

ЖОК 574:626,8(262.8): 556:631.602

**КӨКАРАЛ БӨГЕТІНІҢ БЕРІКТІГІН НЕГІЗДЕУ**

Техн.ғыл.канд. С.Т.Тәуіпбаев

*Арал теңізінің солтүстік бөлігінің топырағы және ауа-райының жағдайына жүйелік талдау жасау арқылы. Көкарал бөгетінің денесіне түсетін су толқынының қысымын анықтау арқылы оның беріктігін арттыру жолы қарастырылған.*

Көкарал бөгеті негізінен Арал аймағында тұрақтанған халықтың қолдауымен тұрғызылған гидротехникалық құрылыстардың бірі болып саналады. Соңғы кезде бұл гидротехникалық құрылыс бірнеше рет кіші теңіздің су толқынының әсерінен бұзылып халыққа экологиялық, экономикалық шығын келтірді. Бұзылудың негізгі себебі, көкарал бөгетінің құрылымдық өлшемдік көрсеткіштерін және оның көлбеу құрылымының желісін дұрыс негізделмеуінен болып отыр.

Арал өңірінің топырақтарының өзгеше ерекшеліктері генетикалық жағынан екі жағдайға байланысты: біріншіден, бұл ескі төрттік көлдік шөгінділер (қазіргі теңіз атырауы ескі Қызылорда көлінің бұрынғы ұлтаны (түбі), қазіргі Сырдария, Жалағаш аудандары); екіншіден, қатты желдердің әсерімен ұшып келіп тақыр қабатын және сары топырақ шөгінділерін жасайтын, өте ескі өзендік және көлдік шөгінділер.

Біріншіге мысал ретінде ескі Ата-Сырдарияның көлдерінен келген майда түйіршікті шаңды және сазды бөлшектерден пайда болған, аргеллиттер жатады (еске сала кетейік, шамамен 50 ... 35 мың жыл бұрын Тяньшан тауы 1500 ... 2500м төмен болған, тауда үлкен көлдер болған: Нарын, Ата-Иссыккөл және басқалар. Бұл жерде су ірі тасқындардан (наносы) тазарып, тегістікке тек майда түйіршікті материалдар ғана жиналады). Аргеллиттер құрғақ жағдайда жартылай жартасты жыныстар болып келеді және алдын ала қопсытпаса қазіргі жер қазғыш машиналарға беріле бермейді. 1990 жылы халық арасында белгілі болған "Колбин теңізі" аталған Үлкен Сарышаған бұғазына қарай аты-шулы каналды қаза бастағанда, күшті адымдаушы эксковатор осындай жағдайда сынды.

Аргеллиттер қатты суланғанда бастапқы қалпына қайта келеді яғни қарапайым сазға айналып, сыртқы салмақтарды көтере бермейді. Кейде мұндай аргеллиттер бөлек тас немесе түйір түрінде,

салмақ түспеген жағдайда сулануы мүмкін. Сондықтан аргеллиттер тасты үйінділерге, кәріз немесе гидротехникалық құрылыстардың беткейлерін бекітуге тіпті жарамсыз. Гидротехникалық құрылыстардың ірге тасында салмақ болып тұрғанда аргеллиттер суланбайды. Жұмсақ күйге түсіп белгілі шамада сыртқы салмақтарды көтереді. Бірақ бұл салмақтар негіздің ауданына бірқалыпты түскені өте маңызды.

Топырақтың екінші генезисі, шөгінді сары топырақтар мен тақыр түстес эоальдық текті топырақтардың сулық, физика-механикалық және пайдалану уақыты бойынша ГТҚ және қоршаған ортаға келтіретін шығыны туралы және де көпшілігі мақұлдаған әдістеме бойынша жинақталған (Госстроем) сары топырақтардың шөгуі туралы құжатқа /1/ сүйенетін болсақ, онда Арал-Сырдария суармалы аймағын 55...75%-ке жуығы шөкпелі сары топырақтардың ауданында салынған немесе салынуда. Сондықтан құрылымдарының орнықсыздығына және ылғалданған пішінін біркелкі өзгертуіне байланысты, бұл аудандарда гидротехникалық құрылыс салу, суару жүйелерін пайдалану жағдайларында біраз ерекшеліктері бар. Бұл аймақтардың изотропты болып көрінуі, генетикалық әртүрлі қабаттардың кездейсоқ қатпарлануымен, тұздардың құрамы мен көлемінің өзгеріп тұруы, қуыстылығының, ылғалдылығының сипаттары жиі қиындық туғызып отырады /2, 3/. Бұның бәрі осындай топырақтарды гидротехникалық құрылысты салғанда және көпшілік жүйелерді қайта құрғанда, топырақтың шөгіп болу шамаларын анықтауға кедергі жасайды.

