

**Մանասի առու ՕԿՋ-ի հողային պատվարի շեպերի ընդհանուր կայունության և սեյսմիկ ազդեցության պայմաններում մնացորդային դեֆորմացիաների հաշվարկ շրջանագլանային սահքի մակերևույթների մեթոդով
Ներածություն**

Մանասի առու ՕԿՋ-ը գտնվում է Հայաստանի Գեղարքունիկի մարզում և տեղակայված է Մարտունի գետի աջ ափում:

ՕԿՋ-ը նախատեսված է կառուցել տեղակայման կիսահանույթ-կիսալիցք տարբերակով, այսինքն պատվարի մարմինը նախատեսված է կառուցել ՕԿՋ-ի թասը ստեղծող հանույթի գրունտներից: Այդ գրունտները և պատվարի հիմնատակում տեղակայված գրունտներ նույն են:

Պատվարի հիմնատակը ներկայացված է ճալաքարակոպճային բնահողերով, որոնք ունեն հետևյալ ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները.

- Ներքին շփման անկյուն – 33°
- Տեսակարար կապակցվածություն – 0
- Տեսակարար ծավալային կշիռ – 2.3 տ/մ^3

Որպես հակաֆիլտրացիոն տարր նախատեսվում է օգտագործել պոլիէթիլենային գեոմեմբրան կամ բենտոնիտային գորգ, որոնց միջոցով բացառվում է ֆիլտրացիոն հոսքը պատվարի հիմքում և մարմնում, քանի որ հակաֆիլտրացիոն տարրը նախատեսված է փռել ամբողջ թասի և պատվարի վերին շեպի մակերևույթով:

Համաձայն ՀՀԾՆ 20.04.2020-ի հավելված 1-ում բերված «Հայաստանի Հանրապետության տարածքի հավանական սեյսմիկ վտանգի գոտիավորման քարտեզ» - ի՝ դիտարկվող պատվարը գտնվում է ազդեցության 0.3g ինտենսիվությամբ I գոտում:

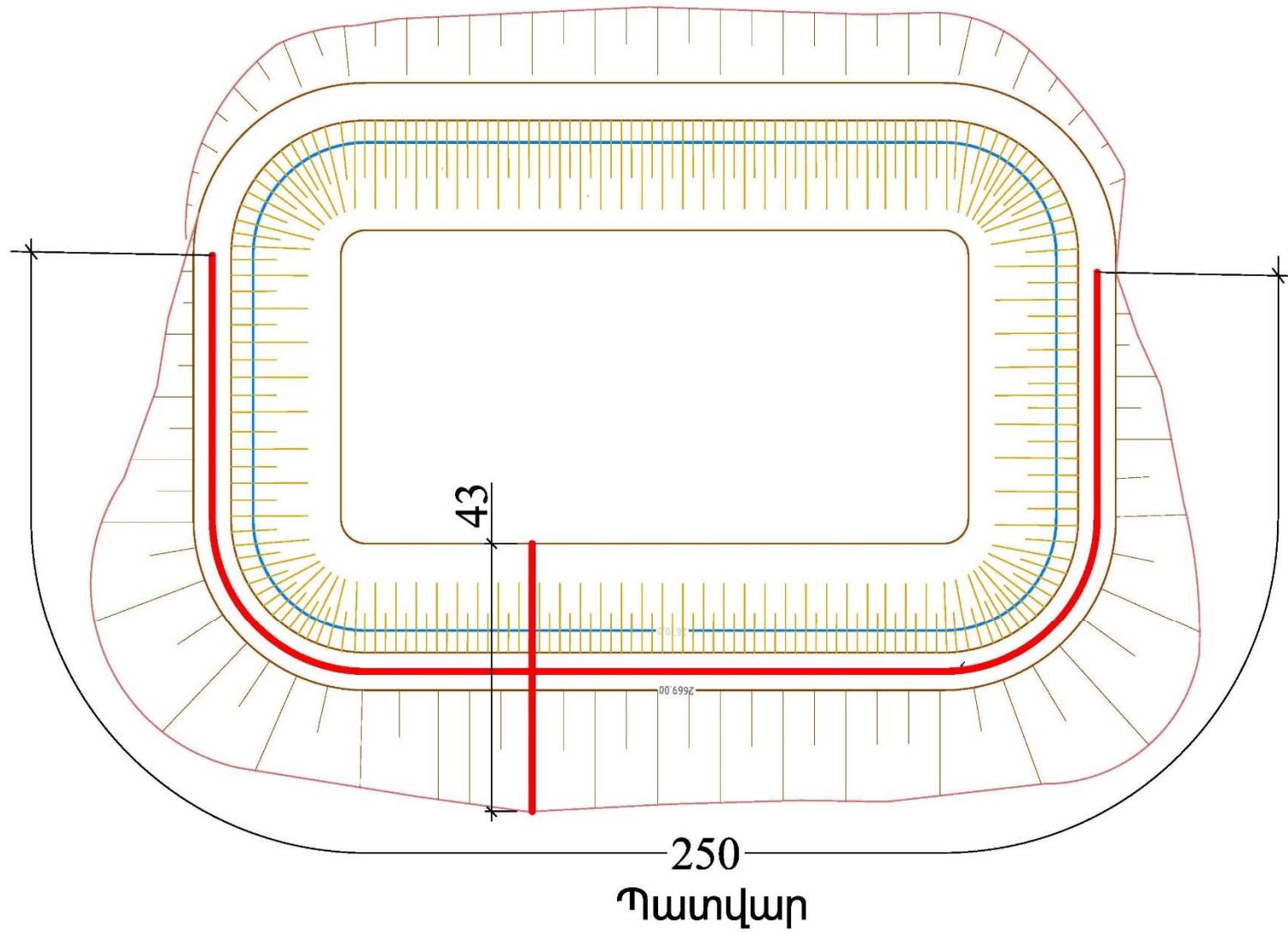
Համաձայն ՀՀԾՆ 33-01-2014 հավելված 2-ի՝ դիտարկվող պատվարը ըստ բարձրության, տնտեսական նշանակության և մոտակա բնակավայրերին պատճառվող հնարավոր վնասի պատկանում է IV կարգին, հետևաբար ըստ ՀՀԾՆ 20.04.2020-ի կետ 317-ի թույլատրելի վնասվածքների գործակիցը կազմում է $k_1=0.4$, իսկ պատասխանատվության գործակիցը՝ $k_2=1.1$:

Շինհրապարակի գրունտները ըստ սեյսմիկ հատկությունների համաձայն ՀՀԾՆ 20.04.2020-ի աղյուսակ 2-ի II կարգի գրունտներ են: Գրունտային պայմանների գործակիցը ըստ ՀՀԾՆ 20.04.2020-ի աղյուսակ 4-ի՝ $k_0=1.0$:

ՕԿՋ-ն օրվա ընթացքում լրիվ լցվում է և լրիվ դատարկվում է:

