

С.Ж. Тәттібаев*, С.Қ. Жолдасов, Б.У. Усенбаев

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

Авторлар туралы ақпарат:

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

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

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

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

Усенбаев Болат Усенбаевич – техника ғылымдарының кандидаты, профессор, М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан

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

*Автор корреспондент: tsagin75@mail.ru

**ӘРТҮРЛІ КЕДІР-БҰДЫРЛЫ АРНАЛАРДЫ ЕСЕПТЕУДІҢ
ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ӘДІСТЕРІН СЫНИ ТАЛДАУ**

Аңдатпа. Бұл мақалада көпжылдық зерттеулер нәтижесінде нақты орындалған жұмыстарды кедір-бұдырлы арналарды есептеулерінен алынған мәліметтерді сыни тұрғыда талдап, олардың әдістерін қолдану барысы қарастырылады. Азынның қозғалған кездегі төмендетілген кедір-бұдырлық коэффициентінің мәні әрқашан арнаны құрайтын кедір-бұдырлық коэффициенттерінің ең үлкен мәндерінің бірінен жоғары болады. Арналардың көлденең қимасы бойынша табаны бұжырлығы әртүрлі болуы мүмкіндігін ескеріп, жалпы есептің формуласын қорытып шығаруға арналады.

Түйін сөздер: кедір-бұдырлық коэффициенті, эквивалент, арна, ағынсу, қимылды қима, гидравликалық радиус.

Кіріспе

Су шаруашылығында қолданылатын көптеген арналардың периметрі бойынша кедір-бұдырлық коэффициенттерінің мәні бірдей. Бірақ, жұмыс нәтижесінде, біраз уақыттан кейін арнада құрамдық бұзушылық орын алады, яғни, периметрдің айналасында түбінің және беткейлерінің кедір-бұдырлық коэффициенттері әртүрлі болуы мүмкін. Сулану периметрінің жекелеген учаскелеріндегі қарапайым арналарда кедір-бұдырлықпен ерекшеленуі мүмкін, бірақ орташа жылдамдықты қималарды нақты бөлмей, біркелкі қозғалыс формуласы бойынша есептеуге болады [1]. Мысалы, тік бұрышты көлденең қимасы бар канал, түбі мен беткейлері, ағаш науасы және әйнек қабырғалары үшін кедір-бұдырлық коэффициентінің мәні әртүрлі болуы мүмкін. Мұндай арнаны есептеу үшін Маннинг формуласын қолданған кезде, кейде периметрдің айналасындағы кедір-бұдырдың эквивалентті мәнін есептеп, оны бүкіл қима бойынша ағынды есептеу үшін пайдалану қажет [1-5].

Материалдар мен әдістер

Әртүрлі кедір-бұдырлы арналарды есептеудің қолданыстағы әдістері қазіргі уақытта көп немесе қатаң теориямен негізделмеген формулалар бойынша

келтірілген. Периметр бойынша арнаның әр түрлі кедір-бұдырлығын ескеруден тұратын ең өрескел есептеу әдістерінен басқа, Г.К. Лоттердің, П.Н. Белоконьнің, Н.Н. Павловскийдің және т.б. жұмыстары бар. Барлық осы әдістер ағынды бөліктерге бөлуге негізделген, олардың әрқайсысы кез-келген кедір-бұдырға сәйкес келеді. Мұндай ағынды бөлу әдістеріндегі айырмашылық негізінен әр түрлі авторлардың нәтижелеріндегі айырмашылықтарды анықтайды. Г.К. Лоттер, П.Н. Белоконь және Н.Н. Павловскийдің әдістерімен жоғарыда көрсетілген кедір-бұдырлық коэффициентінің анықтамасын толығырақ қарастыру.

