. Материалы VI международной научно-практической конференции. 27.06.2010-05.07.2010. Прага. 79-84.
9. А.С. 1532655 СССР, МКИ Е 02В 8/02. Песколовка для каналов (А.А. Турсунов, Т.Т. Утегалиев, 4349951/23-15; заявлено 28.12.87г., опубл. 30.12.89г. бюл. №48).
10. Жолдасов С.Қ. және т.б. ҚР №26768 «Қоқысты қармайтын саңылаулары бар құмқиыршықтастұтқыш» атты алдын ала патент. 2012.

11. Жолдасов С.Қ. және т.б. ҚР №30127 «Бойлық саңылаулы жарықты құмтұтқыш» алдын лала патент. 2015.
12. Жолдасов С.Қ. Су тасымалы жүйелерінің жалғастыру құрылымдарының конструкцияларын зерттеу және жетілдіру. Монография. Алматы: Эверо, 2018, 184 б.
13. Балгерей М.А., Жолдасов С.Қ., Малибеков А.Қ. Гидротехникалық құрылымдар (Су қойма торабы), курстық жобалауға арналған оқу құралы. Тараз: ТарМУ, 2018., 132 б.
14. Жолдасов С.Қ. Ашық арналар гидравликасы. – Алматы: Эверо, 2017., 164 б.
15. Жолдасов С.Қ. Бойлық саңылаулы құмтұтқыштарды жобалау әдіснамасы: монография. – Алматы: Эверо, 2018, 156 б.
16. Қожамқұлова Г.Е. Бьефтердің жалғануы аймағындағы энергия түрленуі. Мат. Междунар. научн.-практ. конф. «V Уркумбаевские чтения». Тараз: Тараз университеті. 22-23.11.2019, 110-113.
17. Молдамуратов Ж.Н., Нурабаев Д.М., Максатқызы Ж. Наносоперехватывающие сооружения работающие на основе винтообразного движения потока. Мат. междунар. прак. конф. Уркумбаевские чтения-4, 23.11.2017г. Тараз: Тараз университеті, 2017.
18. Жолдасов С.Қ., Мақсатқызы Ж. Тау бөктері каналдарындағы тасындылармен күресу әдістері. Мат. III Международн. научн.-практ. конф. «Перспективы развития современной науки», Сеул (Ю. Корея) 28-30 марта 2018 г.

References:

1. Aryikova A.I. (1984) *Vintoobraznoe dvizhenie potoka v promyivnyih ustroystvah gidrouzlov [Helical flow movement in the flushing devices of hydraulic units]* -Almatyi: «Nauka», 155. (in Russ.)
2. Dzholdasov S.K., Abduramanov A.A., Utegaliev T.T. (2000) *Peskogravielovka [Sand gravel trap] Predpatent 11537 KZ. Opublikovano 02.08.1999. BI №2, 2000. (in Russ.)*
3. Vasilev O.F. (1958) *Osnovnyi mehaniki vintovyih i tsirkulyatsionnyih potokov [Fundamentals of the mechanics of screw and circulation flows]* – M: L., 65. (in Russ.)
4. Gromeko I.S. (1952) *Nekotoryie sluchai dvizheniya neszhimaemoy zhidkosti [Some cases of incompressible fluid motion]* - M., 295. (in Russ.)
5. Abduramanov A.A., Utegaliev T.T., Donis D.K. (1999) *Nekotoryie voprosyi regulirovaniya nanosnogo rezhima krupnyih kanalov [Some issues of regulation of the alluvial regime of large channels] Dinamika i termika rek, vodohranlich i pribrezhnoy zonyi morey. V-konferentsiya, Trudyi = Dynamics and thermics of rivers, reservoirs and the coastal zone of the seas. V-conference, Proceedings. (in Russ.)*
6. Kasabekov M.I. (1999) *Eksperimentalnyie issledovaniya smesheniya soosnyih zakruchennyih potokov v tsilindricheskoy trube [Experimental studies of the mixing of coaxial swirling flows in a cylindrical tube] Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Mashinostroenie v usloviyah ryinochnoy ekonomiki» = Practical Conference "Mechanical Engineering in a market economy". Taraz: TarGU. (in Russ.)*
7. Abduramanov A.A., Seytasanov I.S., Donis D.K. *Resursosberegayuschaya konstruktsiya gidro-elevatora i rezultaty ee issledovaniya [Resource-saving design of the hydraulic elevator and the results of its research] Nauka i obrazovanie Yuzhnogo Kazakhstan = Science and education of Southern Kazakhstan. 1998, 7 (14). (in Russ.)*
8. Kasabekov M.I., Dzholdasov S.K., Kirgizbekov A. *New design of sand and gravel pit. Russcience [The new design of the sand trap. Rusnauka] Materials of the YI International Scientific and Practical Conference = Materials of the UI International scientific and practical conference. 06/27/2010-07/05/2010. Prague. 2010, 79-84. (in Russ.)*
9. Tursunov AA, Utegaliev TT (1989) *Peskolovka dlya kanalov [Sand trap for canals] A.S. 1532655 USSR, MKI E 02V 8/02. 4349951/23-15; declared 12/28/87, publ. 12/30/89, Bull. No. 48. (in Russ.)*