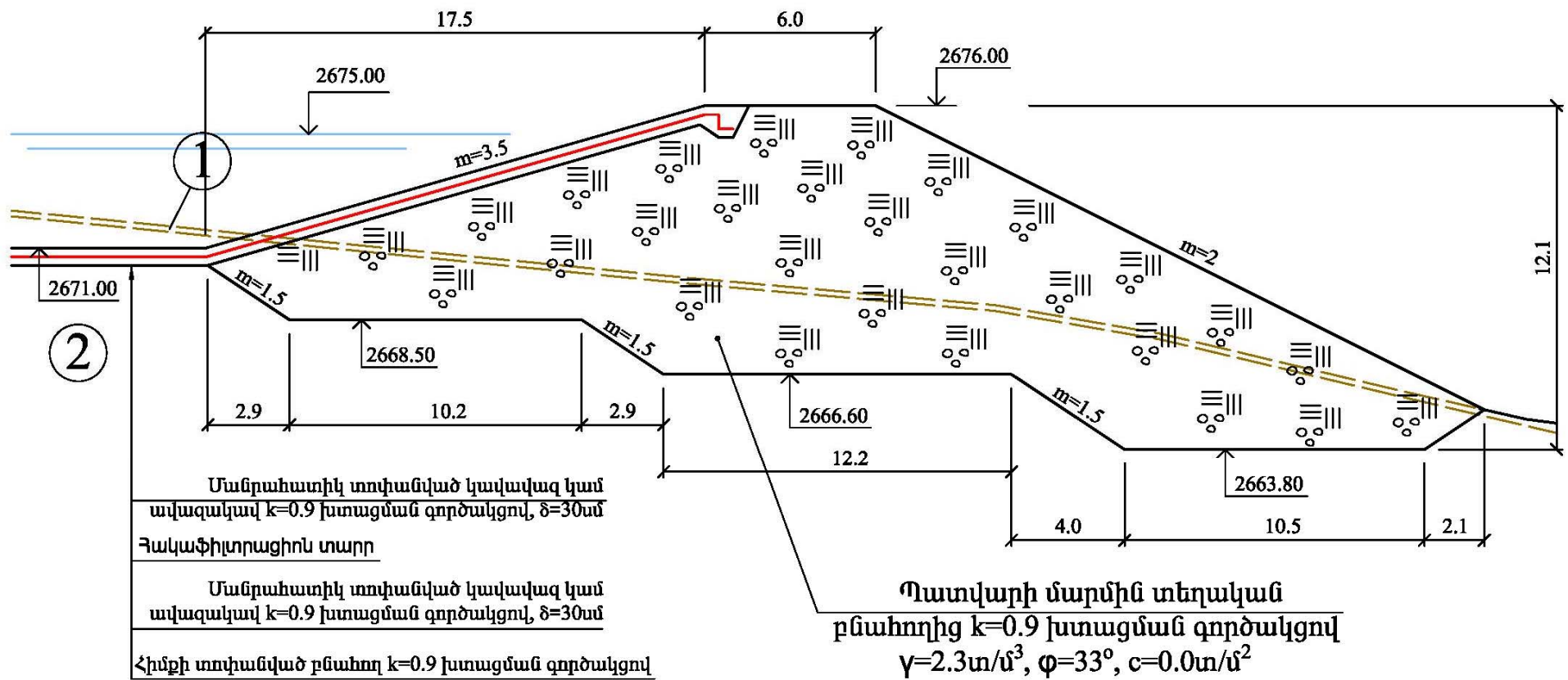
Նախագծվող պատվարի հատակագիծը բերված է նկար 1-ում, իսկ լայնական գլխավոր կտրվածքը՝ նկար 2-ում:

Սույն հաշվետվության նպատակն է գնահատել պատվարի անվտանգության աստիճանը համապատասխան ՀՀ-ում գործող նորմերի և դրանց կից ձեռնարկների:



Պատվարի հիմքի չափեր՝ A=250մ; B=43մ

Նկ.1 ՕԿՁ-ի հատակագիծ



Նկ.2 Պատվարի լայնական կտրվածք

Նորմերի պահանջները

Հաղային պատվարների շեպերի կայունությունը կարգավորվում է համաձայն ՀՀՇՆ 33-01-2014 – ի կետ 95-ի, և СНиП 2.06.05-84 – ի կետ 5.11-ի

$$\gamma_{lc} F \leq \frac{R}{\gamma_n} \quad \text{կամ} \quad k = \frac{R}{F} \geq \gamma_{lc} \gamma_n$$

բանաձևով, որտեղ

γ_{lc} – բեռնվածքների զուգորդության գործակիցն է, որը ընդունվում է

- առաջին խմբի սահմանային վիճակներով հաշվարկելիս՝ նորմալ շահագործման ժամանակաշրջանում բեռնվածքների ու ազդեցությունների հիմնական զուգորդության համար՝ 1.00, նույնը շինարարության և վերանորոգման ժամանակաշրջանի համար՝ 0.95,
- բեռնվածքների ու ազդեցությունների հատուկ զուգորդության ժամանակ՝ հատուկ բեռնվածքի դեպքում, այդ թվում սեյսմիկ՝ 1-ին, 2-րդ և 3-րդ գոտիների համար համապատասխանաբար՝ 0.95, 0.9 և 0.85;

γ_n – հուսալիության գործակից ըստ կառուցվածքի պատասխանատվության, որը ընդունվում է

- առաջին խմբի սահմանային վիճակներով հաշվարկելիս, ըստ կառուցվածքների կարգի՝

I – 1.25	II – 1.20	III – 1.15	IV – 1.10
----------	-----------	------------	-----------

F – դեֆորմացիայի կամ այլ հարաչափերի ընդհանրացված ուժային գործոնի (ուժ, մոմենտ, լարում) հաշվարկային արժեքը, որով կատարվում է սահմանային վիճակի գնահատումը

R – նախագծման նորմերով հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների առանձին տեսակների համար սահմանվող ձևախախտման կամ այլ հարաչափերի ընդհանրացված կրողունակության հաշվարկային կամ նորմատիվ արժեքը

Հաշվի առնելիս նորմերի պահանջները՝ բեռնվածքների հատուկ և հիմնական զուգակցումների դեպքում, բավարարման ենթակա կայունության պաշարի գործակցի արժեքները՝ կախված կառուցվածքի կարգից և բեռների զուգակցման տեսակից, բերված են ստորև աղյուսակ 1-ում.