Сондықтан қазір шөкпелі топырақтарда гидротехникалық құрылыстарды жобалауға және қайта құруға негізінен табанының шөгу дәрежесіне байланысты болатын, оларды пайдалану сенімділігінің нақты статистикалық деңгейін ескеретін тек сенімділік теориясының жекеленген жағдайларын қолдануға мүмкіндік бар. Сондай-ақ лессті топырақтардың белгісіз таралуының күтпеген сипатымен, кеңістікте қасиетінің кең өзгеруімен, уақыт және сыртқы әсер етулердің (ылғалдау, салмақтар, экологиялық) әсерін ескеріп, олардың есептеуші сипаттамасын дәлірек анықтау үшін ықтималдылық-статистикалық жағынан келу тиімдірек деп қабылдаймыз.

Шөкпелі сары топырақтарға суару жүйесінің құрылысы жағдайы бойынша, егер оны жіктесек Арал-Сырдария алқабы территориясында негізінен сары топырақ жамылғысының 2-тіпі таралған /2, 4/.

А-кабатының қуаты 7 м-ден кіші "бөлек-бөлек" түрінде таралған сары топырақ жыныстары аумағы.

Б-кабатының қуаты 7...12 м болатын "тұтас" таралған сары топырақ жыныстары аумағы.

Әлсіз шөкпелі және 1-типті сары топырақ жыныстары Шымкент, Жамбыл және Қызылорда облыстарына тән. Бұл аймақтарда олар аз қуатты -5... 7 м-ге дейін, кейде 15 м-ге дейін ғана болады. Жыныстар шаң-тозаңды, микрокеуекті және әлсіз макрокеуекті саздақтардан және қиыршықтасты-малтатасты қабатшалары бар құмдақтардан және құмдардан тұрады. Төсеніш жыныстармен әрекеттесуі біртегіс емес. Орташа шөкпелі сары топырақтар Сырдарияның орта және жоғарығы аймақтарына таралған.

Бұл жерлерде тек қосымша қысымды ғана емес, өз салмағында да бірталай шөгелі алатын шөкпелі жыныстар жатады /2, 3/.

Кейбір жағалауларда сары топырақты суару алқаптарында суффузиялық және эрозиялық құбылыстар дамуы болады, әсіресе оған түйіршікті-пленкалы құрылымы бар, топырақтағы саңылау қуыстарда толтыратын көп мөлшердегі тез ерігіш тұздары бар, жоғары белсенді қуыстылығы бар топырақтар жатады. Мұздар ерігенде пайда болатын сары топырақтың қалыңдылығында, жер астындағы ірі тамыр қозғалуында, шөгу барысындағы сызаттарда, жасанды шұңқырларда (жыра, траншея, шурф т.с.с) сары топырақтың суффузиялық псевдокарстардың дамуы болады. Күндіз жер бетіндегі псевдокарстар әртүрлі воронколар мен иіндер түрінде көрінеді, олар дөңгелек пішінді аумағы 2...4 м, тереңдігі 3...5 м-ден аспайды. Псевдокарстардың қарқынды дамуы әсіресе сары топырақтар жақсы су сіңізгіш жыныстармен (күммен, қиыршық тастармен, күмді-майда тастармен) төселгенде байқалады. Осыған ұқсас топырақтардың жағдайын Сырдария өзенінің оң жағалауындағы зерттелген аумақтағы инженерлік-геологиялық мәліметтерге қарағанда, шаңды күмдар жер бетінен төмен 5...8 м тереңдікте жатыр. Зерттелген аймақта суффузиялық псевдокарстардың отыруларынан пайда болған, өзіне тән микрорельф элементтері өзгеше жергілікті жарықшалар мен шұңқырлар - жергілікті аты "окпан", кең таралған, бұлар топырақ қабатының суффузиялық құбылысқа бейімділігін және табиғи салмақта шөгуге дайындығын көрсетеді /2, 3, 4/. Окпанның таралуына үлкен роль борпылдақ құрылымды төсеніш топырақтардың эоловиялық даму тасымалдануы арқасында болады.