Периметрдің орташа кедір-бұдырлығы әдісі. Бұл әдіс мыналардан тұрады: периметр бойынша арнаның жекелеген учаскелерінің кедір-бұдырлық коэффициенттерінің мәндерін (n_1 және n_2) және оларға сәйкес суланған периметрлерді (x_1 және x_2) біле отырып, мұндай арнаның кедір-бұдырлығының келтірілген коэффициенті келесі өрнек бойынша анықталады:

$$n_{\text{пр}} = \frac{(n_1 x_1 + n_2 x_2)}{(x_1 + x_2)} \quad (1)$$

Берілген кедір-бұдырлық коэффициенті ылғалданған периметрге қарағанда гидравликалық радиуспен көбірек байланысты.

Г.К. Лоттер әдісі. Г.К. Лоттер периметрі бойынша әртүрлі кедір-бұдырлы арналарды есептеу кезінде құрамдық арнаны есептеу әдісін қолданады.

Арнаның шығыны мынаған тең:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (2)$$

мұнда Q_1 және Q_2 — ағынның бірінші және екінші бөліктерінің шығындары.

Шези формуласы бойынша шығыстарды анықтай отырып, алатынымыз:

$$\omega \cdot C_{\text{пр}} \cdot \sqrt{R \cdot J} = \omega_1 \cdot c_1 \cdot \sqrt{R_1 \cdot J} + \omega_2 \cdot c_2 \cdot \sqrt{R_2 \cdot J} \quad (3)$$

мұнда ω —өтімді қима ауданы; R — барлық өтімді қиманың гидравликалық радиусы; $C_{\text{пр}}$ — барлық өтімді қима үшін тиісті келтірілген Шези коэффициенті; ω_1 және ω_2 — біртекті кедір-бұдырлықтың әсер ету аймағындағы ағын бөліктерінің өтімді қималарының аудандары; R_1 және R_2 — өтімді қиманың 1 және 2 бөліктерінің гидравликалық радиусы; c_1 және c_2 — өтімді қиманың 1 және 2 бөліктерінің Шези коэффициенттері; J — пьезометриялық еңістік.

$\omega = Rx$ және көлбеу болғандықтан, оның әсерінен өтімді бөліктің бірінші және екінші бөліктерінде қозғалыс жүреді, алдыңғы теңдеуді осы формада жазуға болады:

$$c_{\text{пр}} x R^{3/2} = c_1 x_1 R_1^{3/2} + c_2 x_2 R_2^{3/2} \quad (4)$$

мұнда x — барлық қиманың суланған периметрі; x_1 и x_2 — қиманың 1 және 2 бөліктерінің суланған периметрлері.

Берілген теңдеудің екі бөлігінің үлесі x_1 және а арқылы x_2 / x_1 қатынасын белгілеп, алатынымыз:

$$C_{\text{пр}} = \frac{C_1 R^{3/2} + a C_2 R_2^{3/2}}{R^{3/2}(1+a)} \quad (5)$$

(3) теңдеуден көрініп тұрғандай, $C_{\text{пр}}$ табу үшін учаскелердің суланған периметрлерінің әртүрлі кедір-бұдырлықпен, сондай-ақ өтімді қиманың жеке-леген бөліктерінің гидравликалық радиустарымен байланысын білу қажет. Бұл жағдайда өтімді бөліктің жеке бөліктерінің гидравликалық радиусы құрама арна үшін бірдей. Кең арналар үшін суланған периметрді арнаның еніне тең, ал гидравликалық радиус қарастырылып отырған аймақтағы орташа тереңдікке дейін қабылдауға болады. Бұл жағдайда (2) теңдеу келесідей жазылады:

$$Q = (C_1 b_1 h_1^{3/2} + C_2 b_2 h_2^{3/2}) \sqrt{J} \quad (6)$$

Мұз жамылғысымен жабылған ағынсу үшін Г.К. Лоттер ағынның жеке бөліктерінің гидравликалық радиусын бүкіл ағынның гидравликалық радиусына тең деп алады:

$$R_1 = R_2 = R \quad (7)$$

Арнаның суланған периметрі x_1 , ал мұз x_2 болғандықтан, бүкіл қиманың гидравликалық радиусы:

$$R = \frac{\omega}{x_1 + x_2} \quad (8)$$

Бұл жағдайда (3) теңдеуін келесі түрде қабылдайды:

$$C_{\text{пр}} = \frac{C_1 + a C_2}{1+a} \quad (9)$$

Шамамен 1985 жылы Н.Н. Павловский мен П.Н. Белокопныйның жұмыстары бір уақытта пайда болды. Бұл жұмыстардың пайда болуы ішінара мұз астындағы судың қозғалысы мәселесімен байланысты болды. Сонымен қатар, келтірілген кедір-бұдырлық коэффициентін табудың екі шешімі де белгілі бір ерікті алғышарттарға негізделген.