Աղյուսակ 1

Զուգակցում	Սեյսմիկ գոտի	Կառույցի կարգը			
		I	II	III	IV
Հիմնական, Շահագործման դեպք	----	1.25	1.20	1.15	1.10
Հիմնական, Շինարարական/նորոգման դեպք	----	1.188	1.14	1.093	1.045
Հատուկ	I	1.188	1.14	1.093	1.045
	II	1.125	1.08	1.035	0.99
	III	1.063	1.02	0.978	0.935

Հաշվարկների արդյունքում ստացված կայունության պաշարի գործակիցները պիտի լինեն ոչ պակաս աղյուսակում բերված արժեքներից, հիմնական զուգորդության դեպքերում:

Հատուկ զուգորդության դեպքում վերը նշված հիմնական զուգորդության դեպքի սկզբունքը կարող է չբավարարվել: Հատուկ զուգորդության դեպքի այս հնարավորությունը կարգավորվում է համաձայն ՀՀՇՆ 20.04.2020 կետ 4-ի և 312-ի, որոնց պարունակությունը բերված է ստորև:

4. Սույն նորմերը սահմանում են նվազագույն պարտադիր պահանջներ շենքերի և կառույցների անհրաժեշտ երկրաշարժադիմացկունության (սեյսմակայունության) մակարդակն ապահովելու համար: Սույն շինարարական նորմերի պահանջներին համապատասխան՝ նախագծված և կառուցված շենքերում ու կառույցներում գրունտի հաշվարկային արագացմամբ (աղյուսակ 1) երկրաշարժի ժամանակ թույլատրվում են աղյուսակ 24-ում նկարագրված բնութագրերին համապատասխան թեթև, չափավոր վնասվածքներ, որոնք երկրաշարժից հետո ենթակա են վերականգնման:

312. Գրունտային կառուցվածքներում թույլատրվում են մնացորդային դեֆորմացիաներ և վնասվածքներ, որոնք չեն բերում վտանգավոր հետևանքների, այն պայմանով, որ երկրաշարժից հետո դրանք կարող են վերացվել կառուցվածքի նորոգումով: Սահմանային անդարձելի դեֆորմացիաները պետք է նշանակվեն հատուկ հիմնավորմամբ, հաշվի առնելով շինարարական հրապարակի բնական պայմանները, կոնստրուկցիաների առանձնահատկությունները և կառուցվածքի շահագործման պայմանները: Պետք է հաշվի առնել ճնշումային ճակատի կառուցվածքների պահպանման (առանց նորոգման) անհրաժեշտությունը հաշվարկայինից 2 անգամ փոքր ինտենսիվությամբ կրկնվող երկրաշարժերի ազդեցության դեպքում: ...

Վերլուծելով կայունությունը կորցրած շեպերի փլուզման մարմինների տեղաշարժի հետևանքով սպասվող վտանգները կարելի է եզրակացնել, որ դրանք երկուսն են.

- ճնշումային ճակատի խախտում և ՕԿՋ-ում կուտակված ջրի արտահոսք պատվարի վրայով, որի հետևանքով պատվարը կենթարկվի վերջնական փլուզման;
- հակաֆիլտրացիոն տարրերի խզում, որի հետևանքով հնարավոր է ֆիլտրացիոն ուղիների առաջացում, որոնց չափերը և հոսքի արագությունը ենթակա են մեծացման, ինչի հետևանքով կսկսվի անկառավարելի մեխանիկական սուֆոզիա, ինչը նույնպես աստիճանաբար կբերի պատվարի փլուզման:

Հետևաբար, տեղաշարժերը ենթակա են սահմանափակման, շեպերի թեքությունը փոփոխելու միջոցով:

Առաջին վտանգը բացառելու նպատակով պետք է հաշվարկային և երկու անգամ փոքր ինտենսիվությամբ երկրաշարժերի ընթացքում ստացված վերևի և ներքևի շեպերի իրար հատող սահքի մակերևույթներով սահմանափակված փլուզման մարմինների տեղափոխությունների ողղաձիգ պրոեկցիաների ընդանուր գումարը չպետք է գերազանցի հակաֆիլտրացիոն տարրի կատարի պաշարի արժեքի 90-95%-ը՝ ՕԿՋ-ում ջրի առավելագույն մակարդակի նկատմամբ: Այս պահանջը կապահովի ճնշումային ճակատի պահպանումը երկրաշարժի ընթացքում:

Երկրորդ վտանգը կբացառվի, եթե հաշվարկային և երկու անգամ փոքր ինտենսիվությամբ երկրաշարժերի ընթացքում վերևի շեպի ստացված նվազագույն պաշարի գործակցով փլուզման մարմնի տեղափոխությունների գումարը չառաջացնի տվյալ ՕԿՋ հակաֆիլտրացիոն տարրի խզում: Պոլիէթիլենային գեոմեմբրանը կամ բենտոնիտային գորգը պետք է ունենան հիշյալ տեղափոխությունների գումարը կոմպենսացնելու հնարավորություն:

Սեյսմիկ ազդեցությունները հողային պատվարների կայունությունը գնահատելիս հաշվի են առնվում հաշվային փոփոխական ըստ պատվարի բարձրության հորիզոնական արագացումների էպյուրով, համաձայն ՀՀՇՆ 20.04.2020-ի կետ 327-ի և ПИ7-85/ВНИИГ «Учет сейсмических воздействий при проектировании гидротехнических сооружений» ձեռնարկի:

Հաշվարկային ալգորիթմ

Հաշվի առնելով, որ նախագծվող պատվարի հակաֆիլտրացիոն տարրը՝ գեոմեմբրան է կամ բենտոնիտային գորգ՝ հաշվարկային պրոցեսի մեջ չեն ներառվել ֆիլտրացիոն հաշվարկներ: Հետևաբար պատվարի հիմնատակը և մարմինը ընդունված են ջրազուրկ:

Պատվարի կայունության հաշվարկները իրականացվել են GeoStudio փաթեթի կազմի մեջ մտնող Slope/w ծրագրով՝ Մորգենշտերն-Պրայսի մեթոդով:

Հաշվի առնելով պատվարի և հիմնատակի գրունտների դինամիկական հատկությունները և դրանց ֆունկցիաները որոշելու համար անհրաժեշտ լաբորատոր միջոցների բացակայությունը ՀՀ-ում, և արտասահմանում դրանց պատվիրելու բարձր արժեքը, որոշվեց հաշվարկային հիմնավորումներ կատարել միայն վերը նշված Slope/w ծրագրի կիրառման միջոցով, քանի որ հիշյալ պարամետրերի բացակայության պայմաններում հնարավոր չէ ճշգրիտ և իրատես կերպով կիրառել GeoStudio փաթեթի մեկ այլ՝ սեյսմիկ ազդեցությունը գնահատելու համար նախատեսված Quake/w ծրագիրը: Այս ծրագրի փոխորեն՝

կիրառվել է П17-85/ВНИИГ «Учет сейсмических воздействий при проектировании гидротехнических сооружений» ձեռնարկում նկարագրված «Մահքի սեպի մեթոդի» միաչափ սխեման, որում պատվարը ընդունվում է որպես եռանկյունաձև կամ սեղանաձև կտրվածքի բարձակային ձող, որը խաբսխված է կոշտ հիմնատակի մեջ: Այս մեթոդով որոշվել են ըստ պատվարի բարձրության սեյսմիկ արագացումները՝ դրանց փոփոխական էպյուրը, հաշվի առնելով կառուցվածքի թույլատրելի վնասվածքների գործակիցը:

Քանի որ Slope/w ծրագրի մուտքային տվյալներում սեյսմիկ արագացումների փոփոխական էպյուրի մուտքագրման հնարավորությունը բացակայում է, ապա slope/w ծրագրով կայունության հաշվարկների ժամանակ, կիրառվել է ըստ պատվարի բարձրության սեյսմիկ արագացումների ուղղանկյունաձև տեսքի էպյուր, որի ինտենսիվությունը ընդունված է որպես վերը նշված փոփոխական էպյուրի առավելագույն արժեք (պատվարի կատարի):

Կայունության հաշվարկները կատարված են բեռնվածքների զուգորդության հիմնական և հատուկ դեպքերի համար՝ համեմատելով արդյունքները նախորդ կետում բերված նորմատիվային նվազագույն արժեքների հետ և անհրաժեշտության դեպքում՝ նորմատիվային պահանջներին համապատասխանությունը ապահովելու համար կատարվում է շեպերի թեքության փոփոխություն և հաշվարկների կրկնություն:

Համաձայն ՀՀՇՆ 20.04-2020 – ի կետ 312-ի (տես նախորդ կետ)՝ պատվարի շեպերի կայունության ապահովումը հատուկ զուգորդությունների դեպքում պարտադիր չէ, դա կարելի է տեսնել նաև նախորդ կետում բերված կայունության պաշարների գործակիցների աղյուսակում: Նույնիսկ այն դեպքերում, երբ կայունության պաշարի նորմատիվային արժեքը մեծ է 1-ից, դա չի նշանակում կայունության ապահովում սեյսմիկ ազդեցության պայմաններում, քանի որ ըստ նորմերի թույլատրվում է նվազեցնել սեյսմիկ ազդեցությունը՝ բազմապատկելով այն թույլատրելի վնասվածքների գործակցով և համարել պատվարի կրած վնասը ընդունելի:

Հետևաբար, նույնիսկ կայուն շեպերը, որոնք բավարարում են նշված նորմատիվային պահանջներին, ենթակա են մնացորդային դեֆորմացիաների՝ սեյսմիկ չնվազեցված ազդեցության պայմաններում, և անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատել դրանց թույլատրելիությունը՝ պատվարի ճնշումային ճակատի խախտման և հակաֆիլտրացիոն տարրի խզման տեսանկյունից:

Դեֆորմացիաների գնահատումը կատարվել է slope/w ծրագրով կայունության հաշվարկից ստացված ամենավտանգավոր (կայունության պաշարի նվազագույն արժեքով) սահքի մակերևույթների համար՝ իրական ($k_1=1$; $k_2=1$) սեյսմիկ ազդեցության ուղղանկյունաձև էպյուրի կիրառումով:

Մնացորդային դեֆորմացիաների հաշվարկը կատարվել է Բիրբրայերի մեթոդով (П17-85/ВНИИГ), որի համար նախապես որոշվել են պատվարի հիմքում կայունության սահմանային վիճակին բերող կրիտիկական արագացման n , և հորիզոնական և պտտական արագացումների կապի a գործակիցները: Այս գործակիցների արժեքները որոշելու համար, կատարվել է ընտրված՝ ամենավտանգավոր սահքի մակերևույթով սահմանափակված փլուզման պրիզմաի կայունության լրացուցիչ հաշվարկ՝ Մորգենշտերն-Պրայսի մեթոդով «Ustot» Excell ծրագրի միջոցով՝ սեյսմիկ արագացումների փոփոխական էպյուրով: Համաձայն նորմերի պահանջների՝ ընտրված նույն մակերևույթների համար կրկնվում է կայունության հաշվարկը՝ որոշելու համար a և n գործակիցները, այնուհետև մնացորդային դեֆորմացիաների հաշվարկը $\frac{1}{2}$ -րդ հաշվարկային ինքնափոխությամբ սեյսմիկ ազդեցության կրկնության պայմաններում:

Ստացված մնացորդային դեֆորմացիաների գնահատվում են պատվարի ընտրված կառուցվածքի համար ընդունելի լինելու տեսանկյունից և դրանց անբավարար ճանաչելու դեպքում հաշվարկը կրկնվում է ամենասկզբից՝ շեպերի նոր թեքությունների պայմաններում:

Հաշվարկների արդյունքներ

Հաշվարկի արդյունքները բեռնվածքների հիմնական զուգորդության դեպքում բերված են ստորև աղյուսակ 2-ում.

Կայունության հաշվարկների արդյունքները ստատիկ դեպքում

Աղյուսակ 2

№	Զուգորդություն, դեպք	Պաշարի գործակից K	Սահքի կորի կենտրոնի աբսցիսը, X , մ	Սահքի կորի կենտրոնի օրդինատը, Y , մ	Սահքի կորի շառավիղը, R , մ	Ծանոթություն
1	Հիմնական, ՎՇ*, ՆԴՄ*	4.72	36.2	26.9	9.298	Հավելված 1
2	Հիմնական, ՎՇ, Դատարկ*	2.46	26.6	42.5	26.31	Հավելված 2
3	Հիմնական, ՍՇ*, ՆԴՄ	1.36	74.8	50.3	40.212	Հավելված 3
4	Հիմնական, ՍՇ, Դատարկ	1.36	74.8	50.3	40.212	Հավելված 4

* - ՎՇ-վերնի շեպ, ՆՇ-ներքնի շեպ, ՆԴՄ-ՕԿՁ-ում ջրի մակարդակը գտնվում է նորմալ դիմադրախնամակարդակում, Դատարկ- ՕԿՁ դատարկ է:

Աղյուսակ 1-ում բերված տվյալների հիման վրա կարելի է եզրակացնել, որ բեռների հիմնական զուգորդությունների դեպքում պատվարի վերին և ստորին շեպերի ընդհանուր կայունությունը ապահովված է:

Վերլուծելով նույն տվյալները կարելի է նկատել, որ ՕԿՁ-ում ջրի առկայությունը օգտակար ազդեցություն է թողնում վերին շեալի կայունության վրա և չի ազդում ստորին շեալի կայունության վրա (պաշարի գործակիցները՝ ՎՇ - $2.46 < 4.72$; ՆՇ - $1.36 = 1.36$): Այդ պատճառով, բեռների հատուկ զուգորդության դեպքում ՕԿՁ-ն դիտարկվել է միայն դատարկ:

Սեյսմիկ ազդեցության պայմաններում պատվարի շեալերի կայունության հաշվարկը իրականացնելու նպատակով՝ հիմք ընդունելով ՀՀՇՆ 20.04.2020-ի կետ 327-ը և П17-85/ВНИИГ «Учет сейсмических воздействий при проектировании гидротехнических сооружений» ձեռնարկը՝ կատարվել է կառուցվածքի մարմնում առաջացող սեյսմիկ հորիզոնական արագացումների էպյուրի հաշվարկ:

Պատվարի հիմնատակում սպասվող սեյսմիկ ազդեցության հաշվարկային ինտենսիվությունը կկազմի՝ $A = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot a \cdot g = 1.0 \times 0.4 \times 1.1 \times 0.3 \times g = 0.132g$: Հաշվարկը բերված է աղյուսակ 4-ում:

Սեյսմիկ ազդեցության դեպքում կայունության հաշվարկները կատարված են աղյուսակ 4-ում հաշվարկված արագացումների էպյուրի առավելագույն արժեքի՝ $0,376g$ պայմաններում՝ ուղղանկյունաձև էպյուրով:

Հաշվարկի արդյունքները բեռվածքների հատուկ զուգորդության դեպքում բերված են ստորև աղյուսակ 3-ում.