Бұл аймақта жүргізілген лабораториялық далалық зерттеулерінен, топырақтың физикалық және механикалық қасиеттері мен олардың ирригация әсерінен уақыт ішінде гидроэкологиялық өзгеру нәтижелері анықталады. Суару әсерінен уақыт бойынша топырақтың қасиеті мен сипаттамасында жүретін экологиялық өзгерісті зерттеу тек ғылыми қызығыс қана емес, сонымен қатар зор практикалық мәні бар. Суару ұзақтылығына байланысты, бүкіл аэрация зонасының тереңдігі бойынша топырақтың көп негізгі сипаттамалары төмендейді және көпшілік қасиеттері нашарлап экологиялы өзгеріске ұшырайды. Бұл біріншіден, топырақ режимінің ауалы-жылу және сулы-тұздылығында бірталай нашарлау бағытында көрінеді, ал екіншіден жобада ескерілмеген гидротехникалық құрылыстардың табанындағы топырақтардың қосымша ұзақ шөгу қасиетіне ұшыратады. Әсіресе суару алқабында қайта гидротехникалық жұмыстарын жасағанда, осы айтылған жағдайларды, ал сондай-ақ архив, фонд және алдыңғы зерттеудің берілгендерін, жана жобалау кезеңдерінде ескерген маңызды. Бұрынғы жылдардың инженерлік-геологиялық материалдарын қайтадан қолдану (ретроспективті анализ), зерттеу жұмыстары кезінде еңбек және материал қорларын бірталай экономдайды, бұл материалдар төменгі класты гидромелиоративтік құрылыстарда далалық зерттеусіз негіздеуге мүмкіндік береді.

