დანართი 3

**სათავე წყალმიმღები ნაგებობების ქვედა ბიეფებში მოსაწყობი წყლის ნაკადის ენერგიის ჩამქრობი ნაგებობების გაანგარიშება**

მდინარეებზე, ფარავანი და კორხი, მოსაწყობი სათავე ნაგებობის ქვედა ბიეფებში, კაშხალზე გადადინებული წყლის ნაკადის ენერგიის ჩასაქრობად გათვალისწინებულია წყალსაცემი ჭების მოწყობა. აღნიშნული წყალსაცემი ჭების ზომები დამოკიდებულია ისეთ პარამეტრებზე, როგორიცაა: კაშხლის საანგარიშო მაქსიმალური ხარჯი, კაშხლის წყალგამტარი ფრონტის სიგრძე, კაშხლის სიმაღლე. წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებები ჩატარებულია შესაბამის ტექნიკურ ლიტერატურაში მოყვანილი სტანდარტული, მრავალგზის აპრობირებული მეთოდიკის მიხედვით (ი. აგროსკინი, გ. დიმიტრიევი ფ. პიკალოვი. ჰიდრავლიკა რუსულ ენაზე და სხვა).

1. **მდ. ფარავანზე, სათავე ნაგებობის კაშხლის ქვედა ბიეფის მხრიდან მოსაწყობი წყალსაცემი ჭის გაანგარიშება;**

სანამ უშულოდ გადავიდოდეთ კაშხლის ქვედა ბიეფში მოსაწყობი წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებებზე, პირველ რიგში საჭიროა კაშხლის წყალგამტარი ფრონტის გაანგარიშება, რადგან აღნიშნული გაანგარიშების პროცესში დადგენილი მთელი რიგი პარამეტრები (*წლის დონე ზედა ბიეფში და სხვა*) შედის წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებაში.

„ახალქალაქი 1 ჰესი”-ს სათავე ნაგებობა მდინარე ფარავანზე წარმოადგენს დასაშლელი ტიპის კაშხალს. მისი წყალგამტარი ფრონტი შესდგება სამი ცალი თითო 6,0 მ სიგანის გამრეცხი მალისაგან. საანგარიშო მაქსიმალური ხარჯი შეადგენს Q1%= 170 მ3/წმ. სამოწმებელი ხარჯი ტოლია Q0,5%= 200 მ3/წმ. საანგარიშო წყალაღების ხარჯი შეადგენს Q= 15 მ3/წმ.

სათავე ნაგებობის გაანგარიშებას მაქსიმალური საანგარიშო ხარჯის გატარებაზე ვატარებთ იმ პირობებისათვის როდესაც ჰესი და შესაბამისად წყალმიმღებიც არ მუშაობს და ამგვარად მთელი საანგარიშო წყლის ხარჯის გატარება ხდება სათავე ნაგებობის გამრეცხი მალების მეშვეობით.

სათავე ნაგებობის ჰიდრავლიკური გაანგარიშების ამოცანაა სათავე ნაგებობის იმ პარამეტრების დადგენა, რაც უზრუნველყოფს საანგარიშო მაქსიმალური ხარჯის გატარებას.

ქვემოთ მოყვანილია იმ საანგარიშო მეთოდოლოგიის აღწერა და ფორმულები, რომლის მიხედვითაც ხდება "ახალქალაქი ჰესი 1"-ის სათავე ნაგებობის გაანგარიშება.

წყლის მაქსიმალური ხარჯის გატარება ხდება მაშინ როცა გამრეცხ მალებში დამონტაჟებული ფარები არის ბოლომდე ღია მდგომარეობაში. ამ შემთხვევაში გამრეცხი მალის მიერ გატარებული წყლის ხარჯი იანგარიშება წყალსაშვის საანგარიშო ფორმულებით.

წყალსაშვით გატარებული წყლის ხარჯის სიდიდის საანგარიშოდ, პირველ რიგში უნდა განისაზღვროს წყალსაშვზე წყლის გადადინების ხასიათი, გვაქვს დატბორილი თუ თავისუფალი გადადინება. წყალსაშვზე გადადინებული წყლის ნაკადი არ არის შეტბორილი თუ სრულდება შემდეგი პირობა:

$$P+h\_{kr}\geq h\_{b}$$

სადაც:

P -არის წყალსაშვის ზღურბლის სიმაღლე მდინარის კალაპოტის ფსკერიდან;

hb - არის წყლის სიღრმე სათავე ნაგებობის ქვედა ბიეფში, მოცემული საანგარიშო წყლის ხარჯის პირობებში.

hk -არის წყლის დამყარებული სიღრმე წყალსაშვის ქიმზე, რომელიც იანგარიშება ფორმულით:

hkr= k×H0

ამ ფორმულაში:

 H0 არის წყლის დაწნევა წყალსაშვის ქიმზე, წყლის მოდინების სიჩქარის გათვალისწინებით:

$$H\_{0}=H+\frac{v\_{0}^{2}}{2g}$$

H არის წყლის ფენის გეომეტრიული სიმაღლე წყალსაშვის ქიმზე;

k -კოეფიციენტია, რომლის მნიშვნელობაც დამოკიდებულია წყალსაშვამდე წყლის მიმყვანის კვანძის კონფიგურაციაზე.. საპროექტო სათავე ნაგებობისათვის აღნიშნული კოეფიციენტი ტოლია 0,76-ის.

v0- არის წყლის მოდინების სიჩქარე წყალსაშვთან, მოცემული წყლის ხარჯის პირობებში;

შეუტბორავი გადადინებისას, წყალსაშვზე გადადინებული წყლის ხარჯი იანგარიშება ფორმულით:

$$Q=mb\_{e}\sqrt{2g}×H\_{0}^{^{3}/\_{2}}$$

ამ ფორმულაში:

m -არის ხარჯის კოეფიციენტი. მისი სიდიდე დამოკიდებულია წყალსაშვის სიგანეზე. როდესაც წყალსაშვის სიგანე აკმაყოფილებს პირობას $δ>\left(2-3\right)H$ გვაქვს ე.წ. ფართო ზღურბლიანი წყალსაშვი, რომლისთვისაც ხარჯის კოეფიციენტი ტოლია m=0,32

როდესაც $δ<0,67H$ გვაქვს ე.წ. ვიწრო ზღურბლიანი წყალსაშვი, რომლისთვისაც ხარჯის კოეფიციენტი ტოლია m=0,48-0,49

როდესაც 0$,57 H<δ<\left(2-3\right)H$, გვაქვს ე.წ. პრაქტიკული პროფილის წყალსაშვი, რომლისთვისაც ხარჯის კოეფიციენტი დამოკიდებულია წყალსაშვის სიმაღლეზე, წყალსაშვზე წყლის დაწნევის შეფარდებაზე წყალსაშვის სიგანესთან, წყალსაშვის კონფიგურაციაზე, იცვლება 0,35÷0,44-ის ფაარგლებში, და მისი მნიშვნელობა ააიღება შესაბამის ტექნიკურ ლიტერატურაში მოყვანილი სპეციალური ცხრილებიდან.