Կայունության հաշվարկների արդյունքները սեյսմիկ դեպքում

Աղյուսակ 3

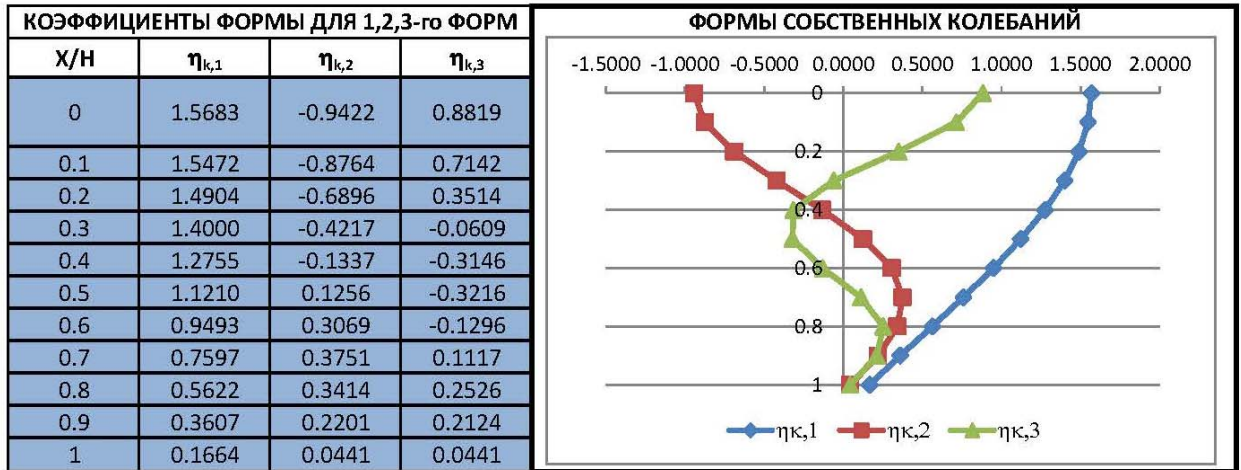
№	Զուգորդություն, դեպք	Պաշարի գործակից K	Սահքի կորի կենտրոնի աբսցիսը, X, մ	Սահքի կորի կենտրոնի օրդինատը, Y, մ	Սահքի կորի շառավիղը, R, մ	Ծանոթություն
1	Հատուկ, ՎՇ*, Դատարկ	0.97	26.6	42.5	26.31	Հավելված 5
2	Հատուկ, ՆՇ*, Դատարկ	0.65	75.6	51.5	41.6	Հավելված 6

* - ՎՇ-վերին շեալ, ՆՇ-ներքին շեալ, Դատարկ- ՕԿՁ դատարկ է:

Հաշվարկների արդյունքները վկայում են, որ պատվարի շեալերի կայունությունը ապահովված չէ, հետևաբար անհրաժեշտ է կատարել մնացորդային դեֆորմացիաների գնահատում իրական (չնվազեցված) սեյսմիկ էպյուրի ազդեցության տակ:

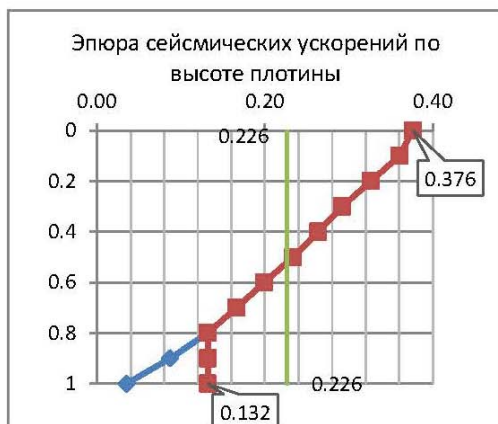
Պատվարի մարմնում սեյսմիկ արագացումների էպյուրի հաշվարկ $k_1=0.4$

N	Параметр	Обознач.	Ед.изм.	Значение
СЕЙСМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ				
1	Категория грунтов по сейсмическим свойствам	----	----	II
2	Расчетная плотность грунта	ρ	кг/м ³	2300
3	Скорость распространения поперечных упругих волн	V_{s0}	м/сек	850
4	Скорость распространения продольных упругих волн	V_{p0}	м/сек	1600.0
5	Статическое опытное давление на грунт	σ_{z0}	МПа	0.2
6	Высота грунтового сооружения	H_n	м	12
7	Средняя плотность грунтового сооружения	ρ_n	кг/м ³	2300
8	Давление в основании грунтового сооружения	σ_z	МПа	0.27
9	Расчетная скорость распространения поперечных упругих волн	V_s	м/сек	1162.2
10	Расчетная скорость распространения продольных упругих волн	V_p	м/сек	2187.7
11	Расчетный динамический модуль сдвига	G_0	МПа	319
12	Соотношение скоростей поперечных и продольных волн	γ_v	----	0.53
13	Динамический коэффициент Пуассона	μ_0	----	0.30
14	Расчетный динамический модуль деформации	E_0	МПа	830
ДИНАМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ГРУНТОВ ПЛОТИНЫ				
15	Продольный размер равновеликого с основанием плотины прямоугольника	A	м	250
16	Поперечный размер равновеликого с основанием плотины прямоугольника	B	м	43
17	Осредненная скорость распространения поперечных упругих волн в теле плотины	$V_{сп}$	м/сек	650
18	Осредненная скорость распространения продольных упругих волн в теле плотины	$V_{рп}$	м/сек	1300
19	Расчетный динамический модуль сдвига	G_n	МПа	99.1
20	Соотношение скоростей поперечных и продольных волн	$\gamma_{вп}$	----	0.50
21	Динамический коэффициент Пуассона	μ_n	----	0.33
22	Расчетный динамический модуль деформации	E_n	МПа	264.2
ДИНАМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СООРУЖЕНИЯ				
23	Соотношение	A/B	----	5.81
24	Коэффициент податливости основания по Фогту	k_n	----	2.01
25	Коэффициент k_0	k_0	----	0.245
26	Коэффициент k_1 для 1-го тона	k_1	----	2.17
27	Коэффициент k_1 для 2-го тона	k_2	----	5.28
28	Коэффициент k_1 для 3-го тона	k_3	----	8.39
29	Периоды собственных колебаний для 1-го тона	T_1	сек	0.053
30	Периоды собственных колебаний для 2-го тона	T_2	сек	0.022
31	Периоды собственных колебаний для 3-го тона	T_3	сек	0.014
32	Коэффициент динамичности для 1-го тона	β_1	----	1.5346
33	Коэффициент динамичности для 2-го тона	β_2	----	1.2196
34	Коэффициент динамичности для 3-го тона	β_3	----	1.1383