Нәтижелер және талқылау

Еркін пішіндегі каналдың көлденең қимасын қарастырайық және бірінші бөлімде суланған периметрдің кедір-бұдырлығы n_1 , ал екінші бөлімде сәйкесінше n_2 коэффициентімен сипатталады делік.

Арна ұзындығының бірлігіне қысымның төмендеуі негізгі формула бойынша тең:

$$J = \frac{F}{\gamma \omega} \quad (10)$$

мұнда F — арна қабырғаларында жалпы шартты жалған үйкеліс күші. Бірінші бөліктегі канал қабырғасының 1 м^2 -ге келетін орташа жалған үйкеліс күшін τ_1 арқылы және сәйкесінше екінші бөлік үшін τ_2 арқылы белгілей отырып, алатынымыз,

$$F = \tau_1 x_1 + \tau_2 x_2. \quad (11)$$

Содан кейін (6) теңдеуді осы формада жазуға болады:

$$\frac{\tau_1 x_1}{\gamma} + \frac{\tau_2 x_2}{\gamma} = \omega J \quad (12)$$

$x_1 = a_1 x$ және $x_2 = a_2 x$ болсын, онда: $a_1 \frac{\tau_1}{\gamma} + a_2 \frac{\tau_2}{\gamma} = \frac{\omega}{x} J = RJ$ аламыз
Турбулентті біркелкі қозғалыс жағдайында былай қабылданған

$$\frac{\tau_1}{\gamma} = \frac{v_1^2}{C_1^2} \text{ и } \frac{\tau_2}{\gamma} = \frac{v_2^2}{C_2^2}$$

мұнда v_1 және v_2 - ағынның бірінші және екінші бөліктерінің орташа жылдамдығы. Содан кейін алдыңғы теңдеу келесі түрде болады:

$$a_1 \frac{v_1^2}{C_1^2} + a_2 \frac{v_2^2}{C_2^2} = RJ \quad (13)$$

Егер C_1 және C_2 Маннинг формуласы бойынша көрсететін болсақ, онда (13) теңдеуі келесі түрде болады:

$$a_1 \frac{n_1^2 V_1^2}{R_1^{1/3}} + a_2 \frac{n_2^2 V_2^2}{R_2^{1/3}} = RJ$$

$\frac{n_2}{n_1} = \Psi$ қатынасы арқылы, алатынымыз:

$$n_1^2 \left(a_1 \frac{V_1^2}{R_1^3} + \Psi^2 a_2 \frac{V_2^2}{R_2^3} \right) = RJ$$

Әрі қарай П.Н. Белоконь былай деп жазады: әртүрлі кедір-бұдырлық учаскелеріне сәйкес келетін өтімді қима аудандарының қатынасы θ тең болады делік, яғни $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \theta$.

Өйткені бұл кезде $\omega_1 + \omega_2 = \omega$, онда $\omega_1 = \frac{\theta}{1+\theta} \omega$ және $\omega_2 = \frac{1}{1+\theta} \omega$.