ამასთან წყალგამტარი ხვრეტების მიერ გატარებული წყლის ხარჯის მნიშვნელობა დამოკიდებულია წყლის ნაკადის შეკუმშვაზე წყალგამტარი ხვრეტის გავლისას. ხვრეტის ეფექტური (*შეკუმშული*) სიგანე იანგარიშება ფორმულით be=e×b,

სადაც:

b - ხვრეტების ჯამური სიგანეა. "ახალქალაქი ჰესი 1"-ის სათავე ნაგებობისათვის, რომელსაც აქვს სამი ცალი, თითო 6,0 მ. სიგანის წყალგამტარი ხვრეტი, b= 3×6=18,0 მ.

e - შეკუმშვის კოეფიციენტია და მისი მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით
$$e=1-0,1 ×n×ξ×\frac{H}{b}$$

სადაც n კუმშვათა რაოდენობაა. ახალქალაქი ჰესის სათავე ნაგებობისათვის, რომელსაც აქვს სამი წყალგამტარი ხვრეტი, n=6.

ξ-კოეფიციენტია, რომლის მნიშვნელობაც ხვრეტებს შორის მოწყობილი ბურჯების ფომაზე, და საპროექტო ჰესისათვის მისი მნიშვნელობა ტოლია ξ=0,7.

"ახალქალაქი ჰესი 1"-ის სათავე ნაგებობის გაანგარიშება განხორციელდა შემდეგნაირად. ვუშვებთ კაშხლის ზედა ბიეფში წყლის დონის სხვადასხვა მნიშვნელობებს და ვანგარიშობთ ამ ნიშნულისას კაშხლის მიერ გატარებული წყლის ხარჯის მნიშვნელობას, სანამ არ მივიღებთ საანგარიშო ხარჯის Q1% -170 მ3/წმ სიდიდეს.

ქვემოთ მოგვყავს იმ გაანგარიშების შედეგები, რომლისათვისაც, ზედა ბიეფში დაშვებული წყლის დონისას მიღებული, გატარებული წყლის ხარჯის სიდიდე, საჭირო მიახლოებით დაემთხვევა საანგარიშო ხარჯს.

წყლის დონე ზედა ბიეფში ტოლია 1616,0 მ.-ის. შესაბამისად წყლის გეომეტრიული დაწნევა წყალგამტარ ხვრეტებში მოწყობილი წყლსაშვების ზღურბლზე ტოლია 1616,00 - 1612,70=3,30 მ.

კუმშვის კოეფიციენტი ტოლი იქნება

$e=1-0,1 ×n×ξ×\frac{H}{b}$= $1-0,1×6×0,7×\frac{3,30}{18,0}=0,92$

გამრეცხი ხვრეტების ფაქტიური შეკუმშული სიგრძე (*ნაკადის დინების მართობულად*) ტოლი იქნება

3×6×0,92=16,6 მ.

ხარჯის კოეფიციენტი ტოლია m=0,35

შესაბამისად:

$$H\_{0}=H+\frac{v\_{0}^{2}}{2g}=3,3+\frac{2^{2}}{19,62}=3,5 m.$$

$Q=mb\_{e}\sqrt{2g}×H\_{0}^{^{3}/\_{2}}=0,35×16,4×\sqrt{19,62}×3,5^{^{3}/\_{2}}=166,5$მ3/წმ.≈170 /წმ.

გადავამოწმოთ, გვაქვს თუ არა ამ შემთხვევაში შეუტბორავი გადადინება

hkr= k×H0=0,76×3,5=2,66

$P+h\_{kr}=1,1+2,66=3,76\geq h\_{b}=2,3 $ მ.

შესაბამისად გვაქვს შეუტბორავი გადადინება და ზემოდ მოყვანილი გაანგარიშებებისთვის, მითითებული ფორმულების გამოყენება მისაღებია. ამგვარად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მაქსიმალური სანგარიშო წყლის ხარჯის გატარებისას, წყლის დონე ზეედა ბიეფში შეადგენს 1616,0 მ.-ს.

არსებული ნორმების მიხედვით, სათავე ნაგებობით, გარდა საანგარიშო ხარჯისა, უნდა მოხერხდეს ე.წ. სამოწმებელი ხარჯის გატარებაც, რომელიც საანგარიშო შემთხვევისათვის ტოლია Q0,5%= 200 მ3/წმ. ასევე გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ რადგან გვაქვს დასაშლელი ტიპის კაშხალი, რომლის წყალგამტარ ხვრეტებში დამონტაჟებულია ფარები და შესაბამისად არსებობს იმის ალბათობა, რომ ფარის ამწე მექანიზმების მწყობრიდან გამოსვლის გამო, შეიძლება ვერ მოხერხდეს, მდინარეში მაქსიმალური ხარჯის წამოსვლისას სამივე ფარის დროულად გახსნა. შესაბამისად, მიზანშეწონილია, და ამას ითხოვს კიდევაც მოქმედი ევროპული ნორმები, რომ საანგარიშო Q1%= 170 მ3/წმ. წყლის გატარება შესაძლებელი იყოს მხოლოდ ორი ფარის ბოლომდე გაღებით, მესამე ფარის ჩაკეტილი მდგომარეობისას. ზემოდ მოყვანილის ანალოგიური გაანგარიშებებით განისაზღვრა, რომ მხოლოდ ორი ფარის გაღებისას, Q1%= 170 მ3/წმ. წყლის ხარჯის გატარებისათვის, წყლის დონემ ზედა ბიეფში უნდა მიაღწიოს 617,2 მ.-ს. აღნიშნული დასტურდება შემდეგი, ზემოდ მოყვანილის ანალოგიური გაანგარიშებებით:

წყლის დონე ზედა ბიეფში მივიღეთ 1617,2 მ.-ის ტოლი

დაწნევა წყალსაშვის ქიმზე შეადგენს 1617,2-1612,7=4,5 მ.

ნაკადის შეკუმშვის კოეფიციენტი ტოლია:

$e=1-0,1 ×n×ξ×\frac{H}{b}$= $1-0,1×4×0,7×\frac{4,50}{12}=0,90$

წყალგამტარი ხვრეტების შეკუმშული სიგანე ტოლია 2×6×0,90=10,8 მ.