35	Относительный коэффициент интенсивности сейсмического воздействия	$A=a/g$	доли g	0.3
36	Коэффициент грунтовых условий	k_0	----	1
37	Коэффициент допустимых повреждений	k_1	----	0.4
38	Коэффициент ответственности	k_2	----	1.1
39		$Ak_0k_1k_2$	----	0.132

РАСЧЕТ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ ПО ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЫСОТЕ ПЛОТИНЫ								
Х/Н	$\beta_1\eta_{k,1}$	$\beta_2\eta_{k,2}$	$\beta_3\eta_{k,3}$	$(\beta_1\eta_{k,1})^2$	$(\beta_2\eta_{k,2})^2$	$(\beta_3\eta_{k,3})^2$	$\sqrt{\Sigma(\beta_i\eta_{k,i})^2}$	$Ak_0k_1k_2\sqrt{\Sigma(\beta_i\eta_{k,i})^2}$
0	2.4067	-1.1491	1.0039	5.79	1.32	1.01	2.85	0.376
0.1	2.3742	-1.0689	0.8129	5.64	1.14	0.66	2.73	0.360
0.2	2.2872	-0.8411	0.4000	5.23	0.71	0.16	2.47	0.326
0.3	2.1484	-0.5143	-0.0694	4.62	0.26	0.00	2.21	0.292
0.4	1.9573	-0.1630	-0.3581	3.83	0.03	0.13	2.00	0.264
0.5	1.7203	0.1532	-0.3661	2.96	0.02	0.13	1.77	0.233
0.6	1.4568	0.3743	-0.1476	2.12	0.14	0.02	1.51	0.200
0.7	1.1659	0.4575	0.1271	1.36	0.21	0.02	1.26	0.166
0.8	0.8627	0.4164	0.2875	0.74	0.17	0.08	1.00	0.132
0.9	0.5536	0.2684	0.2418	0.31	0.07	0.06	0.66	0.087
1	0.2554	0.0537	0.0501	0.07	0.00	0.00	0.27	0.035



Վերը նշված իրական (չնվազեցված) էպյուրի հաշվարկը՝ $k_0=1$; $k_1=1$; $k_2=1$ նորմատիվային գործակիցների պայմաններում բերված է ստորև աղյուսակ 5-ում: Պատվարի հիմնատակում սպասվող սեյսմիկ ազդեցության հաշվարկային ինտենսիվությունը կկազմի՝ $A=k_0 k_1 k_2 a$ $g=1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.3g = 0.3g$:

Պատվարի մարմնում սեյսմիկ արագացումների էպյուրի հաշվարկ $k_1=1.0$

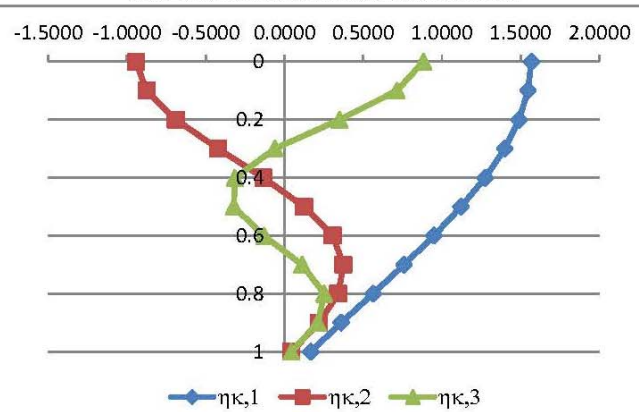
N	Параметр	Обознач.	Ед.изм.	Значение
СЕЙСМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ				
1	Категория грунтов по сейсмическим свойствам	----	----	II
2	Расчетная плотность грунта	ρ	кг/м ³	2300
3	Скорость распространения поперечных упругих волн	V_{s0}	м/сек	850
4	Скорость распространения продольных упругих волн	V_{p0}	м/сек	1600.0
5	Статическое опытное давление на грунт	σ_{z0}	МПа	0.2
6	Высота грунтового сооружения	H_n	м	12
7	Средняя плотность грунтового сооружения	ρ_n	кг/м ³	2300
8	Давление в основании грунтового сооружения	σ_z	МПа	0.27
9	Расчетная скорость распространения поперечных упругих волн	V_s	м/сек	1162.2
10	Расчетная скорость распространения продольных упругих волн	V_p	м/сек	2187.7
11	Расчетный динамический модуль сдвига	G_0	МПа	319
12	Соотношение скоростей поперечных и продольных волн	γ_v	----	0.53
13	Динамический коэффициент Пуассона	μ_0	----	0.30
14	Расчетный динамический модуль деформации	E_0	МПа	830

N	Параметр	Обознач.	Ед.изм.	Значение
ДИНАМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ГРУНТОВ ПЛОТИНЫ				
15	Продольный размер равновеликого с основанием плотины прямоугольника	A	м	250
16	Поперечный размер равновеликого с основанием плотины прямоугольника	B	м	43
17	Осредненная скорость распространения поперечных упругих волн в теле плотины	$V_{сп}$	м/сек	650
18	Осредненная скорость распространения продольных упругих волн в теле плотины	$V_{рп}$	м/сек	1300
19	Расчетный динамический модуль сдвига	G_n	МПа	99.1
20	Соотношение скоростей поперечных и продольных волн	γ_{np}	----	0.50
21	Динамический коэффициент Пуассона	μ_n	----	0.33
22	Расчетный динамический модуль деформации	E_n	МПа	264.2
ДИНАМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СООРУЖЕНИЯ				
23	Соотношение	A/B	----	5.81
24	Коэффициент податливости основания по Фогту	k_n	----	2.01
25	Коэффициент k_0	k_0	----	0.245
26	Коэффициент k_i для 1-го тона	k_1	----	2.17
27	Коэффициент k_i для 2-го тона	k_2	----	5.28
28	Коэффициент k_i для 3-го тона	k_3	----	8.39
29	Периоды собственных колебаний для 1-го тона	T_1	сек	0.053
30	Периоды собственных колебаний для 2-го тона	T_2	сек	0.022
31	Периоды собственных колебаний для 3-го тона	T_3	сек	0.014
32	Коэффициент динамичности для 1-го тона	β_1	----	1.5346
33	Коэффициент динамичности для 2-го тона	β_2	----	1.2196
34	Коэффициент динамичности для 3-го тона	β_3	----	1.1383