R_1 және R_2 шамаларын П.Н. Белоконь келесі қатынастардан алады:

$$R_1 = \frac{\omega_1}{x_1} = \frac{\theta}{a_1(1+\theta)} R \quad R_2 = \frac{\omega_2}{x_2} = \frac{1}{a_2(1+\theta)} R$$

Толық қиманың шығыны мынаған тең: $Q_1 + Q_2 = Q$

Шези-Маннинг формуласы бойынша шығыстарды белгілеу арқылы алатынымыз:

$$Q_1 = \frac{1}{n_1} \omega_1 R_1^{2/3} J^{1/2}$$

$$Q_2 = \frac{1}{n_2} \omega_2 R_2^{2/3} J^{1/2}$$

Қиманың 1 және 2 бөліктерінің көлбеуі бірдей болғандықтан, бірінші теңдеуді екіншісіне бөліп, $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{R_1^{2/3} \omega_1}{R_2^{2/3} \omega_2}$ аламыз немесе, жоғарыда келтірілген өрнектерді осы теңдеуге $\omega_1, \omega_2, R_1, R_2$ қою арқылы, $\frac{Q_1}{Q_2} = \Psi\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^{2/3} \theta^{6/3}$ алынады.

Теңдеулерді (9) ескере отырып,

$$Q_1 = \frac{A \theta^{5/3}}{A \theta^{6/3} + 1} Q \quad \text{және}$$

$$Q_2 = \frac{1}{A \theta^{5/3} + 1} \cdot Q \quad \text{табамыз}$$

мұнда $A = \Psi\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^{2/3}$

Q_1 және Q_2 сонымен бірге ω_1 және ω_2 шамаларын біле отырып, П.Н.Белоконь орташа жылдамдық V_1 және V_2 мәндерін анықтады:

$$V_1 = \frac{Q_1}{\omega_1} = \frac{Q}{\omega} \frac{A \theta^{2/3} (1 + \theta)}{A \theta^{5/3} + 1} = V \frac{A \theta^{2/3} (1 + \theta)}{A \theta^{5/3} + 1};$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{\omega_2} = \frac{Q}{\omega} \frac{1 + \theta}{A \theta^{5/3} + 1} = V \frac{1 + \theta}{A \theta^{5/3} + 1}$$

(8) теңдеуде алынған V_1 және V_2 мәндерін, сондай-ақ жоғарыда алынған R_1 және R_2 мәндерін алмастыра отырып, бірқатар түрлендірулерден кейін П.Н.Белоконь келесі теңдеуге келеді

$$\frac{n_1^2 V^2 a_2^{4/3} \Psi^2 (1 + \theta)^{10/3}}{R^{1/3} \left[\Psi\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^{2/3} \theta^{5/3} + 1 \right]^2} = RJ$$

Келтірілген кедір-бұдырлық коэффициентін $n_{\text{пр}}$ арқылы белгілеп және $V = C_{\text{пр}} \sqrt{RJ}$ ағынының барлық қимасы бойынша орташа жылдамдықты ескере отырып былай жазуға болады:

$$\frac{V^2 n_{\text{пр}}^2}{R^{1/3}} = RJ$$

RJ үшін, (10) теңдеудің жағына бұл өрнекті қойып, түрлендіргеннен кейін,

$$n_{\text{пр}} = n_1 \Psi a_2^{2/3} \frac{(1 + \theta)^{5/3}}{\Psi\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^{2/3} \theta^{5/3} + 1} \quad \text{аламыз}$$

теңдеудің (11) бірінші бөлігінде барлық шамаларды қоспағанда, есептің барлық шарттары белгілі. Шамаларды табу үшін П.Н. Белоконь тұтырудың максималды постулатын қолданды, яғни арна қабырғаларының берілген әр түрлі кедір-бұдырлығымен жылдамдықты бөлу осы жағдайларда мүмкін болатын ең жоғары тұтыруды қамтамасыз ететіндей болады деп есептеді.