ხარჯის კოეფიციენტი ტოლია m=0,35

$$H\_{0}=H+\frac{v\_{0}^{2}}{2g}=4,50+\frac{2^{2}}{19,62}=4,7 m.$$

$Q=mb\sqrt{2g}×H\_{0}^{^{3}/\_{2}}=0,35×10,8×\sqrt{19,62}×4,7^{^{3}/\_{2}}=170$მ3/წმ.

hkr= k×H0=0,76×4,7=3,57

$$P+h\_{kr}=1,1+3,57=4,67\geq h\_{b}=2,3$$

აღნიშნულის გათვალისწინებით დანიშნული იქნა ზედა ბიეფის მხრიდან. სათავე ნაგებობის გვერდითი კედლებისა და ბურჯების შემაღლება. ანალოგიური გაანგარიშებებით დასტურდება, რომ სამივე ღია ფარის შემთხვევაში, ზედა ბიეფში წყლის 1617,2 მ. ნიშნულამდე შეტბორვისას, შესაძლებელია სამოწმებელი ხარჯის Q0,5%= 200 მ3/წმ-ის გატარება.

ზემოდ მოყვანილი გაანგარიშების ჩატარების შემდეგ, რომლის საფუძველზეც განისაზღვრა, წყლის მაქსიმალური ხარჯის წამოსვლისას ზედა ბიეფში წყლის შეტბორვის ნიშნული, უკვე შეგვიძლია განვახორციელოთ კაშხლის ქვედა ბიეფში მოწყობილი წყლის ენერგიის ჩამქრობი ნაგებობის, წყალსაცემი ჭის გაანგარიშება.

პირველ რიგში გავიანგარიშოთ წყალსაცემი ჭა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც მაქსიმალური საანგარიშო ხარჯი ტოლია $170 $მ3/წმ-ის და ზედა ბიეფში წყალი შეტბორილია 616,0 მ. ნიშნულამდე.

წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებას ვატარებთ შემდეგი საწყისი მონაცემებისათვის:

* ზედა ბიეფში წყლის შეტბორვის ნიშნული 1616,0 მ.
* წყლის მოდინების სიჩქარე 2,2 მ/წმ:.
* საანგარიშო ხარჯი $-170$მ3/წმ
* წყალგამტარი ფრონტის სიგანე 3×6,0=18,0 მ.
* ნაკადის ხვედრითი ხარჯი 170:18=9,45 მ3/წმ.
* წყლის დონე სათავე ნაგებობის ქვედა ბიეფში მოცემული საანგარიშო ხარჯისას - 1613,90. წყლის სიღრმე 1613,90-1611,60=2,30 მ.
* სათავე წყალმიმღები კვანძის ქვედა ბიეფში წყალგამტარი კალაპოტის სიგანე- 21,0 მ. 1 მ. სიგანეზე მოსული ხარჯი შეადგენს 170,0:21,0=8,1 მ3/წმ-ს.
* მდინარის კალაპოტის ფსკერის გასაშუალებული ნიშნული ზედა ბიეფის მხრიდან - 1612,0 მ.-ს.
* 6 მ. სიგანის წყალგამტარი ხვრეტების ფლუტბეტის ნიშნული - 1612,7 მ.

წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებას ვატარებთ იმ მეთოდიკით, ერომელიც მოყვანილია შესაბამის ჰიდრავლიკურ ლიტერატურაში (კერძოდ. И.И. Агроскин и др. Гидравлика. Глава 27-3. Гидравлический расчет водобойного колодца).

ქვედა ბიეფში, წყალსაშვზე გადადინებული ნაკადის შეუღლების ხასიათის დასადგენად უნდა გაანგარიშდეს შემდეგი კრიტერიუმის მნიშვნელობა:

$$П\_{k.b}=\frac{q^{2}}{g×h\_{b}^{3}}=\frac{8,1}{9,81×2,3^{3}}=0,55$$

სადაც 8,1 მ3/წმ არის ხვედრითი ხარჯი ქვედა ბიეფში, 21,0 მ. სიგანეზე

რადგან მიღებული მნიშვნელობა 0,55>0,375, მითითებულ ტექნიკურ ლიტერატურაში მოყვანილი რეკომენდაციების თანახმად, ვიღებთ, რომ კაშხლის ქვედა ბიეფში შეუღლება მოხდება ნახტომი-ტალღის სახით.

განვსაზღვროთ შეუღლებული სიღრმე ჰიდრავლიკური ნახტომის წინ:

$h\_{b}^{'}=\sqrt{\frac{q^{2}}{g×h\_{b}}}=\sqrt{\frac{9,45^{2}}{9,81×2,3}}=1,99$.

ამ შემთხვევაში q არის ხვედრითი ხარჯი საანგარიშო ხვრეტების ფარგლებში, რაც ტოლია 9,45 მ3/წმ-ის.

განვსაზღვროთ

$$Ф\left(τ\_{с}\right)=\frac{q}{φ×E\_{0}^{^{3}/\_{2}}}=\frac{9,45}{0,90×4,25^{^{3}/\_{2}}}=1,198$$

სადაც $E\_{0}=h\_{1}+d=$3,55+0,7=4,25 მ. სადაც 3,55=3,30+0,25 არის წყლის დონე წყალსაშვზე, წყლის მოდინების სიჩქარის გათვალისწინებით.

მითითებულ ლიტერატურაში მოყვანილი ცხრილიდან (И.И. Агроскинидр. Гидравлика. Таблица XVII Функции для расчета сопряжения в нижнем бьефе водосливных сооружений), $Ф\left(τ\_{с}\right)=1,198$-სათვის ვიღებთ, რომ τშეკ=0,303 შესაბამისად:

$h\_{შეკ}=τ\_{შეკ}×E\_{0}=0,303×4,25=1,29$მ.

რადგან (hბI=1,99მ).>(hშეკ.=1,29 მ.) ე.ი. გვაქვს განდევნილი ჰიდრავლიკური ნახტომი და წყალსაცემი ჭის მოწყობა აუცილებელია.

გავიანგარიშოთ წყალსაცემი ჭის ზომები.

პირველ რიგში უნდა განისაზღვროს წყლის დონის ვარდნის სიდიდე ჭიდან გამოსვლის კვეთში;

$∆z=\frac{q^{2}}{2×g×φ^{2}×h\_{b}^{2}}=\frac{8,1^{2}}{19,62×0,9^{2}×2,3^{2}}$=0,51 მ.