КОЭФИЦИЕНТЫ ФОРМЫ ДЛЯ 1,2,3-го ФОРМ

X/H	$\eta_{k,1}$	$\eta_{k,2}$	$\eta_{k,3}$
0	1.5683	-0.9422	0.8819
0.1	1.5472	-0.8764	0.7142
0.2	1.4904	-0.6896	0.3514
0.3	1.4000	-0.4217	-0.0609
0.4	1.2755	-0.1337	-0.3146
0.5	1.1210	0.1256	-0.3216
0.6	0.9493	0.3069	-0.1296
0.7	0.7597	0.3751	0.1117
0.8	0.5622	0.3414	0.2526
0.9	0.3607	0.2201	0.2124
1	0.1664	0.0441	0.0441

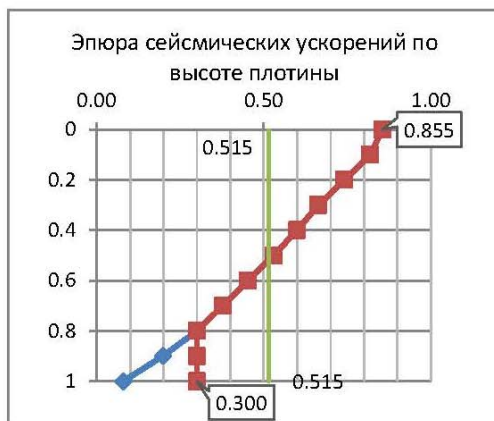
ФОРМЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ



35	Относительный коэффициент интенсивности сейсмического воздействия	$A=a/g$	доли g	0.3
36	Коэффициент грунтовых условий	k_0	----	1
37	Коэффициент допустимых повреждений	k_1	----	1
38	Коэффициент ответственности	k_2	----	1
39	$Ak_0k_1k_2$	----	----	0.3

РАСЧЕТ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ ПО ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЫСОТЕ ПЛОТИНЫ

X/H	$\beta_1\eta_{k,1}$	$\beta_2\eta_{k,2}$	$\beta_3\eta_{k,3}$	$(\beta_1\eta_{k,1})^2$	$(\beta_2\eta_{k,2})^2$	$(\beta_3\eta_{k,3})^2$	$\sqrt{\Sigma(\beta_i\eta_{k,i})^2}$	$Ak_0k_1k_2\sqrt{\Sigma(\beta_i\eta_{k,i})^2}$
0	2.4067	-1.1491	1.0039	5.79	1.32	1.01	2.85	0.855
0.1	2.3742	-1.0689	0.8129	5.64	1.14	0.66	2.73	0.818
0.2	2.2872	-0.8411	0.4000	5.23	0.71	0.16	2.47	0.741
0.3	2.1484	-0.5143	-0.0694	4.62	0.26	0.00	2.21	0.663
0.4	1.9573	-0.1630	-0.3581	3.83	0.03	0.13	2.00	0.599
0.5	1.7203	0.1532	-0.3661	2.96	0.02	0.13	1.77	0.530
0.6	1.4568	0.3743	-0.1476	2.12	0.14	0.02	1.51	0.453
0.7	1.1659	0.4575	0.1271	1.36	0.21	0.02	1.26	0.378
0.8	0.8627	0.4164	0.2875	0.74	0.17	0.08	1.00	0.300
0.9	0.5536	0.2684	0.2418	0.31	0.07	0.06	0.66	0.198
1	0.2554	0.0537	0.0501	0.07	0.00	0.00	0.27	0.080



Սեյսմիկ ազդեցության դեպքում կայունության հաշվարկները կատարված են աղյուսակ 5-ում հաշվարկված արագացումների էպյուրի առավելագույն արժեքի՝ 0.855g պայմաններում՝ ուղղանկյունաձև էպյուրով:

Հաշվարկի արդյունքները բեռնվածքների հատուկ զուգորդության դեպքում բերված են ստորև աղյուսակ 6-ում.

Կայունության հաշվարկների արդյունքները $k_1=1$ սեյսմիկ դեպքում

Աղյուսակ 6

№	Զուգորդություն, դեպք	Պաշարի գործակից K	Սահքի կորի կենտրոնի աբսցիսը, X, մ	Սահքի կորի կենտրոնի օրդինատը, Y, մ	Սահքի կորի շառավիղը, R, մ	Ծանոթություն
1	Հատուկ, ՎՇ, Դատարկ	0.52	26.6	41.3	25.177	Հավելված 7
2	Հատուկ, ՆՇ, Դատարկ	0.34	75.4	54.2	43.987	Հավելված 8

* - ՎՇ-վերնի շեպ, ՆՇ-ներքնի շեպ, Դատարկ- ՕԿՁ դատարկ է:

Աղյուսակում բերված արդյունքները վկայում են, որ շեպերի անկայունության աստիճանը սպասելի կերպով աճեց:

Մինչ այս պահը կայունության բոլոր հաշվարկները կատարված էին պատվարի մարմնում սեյսմիկ արագացումների ուղղանկյունաձև էպյուրի ազդեցությամբ՝ Slope/w ծրագրով: Սակայն մնացորդային դեֆորմացիաների մեծությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է կրկնել կայունության հաշվարկը ընտրված վատագույն սահքի մակերևույթների համար, փոփոխական էպյուրի ազդեցության պայմաններում՝ նպատակ ունենալով որոշել վերոհիշյալ a և n գործակիցները:

Փոփոխական էպյուրով կայունության հաշվարկների («Ustot Excell») արդյունքները բերված են աղյուսակ 7.1-ում և 7.2-ում:

Աղյուսակ 7.1

№	Զուգորդություն, դեպք	Պաշարի գործակից K	Սահքի կորի կենտրոնի աբսցիսը, X, մ	Սահքի կորի կենտրոնի օրդինատը, Y, մ	Սահքի կորի շառավիղը, R, մ	Ծանոթություն
1	Հատուկ, ՎՇ, Դատարկ	0.604	26.6	41.3	25.177	Հավելված 9
2	Հատուկ, ՆՇ, Դատարկ	0.482	75.4	54.2	43.987	Հավելված 10

Աղյուսակ 7.2

№	Զուգորդություն, դեպք	Սահքի կորի շառավիղը, R, մ	Հիմնատակի կրիտիկական արագացում n, «g»-ի մաս	Հորիզոնական և պտտական արագացումների կապի գործակից a, 1/վրկ²	Փլուզման պրիզմայի տեղաշարժ սահքի մակերևույթով, սմ
1	Հատուկ, Դատարկ ՎՇ,	25.177	0.1638	0.9054	3.69
2	Հատուկ, Դատարկ ՆՇ,	43.987	0.0871	0.3904	22.66