10. Zholdasov SK (2012) *Drobilka s otverstiyami, kotoryie ne uderzhivayut musor [Crusher with holes that do not hold debris] Preliminary patent of the Republic of Kazakhstan №26768* «». (in Russ.)
11. Zholdasov S.K. (2015) *Legkaya pesochnitsa s prodolnyimi prorezyami [Longitudinal slotted light sandbox] Preliminary patent of the Republic of Kazakhstan №30127* (in Russ.)
12. Zholdasov S.K. (2018) *Issledovanie i sovershenstvovanie konstruksiy soedinitelnyih konstruksiy vodotransportnyih system [Research and improvement of the design of extension structures of water supply systems]: Monograph. – Almaty: Evero, 184.* (in Russ.)
13. Balgerey M.A., Zholdasov S.K., Malibekov A.K. (2018) *Gidrotehnicheskie sooruzheniya (set vodohranilisch), uchebnoe posobie dlya kursovogo proektirovaniya [Hydraulic structures (Reservoir network), textbook for course design] – Taraz: TarSU, 132.* (in Russ.)
14. Zholdasov S.K. (2017) *Gidravlika otkryitogo kanala [Open channel hydraulics] - Almaty: Evero, 164.* (in Russ.)
15. Zholdasov S.K. (2018) *Metodologiya proektirovaniya dlinnomernyih otverstiy i korobok [Methodology of designing long-hole sandboxes]: monograph.– Almaty: Evero, 156.* (in Russ.)
16. Kozhamkulova G.E. *B'efterdin zhalzanuy ajmazyndazy energiya tyrlenui [Energy conversion in the area of the connection of the beefs.] Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «V Urkumbaevskie chteniya» = Materials of the International Scientific and Practical Conference "V Urkumbayev readings", Taraz universiteti. 2019, 22-23.11., 110-113.* (in Russ.)
17. Moldamuratov Zh.N., Nurabaev D.M., Maksatkyzy Zh. *Nanosoperekhvatyvayushchie sooruzheniya rabotayushchie na osnove vintobraznogo dvizheniya potoka [Nano-intercepting structures operating on the basis of helical flow motion] Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «V Urkumbaevskie chteniya» = Materials of the International Scientific and Practical Conference "V Urkumbayev readings", Taraz universiteti. 2017, 125.* (in Russ.)
18. Zholdasov S.K., Maqsatkyzy Zh. (2018) *Tau bokteri kanaldaryndazy tasyndylarmen kyresu adisteri [Methods of combating Rockies in the channels of the foothills] Mat. III Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «Perspektivy razvitiya sovremennoj nauki» = Mat. III International Scientific and Practical Conference "Prospects for the development of modern science", Seoul (Yu. Koreya). (in Russ.)*

**С.К. Джолдасов¹, С.Т. Абилдаев¹, Г.А. Сарбасова¹, М.Т. Омарбекова¹,
С.Ж. Таттибаев^{1*}**

¹Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан

Информация об авторах:

Джолдасов Сапарбек Куракбаевич – кандидат технических наук, доцент, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.