Максималды тұтыну кезінде шаманың максималды мәні болуы керек, сондықтан $\frac{dn_{\text{пр}}}{d\theta} = 0$ теңдік болуы керек, бірақ

$$\frac{dn_{\text{пр}}}{d\theta} = \frac{5}{3} n_1 \Psi a_2^{2/3} \frac{(1 + \theta)^{2/3} \left[\Psi \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^{2/3} \theta^{5/3} + 1 \right] - (1 + \theta)^{5/3} \Psi \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^{2/3} \theta^{2/3}}{\left[\Psi \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^{2/3} \theta^{5/3} + 1 \right]^2}$$

$$\text{немесе } (1 + \theta)^{2/3} \left[\Psi \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^{2/3} \theta^{5/3} + 1 \right] - (1 + \theta)^{5/3} \Psi \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^{2/3} \theta^{2/3} = 0,$$

$$\text{немесе } \Psi \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^{2/3} \theta^{5/3} + 1 - \Psi \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^{2/3} \theta^{2/3} - \Psi \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^{2/3} \theta^{5/3} = 0,$$

$$\text{немесе } \Psi \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^{2/3} \theta^{2/3} = 1, \text{ бұдан } \theta = \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{1}{\Psi^{3/2}}.$$

(11) теңдеуінде табылған θ мәнін қоя отырып, П.Н. Белоконь кедір-бұдырлық коэффициентінің мәнін алады

$$n_{\text{пр}} = n_1 (a_1 + a_2 \Psi^{3/2})^{2/3} \quad (14)$$

Қорытынды

Қолданыстағы эксперименттік зерттеулердің нәтижелері ағынның қозғалысы кезінде арнаның көлденең қимасында әр түрлі уақыттың болуына байланысты гидравликалық элементтер өзгертінін көрсетті, нәтижесінде арнаның көлденең қимасында жылдамдықтың қатты өзгеруі орын алады. Ағынның беткі қабатында жылдамдық диаграммасының ортасы төмен қарай жылжиды. Үлкен кедір-бұдырлы аймақтың әсері шығындар бөлігінің көп бөлігіне әсер етеді.

Әртүрлі кедір-бұдырлы арналарды есептеудің қолданыстағы әдістерін сыни талдау — барлық аталған әдістер ағынды бөліктерге бөлуге негізделгенін көрсетті, олардың әрқайсысы кез-келген кедір-бұдырға сәйкес келеді. Мұндай ағынды бөлу әдістеріндегі айырмашылық негізінен әр түрлі авторлардың нәтижелеріндегі айырмашылықтарды анықтайды. Біздің міндетіміз зертханалық зерттеулер негізінде арналардың кедір-бұдырлығымен немесе бұжырлығымен арналарды есептеу тәсілдерін нақты көрсету және ұсыну.

Әдебиеттер:

1. Мусин Ж.А. Методологические обоснование пропускной способности каналов с составной шероховатостью по периметру. Тараз: ТОО «Формат-принт». 2012, 232 с.
2. Чоу В.Т. Гидравлика открытых каналов. – М.: Издательство литературы по строительству, 1969. – 464 с.
3. Жолдасов С.Қ., Жандосов Д. Табиғи (болмыстық) жағдайларда бұжырлық коэффициентін анықтау қиыншылықтары туралы. «Ғылым және білім: ізденіс, міндеттер, болашақ» Республикалық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. ТарМУ, сәуір, 2016ж.
4. Байжигитова М.Т., Бестереков Қ., Төребек Д. Табаны бұжырлы каналдардағы бірқалыпты қозғалыс және бұжырлық коэффициентін анықтау. Жастар жылына арналған «Ғылым және білім: ізденіс, міндеттер, болашақ» тақырыбындағы IV-республикалық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. 12 сәуір 2019 ж. Б. 294-297.
5. Жапарқұл М.Т., Байжигитова М.Т. Периметрі бойынша әртүрлі бұжырлықты каналдардағы су қозғалысы. «SCIENCE AND EDUCATION IN THE MODERN WORLD: CHALLENGES OF THE XXI CENTURY» атты V-Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция ЖИНАҒЫ. 10-12.12.2019ж. I-II том. Б. 127-130.
6. Тәттібаев С.Ж., Ескермесов Ж.Е., Жандарбек М.С. Оросительные каналы с составной шероховатостью по периметру. «Қазіргі заманның жаһандық проблемаларының алдындағы қоғамдастықтар интеграциясы» атты VI Халықаралық ғылыми-практикалық конференция ЖИНАҒЫ. Йогогама қ. (Жапония). 10-12.02.2021ж. I-том. Б. 319-324.
7. Қазақша-орысша орысша-қазақша терминологиялық сөздік. Су шаруашылығы. «ҚАЗ ақпарат» баспа корпорациясы. Алматы 2014ж.