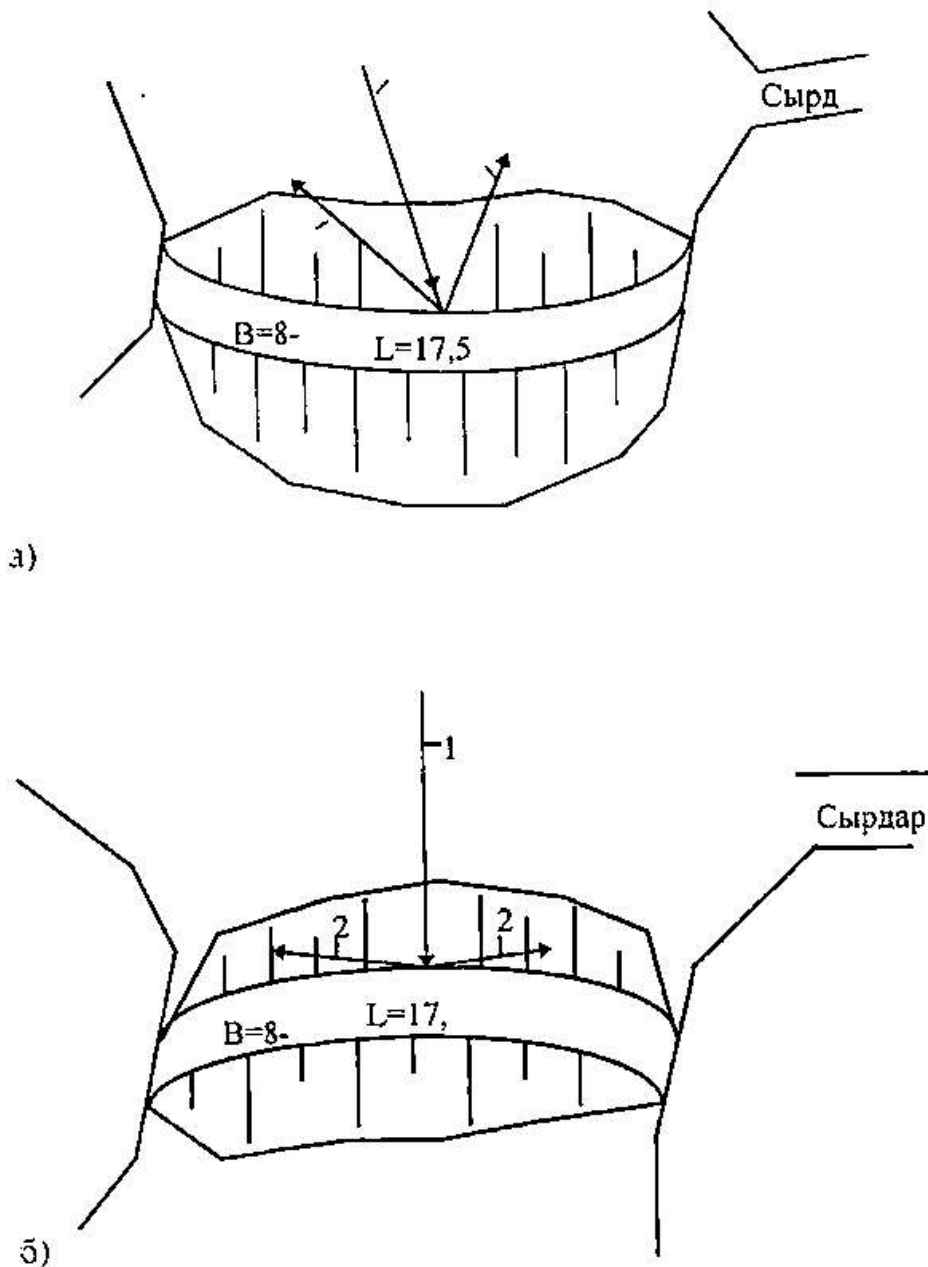


Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы суару алқаптарының шөкпелі сары топырақтарға орналасқан суармалы жүйелердегі гидротехникалық құрылыстардың қазіргі техникалық көрсеткіш жағдайы өте нашар калпында қалып отыр /4, 5/. Суландыру жүйелері бойынша орталық Қазақстанда орташа пайдалы әсер коэффициенті (КПД) 0,45...0,7-ден аспайды. Яғни зерттеулерге карағанда /5, 6/ пайдалы әсер коэффициенті 0,60 тең болғанда, судың табиғи сүзілу шығыны 22 мм тең болған және де сол судың жартысы жер асты суларын жоғары көтеруге әсерін тигізеді. Соңғы 30 жыл көлемінде судың қосылған сүзілу шығыны тек Қызылорда қазаншұқырында 1,572 км<sup>3</sup> тең болған /6/. Суғару технологиясының дұрыс ұйымдастырылмауы әсерінен жұмыс атқаруына кері әсерін тигізуде. Гидротехникалық құрылыстардың тозуынан, суарылатын егістіктің нашар тегістелуінен, каналдарды су өткізбейтін материалдармен қаптамауынан су беру жоспардағыдан 15...29 %-ке асып түседі. Қазақстанның Оңтүстігіндегі сары түсті топырақтарда орналасқан кейбір суармалы жүйелердегі құрылыстардың қазіргі техникалық күйі туралы мәліметтер /7/ келтірілген. Бұл зерттеулер гидротехникалық құрылыстарының беріктігі, техникалық күйінің кейбір нақты көрсеткіштерін және апаттардың түрі, сипаты мен себептерін білу мақсатымен жүргізілді. Тек осындай статистикалық және табиғи бақылау жолымен жинақталған құжаттардың негізінде су құрылыстарының беріктігі мен ұзақ мерзім жұмыс істеу мүмкіншілігін арттыру жолдарын, гидротехникалық, мелиоративтік кризисті анықтауға болады. Бұл кризис суару жүйелерін, оның ішіндегі гидротехникалық құрылыстарды жобалау және пайдалану кезінде қателіктерден болады.

Солардың бірі үлкен және кіші Аралды бөліп тұрған теңіз табанындағы жергілікті майда қиыршық құмдардан тұрғызылған кок Арал бөгеті. Арал теңізінің аймағындағы және аралдардағы топырақтың құмдақ болып келуіне байланысты, олардың суды сүзу жылдамдығының қарқыны жоғары және түйіршіктерінің бір-біріне байланысы төмен болғандықтан гидростатистикалық қысымға қарсылығы және сенімділік дәрежесі өте төмен болып келеді. Осының себебінен, көкарал бөгетінің желдің әсерінен болған толқынның қысымға шыдамай бірнеше рет бұзылып кетті. Сондықтан, Арал теңізі аймағындағы топырақтың ұстамдылық дәрежесінің төмен екенін ескере отырып күнделікті болып тұратын солтүстік - батыстан соғатын желдің әсерінен болатын гидростатисткалық қысымға төтеп беретін Көкарал бөгетінің сенімділік және тұрақтылық дәрежесін өсіру үшін оның құрылыстық бейнесіне талдау жасау керек сияқты.