<https://orcid.org/0000-0002-3947-1411>, email: arnur_68@mail.ru

Абилдаев Султан Таласбаевич – и.о. доцента, доктор PhD, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.

<https://orcid.org/0000-0002-7525-5097>, email: sultan_feb@mail.ru

Сарбасова Гульмира Азимбаевна – кандидат технических наук, доцент, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.

<https://orcid.org/0000-0001-7517-234X>, email: gulimjan@mail.ru

Омарбекова Маржан Тириболсыновна – кандидат технических наук, доцент, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.

<https://orcid.org/0000-0002-6117-1618>, email: marzhan.030@gmail.com

Таттибаев Сагынтай Жакыпалиевич – магистр, кандидат технических наук, доцент, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.

<https://orcid.org/0000-0003-2687-0189>, email: tsagin75@ml.ru

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПЕСКОЛОВКИ С ПРОДОЛЬНЫМИ ЩЕЛЯМИ И ЕГО ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Аннотация. В научной работе приводятся результаты исследований песколовок с продольными щелями используемых грунтовых каналах. Даны новые конструкции песколовок с продольными наносозахватными щелями. В новой конструкции предлагаемой песочницы это достигается за счет создания дополнительного винтового движения за счет установки в трубе не прямой вертикальной трубы.

Ключевые слова: песколовки, каналы на земляном русле, вихревое движение потока, продольные щелевые отверстия, поперечное циркуляционное движение, наносы, закрученный поток, тангенциальный подход потока воды.

S.K. Joldassov¹, S.T. Abildaev¹, G.A. Sarbassova¹, M.T. Omarbekova¹,
S.Z. Tattibayev^{1*}

¹M.Kh. DulatyTaraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

Information about authors:

JoldassovSaparbekKurakbayebich – candidate of technical sciences, associate professor, M.Kh. DulatyTarazregional University, Taraz, Kazakhstan.

<https://orcid.org/0000-0002-3947-1411>, email:arnur_68@mail.ru

Abildaev Sultan Talasbaevish – Acting Associate Professor, PhD, M.Kh.DulatyTarazregional university, Taraz, Kazakhstan.

<https://orcid.org/0000-0002-7525-5097>, email:sultan_feb@mail.ru

SarbassovaGulmiraAzimbaevna – candidate of technical sciences, associate professor, M.Kh. Dulaty Tarazregional university, Taraz, Kazakhstan.

<https://orcid.org/0000-0001-7517-234X>, email: gulimjan@mail.ru

OmarbekovaMarzhanTiribolsynovna – candidate of technical sciences, associate professor, M.Kh. DulatyTarazregional University, Taraz, Kazakhstan.

<https://orcid.org/0000-0002-6117-1618>, email:marzhan.030@gmail.com

TattibayevSagyntaiZhakypalievich – master, M.Kh.DulatyTarazregional University, Taraz, Kazakhstan.

<https://orcid.org/0000-0003-2687-0189>, email:tsagin75@ml.ru

A NEW DESIGN OF A SAND TAP WITH LONGITUDINAL SLOTS AND ITS HYDRAULIC CALCULATION

Abstract. The scientific work presents the results of studies of sand traps with longitudinal slots used in soil channels. New designs of sand traps with longitudinal nano-grip slots are given. In the new design of the proposed sandbox, this is achieved by creating an additional helical movement by installing an indirect vertical pipe in the pipe.

Keywords: Hydraulic structures, water supply structures, siphons, inlet and outlet heads, pressure pipeline, longitudinal slot holes, swirling flow, tangential approach of water flow.