შემდეგ განვსაზღვროთ წყალსაცემი ჭის სიღრმე თანდათანობითი მიახლოების მეთოდით.

პირველ რიგში უნდა ვიანგარიშოთ

$$h\_{k}^{"}=\sqrt{\left(h\_{შეკ}\right)^{2}+\frac{2αq}{g}×\left(v\_{შეკ}-v\_{2}\right)}=\sqrt{\left(1,29\right)^{2}+\frac{2×1×8,1}{9,81}×\left(7,33-2,88\right)}=3,0 $$

მოყვანილ გაანგარიშებაში vშეკ=q:hშეკ= 9,45:1,29 =7,33 ხოლო v2 არის წყლის სიჩქარე ქვედა ბიეფში, რომელიც იანგარიშება ფორმულით:

$v\_{2}=\frac{q}{h\_{b}+∆z}=\frac{8,1}{2,3+0,51}=2,88 $მ/წმ

პირველი მიახლოებით წყალსაცემი ჭის სიღრმე ტოლი იქნება;

$d=δ\_{მარ}×h\_{ჭის}^{"}-\left(h\_{ბ}+∆z\right)=1.05×3,0-\left(2,3+0,51\right)=0,34 $მ.

ამის შემდეგ ვატარებთ გაანგარიშებას მეორე მიახლოებით. წყალსაცემი ჭის სიღრმეს ვიღებთ 0,34 მ.-ის ტოლს. ამ შემთხვევაში უკვე გვექნება რომ

$$E\_{o}=3,55+0,7+0,34=4,59 მ.$$

Eo –ის ამ მნიშვნელობის შესაბამისად, პირველი გაანგარიშების ანალოგიურად ვანგარიშობთ ჭის სიღრმის მნიშვნელობას. გაანგარიშებები გრძელდება მანამ, სანამ ჭის სიღრმის დაშვებული და მიღებული მნიშვნელობები, გარკვეული მისაღები მიახლოებით არ დაემთხვა ერთმანეთს.

$$Ф\left(τ\_{с}\right)=\frac{q}{φ×E\_{0}^{^{3}/\_{2}}}=\frac{9,45}{0,90×4,59^{^{3}/\_{2}}}=1,068$$

$h\_{შეკ}=τ\_{შეკ}×E\_{0}=0,285×4,59=1,31$.

vშეკ=9,45 : 1,31=7,21 მ/წმ;

$$h\_{k}^{"}=\sqrt{\left(1,31\right)^{2}+\frac{2×1×9,45}{9,81}×\left(7,21-2,88\right)}=3,17$$

$d=1.05×3,17-\left(2,3+0,51\right)=0,52 $მ.

გავიანგარიშოთ ჭის სიღრმე მესამე მიახლოებით. წყალსაცემი ჭის სიღრმეს ვიღებთ 0,52 მ.-ის ტოლად. გვექნება

$$E\_{o}=3,55+0,7+0,52=4,77 მ.$$

$$Ф\left(τ\_{с}\right)=\frac{q}{φ×E\_{0}^{^{3}/\_{2}}}=\frac{9,45}{0,90×4,77^{^{3}/\_{2}}}=1,009$$

$h\_{შეკ}=τ\_{შეკ}×E\_{0}=0,261×4,77=1,25$მ.

vშეკ=9,45 : 1,25=7,56 მ/წმ;

$$h\_{k}^{"}=\sqrt{\left(1,25\right)^{2}+\frac{2×1×9,45}{9,81}×\left(7,56-2,88\right)}=3,25$$

$d=1.05×3,25-\left(2,3+0,51\right)=0,60$მ.

როგორც ვხედავთ ჭის სიღრმის დაშვებული (0,52 მ.) და მიღებული (0,60 მ.) მნიშვნელობები საკმაოდ ახლოა ერთმანეთთან. შესაბამისად გაანგარიშებებს ამ საანგარიშო შემთხვევისათვის ვწყვეტთ და ჭის სიღრმის გაანგარიშებით მიღებულ მნიშვნელობას ვიღებთ 0,60 მ.-ის ტოლად.

წყალსაცემი ჭის სიგრძე ტოლია შეტბორილი ნახტომის სიგრძისა და იანგარიშება დამოკიდებულებით.

$$l\_{ჭის}=l\_{ნახტ}=3h\_{ჭის}^{"}=3×3,25=9,75 მ.$$

წყალსაცემი ჭის ზომების განსაზღვრისას უნა გავითვალისწინოთ ის გარემოება, რომ წყალსაცემი ჭის მაქსიმალური ზომების საჭიროება შეიძლება წარმოიქმნას არა მარტო მაქსიმალური საანგარიშო ხარჯის გატარებისას, არამედ გარკვეული შუალედური რეჟიმებისას, როდესაც ფაქტიური წყლის ხარჯი მდინარეში ნაკლებია მაქსიმალურ საანგარიშო ხარჯზე, რის შედეგადაც მცირდება წყლის დონე ქვედა ბიეფში, რაც ზრდის წყლის სიღრმეს. ასევე გასათვალისწინებელია ის მდგომარეობა, როცა გარკვეული მიზეზების გამო ვერ ხერხდება სამივე ფარის გაღება და წყლის მაქსიმალური ხარჯის გატარება ხდება მხოლოდ ორი ფარის მეშვეობით. გავიანგარიშოთ წყალსაცემი ჭის ზომები აღნიშნული პირობებისათვის (*წყლის გატარება ხდება 2 ფარის მეშვეობით*). გვაქვს შემდეგი საანგარიშო მონაცემები:

* ზედა ბიეფში წყლის შეტბორვის ნიშნული 1617,2 მ.
* წყლის მოდინების სიჩქარე 2,2 მ/წმ:.
* საანგარიშო ხარჯი $-170$მ3/წმ
* წყალგამტარი ფრონტის სიგანე 2×6,0=12,0 მ.
* ნაკადის ხვედრითი ხარჯი 170:12=14,17 მ3/წმ.
* წყლის დონე სათავე ნაგებობის ქვედა ბიეფში მოცემული საანგარიშო ხარჯისას - 1613,90. წყლის სიღრმე 1613,90-1611,60=2,30 მ.
* სათავე წყალმიმღები კვანძის ქვედა ბიეფში წყალგამტარი კალაპოტის სიგანე- 21,0 მ. 1 მ. სიგანეზე მოსული ხარჯი შეადგენს 170,0:21,0=8,1 მ3/წმ-ს.
* მდინარის კალაპოტის ფსკერის გასაშუალებული ნიშნული ზედა ბიეფის მხრიდან - 1612,0 მ.-ს.
* 6 მ. სიგანის წყალგამტარი ხვრეტების ფლუტბეტის ნიშნული - 1612,7 მ.