Осы уақытқа дейін, соғылып келген Көкарал бөгетінің құрылымдық бейнесіне көз тастайтын болсақ (сурет 1а), ол сыртқа қарай ойылып тұрғызылып, солтүстік - батыстан соққан желдің әсерінен болатын толқынды құшағына алатындай етіп тұрғызылған. Сондықтан, солтүстік - батыста келетін толқын, толығымен келіп Көкарал бөгетіне ұрады да тұрады және осындай гидростатисткалық қысымға құмдақ топырақтан соғылған бөгеттің төтеп беруі өте қиын.

Егерде, Көкарал бөгеті кіші Арал теңізінің ішіне қарай ойылып тұрғызылса, онда солтүстік - батыстан соғылған желдің әсерінен қуылып келетін толқын екі жаққа тарап кетер еді. Яғни, біріншіден негізгі толқын Көкарал бөгетінің түбінен келіп құйатын Сырдария өзенінің арнасының бойын қуалай отырып, осы жерге жақын орналасқан кіші атырау көлдерді толтырса, екіншіден шығысқа қарай айналып қуаланған су толқындары кіші Аралдағы судың қабатын қозғалысқа түсіріп, оның гидрохимиялық құрамының біркелкі болуына септігін тигізеді (сурет 1 б).



Сурет 1. Көкарал бөгетінің бейнесі. а) тұрғызылған; б) ұсынылған.  
 Белгілеу: 1 - кіші Аралдағы су толқынының бағыты;  
 2 - толқынның таралу бағыты

Көкарал бөгетінің денесі жеңіл құмдақ болғандықтан, судың сүзілу қарқының және топырақтың толқынның әсерінен шайылып кетуін болдырмау үшін гидротехникалық асфальтобетонмен көмкеруді ұсынып отырмыз. Бөгеттің денесіне, қимасына желдің әсерінен болатын су толқынының қысымын және әсерін есептеу үшін 1% қамтамасыз етуге байланысты толқынның сырғу биіктігін мына өрнек арқылы анықтайық (СНиП 2.06.04-82):

$$h_{\text{run}1\%} = k_r k_p k_{sp} k_{\text{run}} h_{1\%} \quad (1)$$

мұнда:  $h_{\text{run}1\%}$  - бөгеттің еңіштігіне сырғып келетін толқынның 1% қамтамасыз ету дәрежесіне сай келетін биіктігі, м;  $h_{1\%}$  - 1% қамтамасыз ету дәрежесіне сай келетін толқынның сырғанау биіктігі, м;  $k_r$  және  $k_p$  - бөгеттің еңіштігінің кедерлігі және сіңіру көрсеткіші, олар еңіштікті бекітуге пайдаланған құрылыс заттарының түріне байланысты қабылданады, асфальтобетонның салыстырмалы кедергісін  $r/h_{1\%}=0,10$  деп қабылдасак, онда  $k_p=0,75$  және  $k_r=0,6$  тең болады;  $k_{sp}$  - желдің жылдамдығын мінездейтін коэффициент, ол бөгеттің еңіштігінің көлбеу арасындағы бұрышқа ( $\phi$ ) және желдің жылдамдығына ( $V_w$ ) байланысты.  $k_{\text{run}}$  - толқынның терең судағы сырғанауын мінездейтін көрсеткіш, ол  $\lambda_d/h_{\text{run}1\%}$  қатынасы бойынша анықталады, ол нақты жағдайда 0,75 тең.  $\lambda$  - толқынның орташа ұзындығы, м.

Арал теңізінің аймағындағы солтүстік батыстан соғатын желдің жылдамдығының жоғарғы мәні 10-20 м/с және  $\text{ctg}\phi=3-5$  аралығында болғандықтан  $k_{sp}$  мәнін 1,5 деп қабылдауға болады. Сонымен кіші Арал теңізіндегі солтүстік батыстан соғатын желдің есебінен пайда болатын толқынының сырғанау биіктігі

$$h_{\text{run}1\%} = 0,75 \times 0,65 \times 1,5 \times 1,2 \times 2 = 1,76 \text{ м.}$$

Көкарал бөгетіне толқын шебі жеткен кезде, оның еңіштігіне байланысты толқынның сырғанау шамасын  $k_0$  коэффициентіне көбейту арқылы анықтауға болады:

$$h_{\text{run}1\%} = h_{\text{run}1\%} \times k_0 = 1,766 \times 0,82 = 1,44 \text{ м.} \quad (2)$$