References:

1. Musin Zh.A. Methodological substantiation of the capacity of channels with composite roughness along the perimeter. Taraz: Format-print LLP. 2012, 232 p.
2. Chou V.T. Hydraulics of open channels. – M.: Publishing House of literature on construction. 1969. – 464 p.
3. Zholdasov S. K., Zhandosov D. on the difficulties of determining the coefficient of bumpiness in natural (existential) conditions. Materials of the Republican scientific and practical conference "Science and education: searches, tasks, the future". Targu, April, 2016
4. Baizhigitova M. T., Besterkov K., Torebek D. uniform motion and determination of the coefficient of tuberosity in tuberos channels. Materials of the ivth Republican scientific and Practical conference "Science and Education: searches, tasks, future" dedicated to the Year of Youth. April 12, 2019, p. 294-297.
5. Zhaparkul M. T., Baizhigitova M. T. Movement of water in channels of various stiffness along the perimeter. Collection of the V-th International Scientific and Practical Conference "SCIENCE AND EDUCATION IN THE MODERN WORLD: CHALLENGES OF the XXI CENTURY". 10-12.12. 2019. Volume I-II. pp. 127-130.
6. Tattibayev S. Zh., Esmesov Zh. E., Zhandarbek M. S. Irrigation channels with compositional roughness along the perimeter. Collection of the VI International Scientific and Practical Conference "Integration of communities in the face of global problems of our time". Yokohama (Japan). Russian Russian. 10-12.02. 2021 volume I. S. 319-324.
7. Kazakh-Russian Russian-Kazakh terminological dictionary. Water management. Kazinform Publishing Corporation. Almaty 2014.

С.Ж. Таттибаев*, С.К. Джолдасов, Б.У. Усенбаев

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

Информация об авторах:

Таттибаев Сагынтай Жакыпалиевич – докторант, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан

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

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

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

Усенбаев Болат Усенбаевич – кандидат технических наук, профессор, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0003-2687-0189>, e-mail: Boljam@mail.ru

**КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ РАСЧЕТА
РУСЕЛ С РАЗНОРОДНОЙ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ**

Аннотация. В данной статье рассматривается применение методов с критическим анализом данных из расчетов шероховатых каналов. Значение пониженного коэффициента шероховатости при движении потока всегда выше одного из самых больших значений коэффициентов шероховатости, составляющих канал. Рассматриваются различные подходы к описанию гидродинамических процессов в русле, включая моделирование турбулентности, учет переноса нерастворимых примесей и твердых частиц. Обобщены формулы общего расчета с учетом возможности различения подошвенных бугорков по поперечному сечению каналов.

Ключевые слова: коэффициент шероховатости, эквивалент, составной канал, водосток, живое сечение, пьезометрический уклон.

S.Z. Tattibayev*, S.K. Zholdasov, B.U. Usenbayev

M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

Information about authors:

Tattibayev Sagyntai Zhakypaliuly – Doctoral student, M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

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

Zholdasov Saparbek Kurakbaiuly – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

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

Usenbayev Bolat Usenbayevich – Candidate of Technical Sciences, Professor, M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0003-2687-0189>, e-mail: Boljam@mail.ru

**CRITICAL ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR CALCULATING
CHANNELS WITH HETEROGENEOUS ROUGHNESS**

Abstract. This article examines the application of their methods, critically analyzing the data obtained as a result of many years of research when calculating the roughness channels of the actual work performed. The value of the reduced roughness coefficient when the flow is moving is always higher than one of the largest values of the roughness coefficients that make up the channel. According to the cross-section of the channels, the general calculation formula should be generalized, taking into account the possibility of different roughness of the sole.

Keywords: roughness coefficient, equivalent, composite channel, drain, live section, piezometric slope.