ზემოდ მოყვანილის ანალოგიური გაანგარიშებებით გვექნება:

შეუღლებული სიღრმე ჰიდრავლიკური ნახტომის წინ:

$h\_{b}^{'}=\sqrt{\frac{q^{2}}{g×h\_{b}}}=\sqrt{\frac{14,17^{2}}{9,81×2,3}}=2,98$.

$$Ф\left(τ\_{с}\right)=\frac{q}{φ×E\_{0}^{^{3}/\_{2}}}=\frac{14,17}{0,90×5,45^{^{3}/\_{2}}}=1,238$$

სადაც $E\_{0}=h\_{1}+d=$4,75+0,7=5,45 მ.

$Ф\left(τ\_{с}\right)=1,238$-სათვის ვიღებთ, რომ τშეკ=0,306 შესაბამისად:

$h\_{შეკ}=τ\_{შეკ}×E\_{0}=0,306×5,45=1,67$მ.

რადგან (hბI=2,98).>(hშეკ.=1,67 მ.) გვაქვს განდევნილი ჰიდრავლიკური ნახტომი და წყალსაცემი ჭის მოწყობა აუცილებელია.

წყლის დონის ვარდნის სიდიდე ჭიდან გამოსვლის კვეთში ტოლია;

$∆z=\frac{q^{2}}{2×g×φ^{2}×h\_{b}^{2}}=\frac{8,1^{2}}{19,62×0,9^{2}×2,3^{2}}$=0,51 მ.

განვსაზღვროთ წყალსაცემი ჭის სიღრმე თანდათანობითი მიახლოების მეთოდით.

პირველ რიგში უნდა ვიანგარიშოთ

$$h\_{k}^{"}=\sqrt{\left(h\_{შეკ}\right)^{2}+\frac{2αq}{g}×\left(v\_{შეკ}-v\_{2}\right)}=\sqrt{\left(1,67\right)^{2}+\frac{2×1×8,1}{9,81}×\left(8,49-2,88\right)}=3,47 $$

სადც vშეკ=q:hშეკ=14,17:1,67= 8,49 მ/წმ. $v\_{2}=\frac{q}{h\_{b}+∆z}=\frac{8,1}{2,3+0,51}=2,88 $მ/წმ

პირველი მიახლოებით წყალსაცემი ჭის სიღრმე ტოლი იქნება;

$d=δ\_{მარ}×h\_{ჭის}^{"}-\left(h\_{ბ}+∆z\right)=1.05×3,47-\left(2,3+0,51\right)=0,83$მ.

მეორე მიახლოებით გაანგარიშების, წყალსაცემი ჭის სიღრმეს ვიღებთ 0,83 მ.-ის ტოლს. ამ შემთხვევაში უკვე გვექნება რომ

$$E\_{o}=4,75+0,7+0,83=6,28 მ.$$

$$Ф\left(τ\_{с}\right)=\frac{q}{φ×E\_{0}^{^{3}/\_{2}}}=\frac{14,17}{0,90×6,28^{^{3}/\_{2}}}=1,0$$

$h\_{შეკ}=τ\_{შეკ}×E\_{0}=0,263×6,28=1,65$.

vშეკ=14,17 : 1,65=8,59 მ/წმ;

$$h\_{k}^{"}=\sqrt{\left(1,65\right)^{2}+\frac{2×1×14,17}{9,81}×\left(8,59-2,88\right)}=4,38$$

$d=1.05×4,38-\left(2,3+0,51\right)=1,79$. მ.

გავიანგარიშოთ ჭის სიღრმე მესამე მიახლოებით. წყალსაცემი ჭის სიღრმეს ვიღებთ 1,79 მ.-ის ტოლად. გვექნება

$$E\_{o}=4,75+0,7+1,79=7,24 მ.$$

$$Ф\left(τ\_{с}\right)=\frac{q}{φ×E\_{0}^{^{3}/\_{2}}}=\frac{14,17}{0,90×7,24^{^{3}/\_{2}}}=0,808$$

$h\_{შეკ}=τ\_{შეკ}×E\_{0}=0,204×7,24=1,48$მ.

vშეკ=14,17 : 1,48=9,57 მ/წმ;

$$h\_{k}^{"}=\sqrt{\left(1,48\right)^{2}+\frac{2×1×14,17}{9,81}×\left(9,57-2,88\right)}=4,63$$

$d=1.05×4,63-\left(2,3+0,51\right)=1,74 $მ.

ჭის სიღრმის დაშვებული (1,79 მ.) და მიღებული (1,74 მ.) მნიშვნელობები საკმაოდ ახლოა ერთმანეთთან. შესაბამისად გაანგარიშებებს ამ საანგარიშო შემთხვევისათვის ვწყვეტთ და ჭის სიღრმის გაანგარიშებით მიღებულ მნიშვნელობას ვიღებთ 1,79 მ.-ის ტოლად.

წყალსაცემი ჭის სიგრძე ტოლია.

$$l\_{ჭის}=l\_{ნახტ}=3h\_{ჭის}^{"}=3×4,63=13,89 მ.$$

მოყვანილ გაანგარიშებასთან დაკავშირებით უნდა აღინიშნოს შემდეგი. პროექტის მიხედვით სათავე ნაგებობის წყალგამტარ ხვრეტებში ეწყობა წყალგადასადინებელი სარქველიანი ფარები.

შესაბამისად, იმ შემთხვევაშიც კი, თუ ვერ მოხერხდება ერთერთი ფარის აწევა, ეს ფარი ჩაშვებულ მდგომარეობაშიც, წყალგადასადინებელ სარქველზე გადატარებით გაატარებს წყლის ხარჯის ნაწილს. ფარზე ზევიდან წყლის გადადინების ფენის სიდიდე შეადგენს 1,2 მ-ს. ფარზე გადადინებული წყლის ხარჯის სიდიდე იანგარიშება ზემოდ მოყვანილი ფორმულით,

$Q=mb\_{e}\sqrt{2g}×H\_{0}^{^{3}/\_{2}}=0,48×6×\sqrt{19,62}×1,2^{^{3}/\_{2}}=16,8 $ მ3/წმ

ამ ფორმულაში m ხარჯის კოეფიციენტის მნიშვნელობა აღებულია იმის გათვალისწინებით, რომ ფარზე მოწყობილი წყალგადასადინებელი სარქველი წარმოადგენს ვიწრო ზღურბლიან წყალსაშვს.