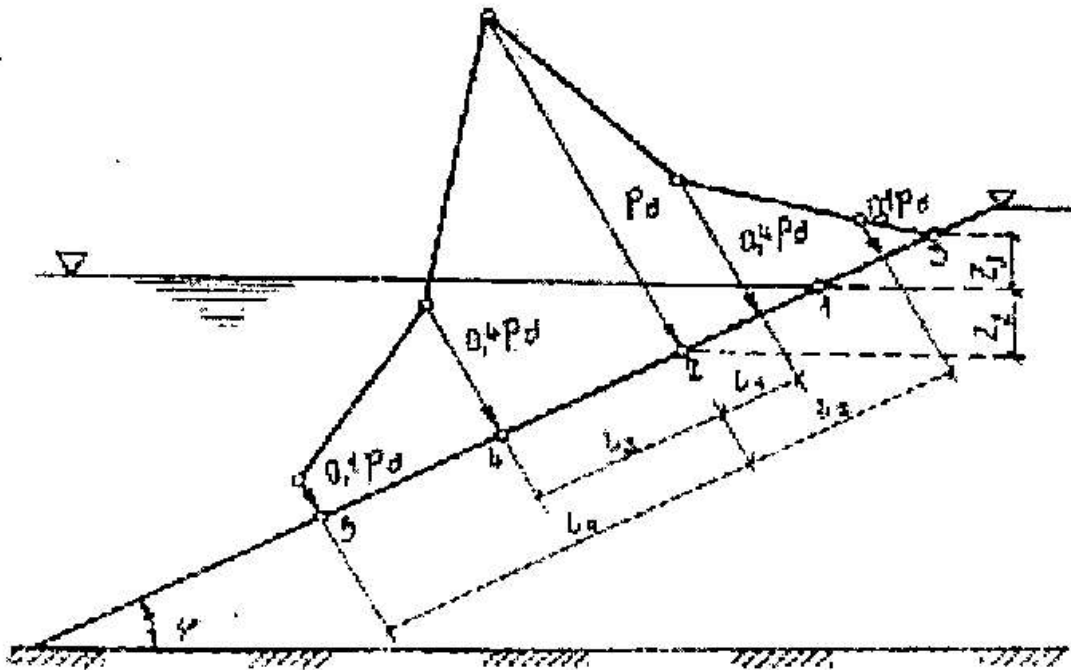
Көкарал бөгетінің көлбеу еңіштік бетіне тигізетін толқын қысымының шамасын, ол  $1,5 \leq \text{ctg}\phi \leq 5$ , болғанда 2 суретке байланысты анықталады және ең жоғарғы есептелген қысым ( $P_d, \text{кПа}$ ), мына өрнек арқылы анықталады:

$$P_d = k_s k_r P_{\text{rei}} P_{gh} = 0,950 \times 1,48 \times 2,1 \times 1 \times 9,86 \times 2 = 44,41 \text{ кПа.} \quad (3)$$

мұнда:  $k_s$  - коэффициент, мына өрнекті пайдаланып анықтаймыз

$$k_s = 0,85 + 4,8 \frac{h}{\lambda} + \operatorname{ctg} \varphi (0,028 - 1,15 \frac{h}{\lambda}) = 0,85 + 4,8 \cdot 0,02 + \operatorname{ctg} \varphi (0,028 - 1,15 \cdot 0,02) = 0,95, \quad (4)$$

$k_s$  - коэффициент,  $\lambda/h$  шамасына байланысты қабылданады, яғни  $\lambda/h \leq 3,5$  болғанда, 1,48 тең;  $P_{\text{rel}}$  - бөгеттің көлбеу еңіштігіне түсетін салыстырмалы жоғарғы қысым, ол кіші Арал теңізіндегі толқынның биіктігі 2,0 болғанда  $P_{\text{rel}}=2,1$ ;  $P$  - судың тығыздығы.