გასათვალისწინებელია ისიც რომ 1,6 მ3/წმ წყლის ხარჯი გატარდება თევზსავალითა და სანიტარული ხარჯის გამტარი სპეციალური მილსადენით.

ამგვარად მხოლოდ ორი ფარის გაღების შემთხვევაში, ამ ფარებში გამდინარე ხვედრითი ხარჯი ტოლი იქნება არა 14,17 მ3/წმ-ის როგორც ეს მიღებულია ზემოდ მოყვანილ გაანგარიშებაში, არამედ 12,6 მ3/წმ-ის. თუ ამ დროს გაგრძელდება 15 მ3/წმ წყლის ხარჯის აღება ჰესის საჭიროებისათვის ეს კიდევ უფრო შეამცირებს ხვედრითი (*1 მ. სიგანეზე მოსული*) ხარჯის სიდიდეს (*11,5 მ3/წმ-მდე*), რაც შესაბამისად მოგვცემს წყალსაცემი ჭის ზომების შემცირების საშუალებას.

საბოლოოდ, ზემოდ მოყვანილი გაანგარიშებების და კონსტრუქციული მოსაზრებების გათვალისწინებით, გარკვეული მარაგით, წყალსაცემი ჭის საბოლოო გაბარიტებს ვიღებთ

ჭის სიღრმე - **h= 1,6 მ.**

ჭის სიგრძე - **L= 14,8 მ.**

1. **მდ. კორხზე, სათავე ნაგებობის კაშხლის ქვედა ბიეფის მხრიდან მოსაწყობი წყალსაცემი ჭის გაანგარიშება;**

წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებამდე უნდა ჩავატაროთ სათავე წყალმიმღები კვანძის ჰიდრავლიკური გაანგარიშება რათა განისაზღვროს ის პარამეტრები (*ხვედრითი ხარჯი, წყლის დონე ზედა ბიეფში და სხვა*) რისი ცოდნაც აუცილებელია წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებისათვის.

ქვემოთ მოგვყავს მდინარე კორხზე მოსაწყობი "ახალქალაქი ჰესი 2"-ის სათავე წყალმიმღები კვანძის ძირითადი O მონაცემები:

* ტიროლის ტიპის წყალმიმღები ღარის სიგრძე - 6,0 მ. ქიმის ნიშნული 1627,5 მ.
* გამრეცხი მალის სიგანე 2,5 მ. ფლუტბეტის ნიშნული- 1626,0 მ.
* წყალსაშვიანი კაშხლის სექციის სიგრძე 8,6 მ. მ. ქიმის ნიშნული 1628,0 მ.
* საანგარიშო წყალაღების ხარჯი - 2,8 მ3/წმ.
* საანგარიშო მაქსიმალური, 1%-იანი უზრუნველყოფის ხარჯი - 65 მ3/წმ;
* სამოწმებელი ხარჯი Q0,5%= 75 მ3/წმ;

საანგარიშო მაქსიმალური ხარჯი გატარებული ინდა იქნეს ტიროლის ტიპის წყალმიმღებ ღარიანი და წყალსაშვიანი კაშხლის სექციებით. გამრეცხი მალის წყალგამტარობას, არ ვითვალისწინებთ, რადგან ჰესის სათავე ნაგებობაზე არ არის გათვალისწინებული საექსპლუატაციო პერსონალის მუდმივად ყოფნა, და აქედან გამომდინარე, მდინარეში მაქსიმალური ხარჯის წამოსვლის შემთხვევაში, შესაძლებელია ვერ მოესწროს გამრეცხი მალის ფარის გაღება.

გაანგარიშების მეთოდიკა და საანგარიშო ფორმულები, მნიშვნელოვანწილად, მდინარე ფარავანზე მოსაწყობი სათავე ნაგებობის გაანგარიშებისათვის გამოყენებული ფორმულების და მეთოდიკის ანალოგიურია, ამიტომ მათ აქ აღარ გავიმეორებთ. ვუშვებთ სათავე ნაგებობის ზედა ბიეფში წყლის დონის სხვადასხვა მნიშვნელობებს და ვანგარიშობთ წყლის მოცემული დონისას სათავე ნაგებობით გატარებულ წყლის ხარჯს მანამ, სანამ ეს ხარჯი არ დაემთხვევა ან მცირედით არ გადაამეტებს საანგარიშო მაქსიმალურ ხარჯს Q1%= 65 მ3/წმ.

ქვემოთ მოგვყავს იმ გაანგარიშების შედეგები, რომლისთვისაც სათავე ნაგებობით გატარებული წყლის ხარჯი დაემთხვა საანგარიშო ხარჯს.

დავუშვათ რომ წყლის დონე სათავე ნაგებობის ზედა ბიეფში, ტოლია 1629,4 მ.-ის.

შესაბამისად:

წყლის სიმაღლე წყალსაშვიანი კაშხლის ქიმზე ტოლია 1629,4-1628,0=1,4 მ.

წყლის სიმაღლე ტიროლის ტიპის წყალმიმღებ ღარიანი სექციის ქიმზე ტოლია 1629,4-1627,5=1,90 მ.

ნაკადის შეკუმშვის კოეფიციენტის მნიშვნელობები ტოლი იქნება: წყალსაშვიანი კაშხლის სექციისათვის:

$e=1-0,1 ×n×ξ×\frac{H}{b}$= $1-0,1×2×0,7×\frac{1,40}{8,60}=0,98$

b=0,98×8,60=8,42 მ.

ტიროლის ტიპის წყალმიმღებ ღარიანი სექციისათვის:

$e=1-0,1 ×n×ξ×\frac{H}{b}$= $1-0,1×2×0,7×\frac{1,90}{6,00}=0,96$

b=0,96×6,00=5,76 მ.

წყალსაშვიანი კაშხლით გატარებული წყლის ხარჯის სიდიდე ტოლი იქნება:

$Q=mb\_{e}\sqrt{2g}×H\_{0}^{^{3}/\_{2}}=0,48×8,42×\sqrt{19,62}×(1,40+0,20)^{^{3}/\_{2}}=37,9$ მ3/წმ.

ტიროლის ტიპის წყალმიმღებ ღარიანი სექციით გატარებული წყლის ხარჯი ტოლი იქნება

$Q=mb\_{e}\sqrt{2g}×H\_{0}^{^{3}/\_{2}}=0,40×5,76×\sqrt{19,62}×(1,90+0,20)^{^{3}/\_{2}}=31,0 $ მ3/წმ.

ჯამში გვექნება

37,9+31,0=68,9 მ3/წმ.≈65 მ3/წმ.

ამგვარად ვიღებთ რომ ზედა ბიეფში 1629,4 მ. წყლის დონის პირობებში, სათავე ნაგებობა ატარებს საანგარიშო 65 მ3/წმ წყლის ხარჯს. გარკვეული მარაგით, ზედა ბიეფის მხრიდან სათავე ნაგებობის კედლების და ბურჯების ნიშნულს ვიღებთ 1630,5 მ-ის ტოლად, რაც უზრუნველყოფს სათავე ნაგებობით, სამოწმებელი, 75 მ3/წმ წყლის ხარჯის გატარებასაც.

შევამოწმოთ, დაკმაყოფილებულია თუ არა ის პირობა, რომ წყალსაშვი არ არის დატბორილი, და შესაბამისად, შეუტბორავი გადადინების საანგარიშო ფორმულების გამოყენება, ზემოთ მოყვანილი გაანგარიშებებისას, გამართლებულია.

წყალსაშვი დაუტბორავია მაშინ, თუ დაკმაყოფილებულია პირობა:

$$P+h\_{kr}\geq h\_{b}$$

სადაც:

P- არის კაშხლის ქიმის სიმაღლე მდინარის კალაპოტიდან. წყალმიმღებ ღარიანი სექციისათვის მისი მნიშვნელობა ტოლია 1627,50-1624,7=2,80 მ.

hb არის წყლის სიღრმე ქვედა ბიეფში. მისი მნიშვნელობა ტოლია 1625,50-1624,23=1,27 მ.

hkr არის წყლის ფენის დამყარებული სიმაღლე წყალსაშვის ქიმზე. მისი მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით

hkr= k×H0

სადაც h არის გეომეტრიული დაწნევა წყალსაშვის ქიმზე, რომელიც ზემოდ მოყვანილი გაანგარიშებების თანახმად ტოლია 1,9 მ.-ის.

k –კოეფიციენტია. რომლის მნიშვნელობაც დამოკიდებულია წყალსაშვის შესასვლელი ნაწილის კონფიგურაციაზე. საანგარიშო სათავე ნაგებობისათვის k=0,67

H0 – არის წყლის დაწნევა წყალსაშვზე, მოდინების სიჩქარის გათვალისწინებით, რომელიც ტოლია 2,0 მ/წმ-ის:

$H\_{0}=H+\frac{v\_{0}^{2}}{2g}$=1,90+0,20=2,10 m.

hkr= k×H0=0,67×2,10=1,41 m.

2,80+1,41=4,21$\geq $1,27 მ.

რაც ნიშნავს რომ გვაქვს კაშხალზე დაუტბორავი გადადინების შემთხვევა, და შესაბამისად გაანგარიშებებისთვის, დაუტბორავი გადადინების ფორმულების გამოყენება შესაძლებელია.

მდ. კორხზე მოსაწყობი "ახალქალაქი ჰესი 2"-ის წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებას ვატარებთ შემდეგი საწყისი მონაცემებისათვის:

* ზედა ბიეფში წყლის შეტბორვის ნიშნული -1629,4 მ.
* წყლის მოდინების სიჩქარე - 2,0 მ/წმ:.
* საანგარიშო ხარჯი $-65 $მ3/წმ
* წყალგამტარი ფრონტის სიგანე 6,0+8,60=14,60 მ.
* ნაკადის ხვედრითი ხარჯი 65:14,6=4,45 მ3/წმ.
* წყლის დონე სათავე ნაგებობის ქვედა ბიეფში მოცემული საანგარიშო ხარჯისას - 1625,50. წყლის სიღრმე 1625,50-1624,23=1,27 მ.
* სათავე წყალმიმღები კვანძის ქვედა ბიეფში წყალგამტარი კალაპოტის სიგანე- 19,5 მ. 1 მ. სიგანეზე მოსული ხარჯი შეადგენს 65,0:19,5=3,33 მ3/წმ-ს.
* მდინარის კალაპოტის ფსკერის გასაშუალებული ნიშნული ზედა ბიეფის მხრიდან - 1625,0 მ.-ს.
* კაშხლის წყალსაშვიანი სექციის ქიმის ნიშნული - 1628,0 მ.
* კაშხლის , ტიროლის ტიპის წყალმიმღებ ღარიანი სექციის ქიმის ნიშნული - 1627,5 მ..

წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებას ვატარებთ იმ მეთოდიკით, რაც ზემოთ გამოვიყენეთ, მდ. ფარავანზე მოსაწყობი „ახალქალაქი 1 ჰესი“-ს სათავე ნაგებობის წყალსაცემი ჭის გაანგარიშებისას. ამასთან უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი გარემოება. საანგარიშო კაშხლის წყალგამტარი ფრონტი შედგება ორი სექციისაგან, რომელთაც აქვთ ქიმის განსხვავებული ნიშნულები და შესაბამისად განსხვავებული ხვედრით ხარჯი. წყალსაცემი ჭის ზომები კაშხლის მთელს სიგრძეზე უცვლელია. შესაბამისად ეს ზომები უნდა გავთვალოთ კაშხლის იმ სექციისათვის, რომლისთვისაც უფრო მეტია ხვედრითი ხარჯის მნიშვნელობა. ასეთია წყალმიმღებ ღარიანი სექცია, რომლის სიგანეა 6,0 მ. და მდინარეში მაქსიმალური საანგარიშო ხარჯის გავლისას ატარებს 31,0 მ3.წმ წყლის ხარჯს. შესაბამისა, ამ სექციისათვის ხვედრითი ხარჯი ტოლია 31:6=5,17 მ3/წმ-ს, რომლის მიხედვითაც ვატარებთ გაანგარიშებებს.

ქვედა ბიეფში, წყალსაშვზე გადადინებული ნაკადის შეუღლების ხასიათის დასადგენად უნდა გაანგარიშდეს შემდეგი კრიტერიუმის მნიშვნელობა:

$$П\_{k.b}=\frac{q^{2}}{g×h\_{b}^{3}}=\frac{3,33^{2}}{9,81×1,27^{3}}=0,54$$

სადაც 3,33 მ3/წმ არის ხვედრითი ხარჯი ქვედა ბიეფში, 19,5 მ. სიგანეზე

რადგან მიღებული მნიშვნელობა 0,54>0,375, მითითებულ ტექნიკურ ლიტერატურაში მოყვანილი რეკომენდაციების თანახმად, ვიღებთ, რომ კაშხლის ქვედა ბიეფში შეუღლება მოხდება ნახტომი-ტალღის სახით.

განვსაზღვროთ შეუღლებული სიღრმე ჰიდრავლიკური ნახტომის წინ:

$h\_{b}^{'}=\sqrt{\frac{q^{2}}{g×h\_{b}}}=\sqrt{\frac{5,17^{2}}{9,81×1,27}}=1,47$.