Сурет 2. Гидротехникалық асфалтобетонмен бекітілген Көкарал бөгетінің көлбеу еңіштігіне түсетін есептелген жоғарғы толқын қысымы

Ең жоғарғы есептелген қысымның түсетін нүктесін мына өрнек арқылы анықтаймыз:

$$Z_2 = A + \frac{1}{\operatorname{ctg}^2 \varphi} (1 - \sqrt{2 \operatorname{ctg}^2 \varphi + 1})(A + B), \quad (5)$$

мұнда:  $A$  және  $B$ , мына өрнектер арқылы анықталады:

$$A = h(0,47 + 0,023 \frac{\lambda}{h}) \frac{1 + \operatorname{ctg}^2 \varphi}{\operatorname{ctg}^2 \varphi}; \quad (6)$$

$$B = h[0,97 - (0,84 \operatorname{ctg} \varphi - 0,25) \frac{h}{x}]. \quad (7)$$

Есептеу кезінде бекітілген еңіштіктің 2-ші нүктеден төменгі және жоғарғы бөлігіне түсетін толқын қысымының шамасын ( $P, \text{кПа}$ ), мына кашықтарда анықтау қажет, егерде  $L_1 = 0,0125 L\varphi$  және  $L_2 = 0,0265 L\varphi$  болғанда  $P = 0,4 P_d$ , мұнда:

$$L\varphi = \frac{\bar{\lambda} \cdot \operatorname{ctg} \varphi}{\sqrt{\operatorname{ctg}^2 \varphi - 1}} \quad (8)$$

Көкарал бөгетіне түсірілген су толқынының сырғанау қысымының ең жоғарғы мәні 44.41 кПа және ол ( $Z_2; L_2$ ) нүктесіне түседі. Сондықтан, Көкарал бөгетінің асфальтобетонмен қапталған тереңдігі, осы деңгейден 1,5 м. төмен орналасу керек, сол жағдайдағы ғана оның беріктігін және тұрақтылығын қамтамасыз етуге болады.

Егерде, Көкарал бөгетінің ұзын бойын 2а суреттегідей, сыртқа қарай ойып орналастырсақ бұл толқынның сырғанау қысымы толық күшімен түседі, ал екінші жағдайда (2б сурет) бөгеттің құрылыстық бейнесі теңіздің ішіне қарай дөңес орналасқан болғандықтан, оның күші түсетін нүктеге екіге бөлініп шашырап түседі, яғни  $P_T = 0,6 P_d = 0,6 \times 44,41 = 26,646$  кПа күш тікелей бөгеттің денесіне түсе, ал  $P_A = 0,4 P_d = 0,4 \times 44,41 = 17,76$  кПа күш жағалауға тарап кетеді. Бұның өзі, Көкарал бөгетінің денесіне түсетін күштің біршама азайтып, оның беріктілігін және сенімділігін артыруға мүмкіндік береді.

#### Әдебиеттер

1. Сергеев Б.М., Быкова В.С., Комиссарова Н.Н. Лессовые породы в СССР. М.Недра, 1986, том 1, с.230., том 2. - С.275.
2. Фролов Н.Н., Тауипбаев С.Т. Разработка инженерных мероприятий по обеспечению надежности гидросооружений оросительных систем правобережья р.Сырдарья. Отчет НИР (заключительный). М.МГМИ. Гос.рег. 01.860117137. 1990. - 66с.
3. Балаев Л.Г. Инженерно-геологические исследования и охрана геологической среды при мелиорации земель. Тр.ВНИИТиМ, Теория и практика мелиораций. М. 1989. - С.14-30.
4. Боровский В.М., Погребинский М.А. Древняя дельта Сыр-Дарьи северные Кзыл-Кумы. Алмата, АН КазССР, 1958. Том 1. С.515. том 2. - С.420.
5. Карлыханов Т.К. Гидротехнические мелиоративные методы защиты и восстановления природных систем в зоне экологического бедствия: Автореф. дисс. докт.тех.наук. М.1992. - 58 с.



6. Кошкарлов С.И. Мелиорация ландшафтов в низовьях реки Сырдарьи. Ёылым, Алматы, 1997. - 266 с.
7. Тауипбаев С.Т., Фролов Н.Н. О применении теории надежности к проектированию гидросооружений оросительных систем на лессовых просадочных грунтах. Деп. в ЦБНТИ Минводхоза СССР, №7 Научные исследования, изыскания и проектирования мелиоративных и водохозяйственных объектов. М. 1991.- 15 с.

Қорқыт - Ата атындағы Қызылорда Мемлекеттік университеті

### **ОБОСНОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОКАРАЛЬСКОЙ ПЕРЕМЫЧКИ**

Канд.техн.наук     С.Т.Тауипбаев

На основе системного анализа природно-климатических и почвенных условий северной части Аральского моря определена волновая нагрузка тела Кокаральской перемычки и рассмотрены возможные пути повышения их надежности.