ამ შემთხვევაში q არის ხვედრითი ხარჯი წყალმიმღებ ღარიანი სექციის ფარგლებში, რაც ტოლია 31:6=5,17 მ3/წმ-ის.

განვსაზღვროთ

$$Ф\left(τ\_{с}\right)=\frac{q}{φ×E\_{0}^{^{3}/\_{2}}}=\frac{5,17}{0,90×4,60^{^{3}/\_{2}}}=0,582$$

სადაც $E\_{0}=h\_{1}+d=$2,1+2,5=4,6 მ. სადაც 2,1=1,9+0,20 არის წყლის დონე წყალსაშვზე, წყლის მოდინების სიჩქარის გათვალისწინებით.

მითითებულ ლიტერატურაში მოყვანილი ცხრილიდან (И.И. Агроскинидр. Гидравлика. Таблица XVII Функции для расчета сопряжения в нижнем бьефе водосливных сооружений), $Ф\left(τ\_{с}\right)=0,582$-სათვის ვიღებთ, რომ τშეკ=0,141 შესაბამისად:

$h\_{შეკ}=τ\_{შეკ}×E\_{0}=0,141×4,60=0,65 $მ.

რადგან (hბI=1,49 მ).>(hშეკ.=0,65 მ.) ე.ი. გვაქვს განდევნილი ჰიდრავლიკური ნახტომი და წყალსაცემი ჭის მოწყობა აუცილებელია.

გავიანგარიშოთ წყალსაცემი ჭის ზომები.

წყლის დონის ვარდნის სიდიდე ჭიდან გამოსვლის კვეთში შეადგენს;

$∆z=\frac{q^{2}}{2×g×φ^{2}×h\_{b}^{2}}=\frac{3,33^{2}}{19,62×0,9^{2}×1,27^{2}}$=0,43 მ.

განვსაზღვროთ წყალსაცემი ჭის სიღრმე თანდათანობითი მიახლოების მეთოდით.

პირველ რიგში უნდა ვიანგარიშოთ

$$h\_{k}^{"}=\sqrt{\left(h\_{შეკ}\right)^{2}+\frac{2αq}{g}×\left(v\_{შეკ}-v\_{2}\right)}=\sqrt{\left(0,65\right)^{2}+\frac{2×1×3,33}{9,81}×\left(7,95-1,96\right)}=2,12 $$

მოყვანილ გაანგარიშებაში vშეკ=q:hშეკ= 5,17:0,65 =7,95 ხოლო v2 არის წყლის სიჩქარე ქვედა ბიეფში, რომელიც იანგარიშება ფორმულით:

$v\_{2}=\frac{q}{h\_{b}+∆z}=\frac{3,33}{1,27+0,43}=1,96 $მ/წმ

პირველი მიახლოებით წყალსაცემი ჭის სიღრმე ტოლი იქნება;

$d=δ\_{მარ}×h\_{ჭის}^{"}-\left(h\_{ბ}+∆z\right)=1.05×2,12-\left(1,27+0,43\right)=0,53 $მ.

ამის შემდეგ ვატარებთ გაანგარიშებას მეორე მიახლოებით. წყალსაცემი ჭის სიღრმეს ვიღებთ 0,53 მ.-ის ტოლს. ამ შემთხვევაში უკვე გვექნება რომ

$$E\_{o}=2,1+2,5+0,53=5,13 მ.$$

Eo –ის ამ მნიშვნელობის შესაბამისად, პირველი გაანგარიშების ანალოგიურად ვანგარიშობთ ჭის სიღრმის მნიშვნელობას. გაანგარიშებები გრძელდება მანამ, სანამ ჭის სიღრმის დაშვებული და მიღებული მნიშვნელობები, გარკვეული მისაღები მიახლოებით არ დაემთხვევა ერთმანეთს.

$$Ф\left(τ\_{с}\right)=\frac{q}{φ×E\_{0}^{^{3}/\_{2}}}=\frac{5,17}{0,90×5,13^{^{3}/\_{2}}}=0,494$$

$h\_{შეკ}=τ\_{შეკ}×E\_{0}=0,119×5,13=0,61$.

vშეკ=5,17 : 0,61=8,48 მ/წმ;

$$h\_{k}^{"}=\sqrt{\left(0,61\right)^{2}+\frac{2×1×5,17}{9,81}×\left(8,48-1.96\right)}=2,69$$

$d=1.05×2,69-\left(1,27+0,43\right)=1,12 $მ.

გავიანგარიშოთ ჭის სიღრმე მესამე მიახლოებით. წყალსაცემი ჭის სიღრმეს ვიღებთ 1,12 მ.-ის ტოლად. გვექნება

$$E\_{o}=5,72 მ.$$

$$Ф\left(τ\_{с}\right)=\frac{q}{φ×E\_{0}^{^{3}/\_{2}}}=\frac{5,17}{0,90×5,72^{^{3}/\_{2}}}=0,420$$

$h\_{შეკ}=τ\_{შეკ}×E\_{0}=0,100×5,72=0,572 $მ.

vშეკ=5,17 : 0,572=9,04 მ/წმ;

$$h\_{k}^{"}=\sqrt{\left(0,572\right)^{2}+\frac{2×1×5,17}{9,81}×\left(9,04-1,96\right)}=2,79$$

$d=1.05×2,79-\left(1,27+0,43\right)=1,23$.

როგორც ვხედავთ ჭის სიღრმის დაშვებული (1,12 მ.) და მიღებული (1,23 მ.) მნიშვნელობები საკმაოდ ახლოა ერთმანეთთან. შესაბამისად გაანგარიშებებს ვწყვეტთ და ჭის სიღრმის გაანგარიშებით მიღებულ მნიშვნელობას ვიღებთ 1,22≈1,20 მ.-ის ტოლად.

წყალსაცემი ჭის სიგრძე ტოლია შეტბორილი ნახტომის სიგრძისა და იანგარიშება დამოკიდებულებით.

$$l\_{ჭის}=l\_{ნახტ}=3h\_{ჭის}^{"}=3×2,79=8,37 მ.$$

საბოლოოდ, ზემოდ მოყვანილ გაანგარიშებებზე დაყრდნობით, წყალსაცემი ჭის სიღრმეს ვიღებთ გაანგარიშების მიხედვით 1,2 მ.-ის ტოლად, ხოლო სიგრძეს კონსტრუქციული მოსაზრებებიდან გამომდინარე, ვიღებთ გარკვეული ნამატით, 14,0 მ.-ის ტოლს.