Մնացորդային դեֆորմացիաների հաշվարկների մանրամասնեցված արդյունքները բերված են աղյուսակ 8-ում և 9-ում: Հաշվարկի հիմքում դրված է ՀՀ Գեոարքունիքի մարզի Մանասի ՕԿԶ համար կառուցված հաշվարկային աքսելերոգրամը:

Աղյուսակ 8

Ожидаемые максимальные ускорения основания плотины, в долях "g"	0.300
Критические ускорения основания верхового откоса, в долях "g"	0.164
Коэффициент $a=(\mu_s + \mu_w)/I_o$ верхового откоса, 1/сек²	0.9054
Радиус поверхности сдвига верхового откоса в м	25.177

Результаты расчета верхового откоса по акселерограмме Манаси ару

Продолжительность землетрясения в сек	19.995
Расчетное время движения призмы по верху акселерограммы в сек	19.995
Расчетное время движения призмы по низу акселерограммы в сек	19.995
Угловые перемещения под воздействием верха акселерограммы за расчетное время в рад	0.00043
Угловые перемещ.под воздействием низа акселерограммы за расчетное время в рад	0.00147
Угловые перемещения под воздейст.верха акселерограммы в конце землетрясения в рад	0.00043
Угловые перемещ.под воздейст.низа акселерограммы в конце землетрясения в рад	0.00147
Угловая скорость под воздействием верха акселерограммы за расчетное время в 1/сек	0.00000
Угловая скорость под воздействием низа акселерограммы за расчетное время в 1/сек	0.00000
Угловая скорость под воздейст.верха акселерограммы в конце землетрясения в 1/сек	0.00000
Угловая скорость под воздейст.низа акселерограммы в конце землетрясения в 1/сек	0.00000
Мах.угловая скорость под воздейст.верха акселерограммы в 1/сек	0.00516
Мах.угловая скорость под воздейст.низа акселерограммы в 1/сек	0.00464
Перемещ.призмы по дуге по верху акселерограммы за расчетное время в см	1.07899
Перемещ.призмы по дуге по низу акселерограммы за расчетное время в см	3.69399
Перемещ.под воздейст.верха акселерограммы в конце землетрясения в см	1.07899
Перемещ.под воздейст.низа акселерограммы в конце землетрясения в см	3.69399
Скорость под воздействием верха акселерограммы за расчетное время в см/сек	0.00
Скорость под воздействием низа акселерограммы за расчетное время в см/сек	0.00
Скорость под воздейст.верха акселерограммы в конце землетрясения в см/сек	0.00
Скорость под воздейст.низа акселерограммы в конце землетрясения в см/сек	0.00
Мах.скорость под воздейст.верха акселерограммы в см/сек	12.99
Мах.скорость под воздейст.низа акселерограммы в см/сек	11.69

Ожидаемые максимальные ускорения основания плотины, в долях "g"	0.300
Критические ускорения основания низового откоса, в долях "g"	0.087
Коэффициент $a=(\mu_s + \mu_w)/I_o$ низового откоса, 1/сек ²	0.3904
Радиус поверхности сдвига низового откоса в м	43.987

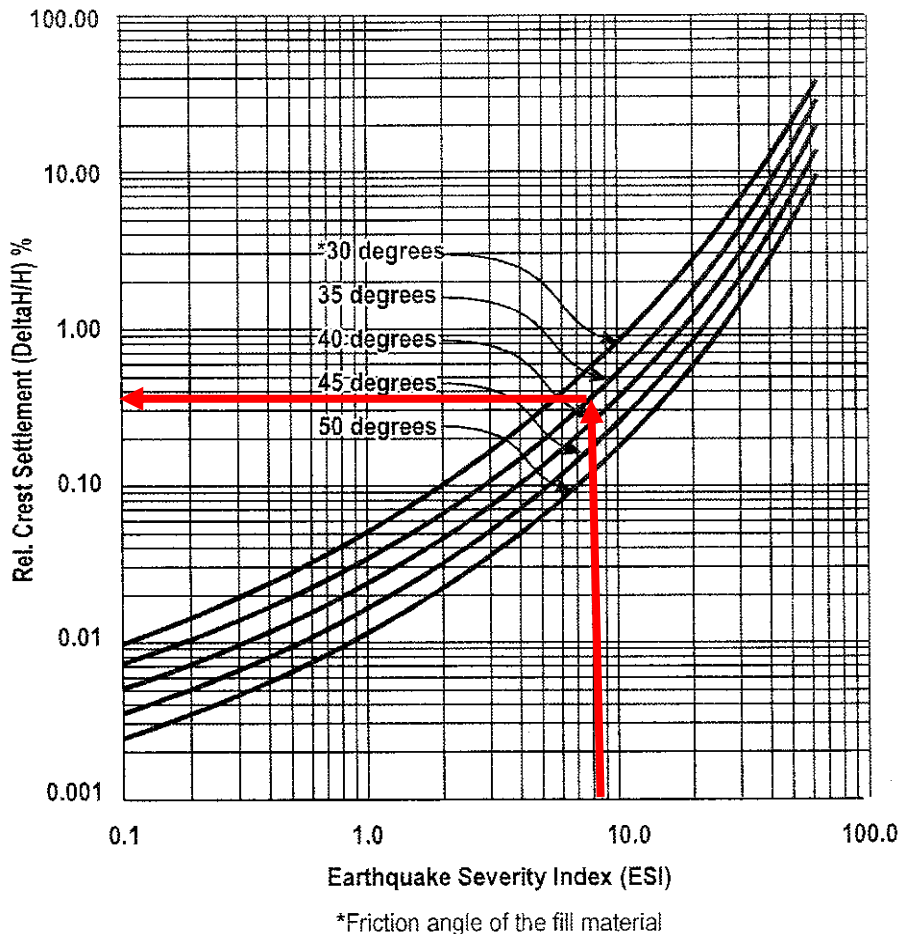
Результаты расчета низового откоса по акселерограмме Манаси ару

Продолжительность землетрясения в сек	19.995
Расчетное время движения призмы по верху акселерограммы в сек	19.995
Расчетное время движения призмы по низу акселерограммы в сек	19.995
Угловые перемещения под воздействием верха акселерограммы за расчетное время в рад	0.00237
Угловые перемещ.под воздействием низа акселерограммы за расчетное время в рад	0.00515
Угловые перемещения под воздейст.верха акселерограммы в конце землетрясения в рад	0.00237
Угловые перемещ.под воздейст.низа акселерограммы в конце землетрясения в рад	0.00515
Угловая скорость под воздействием верха акселерограммы за расчетное время в 1/сек	0.00000
Угловая скорость под воздействием низа акселерограммы за расчетное время в 1/сек	0.00000
Угловая скорость под воздейст.верха акселерограммы в конце землетрясения в 1/сек	0.00000
Угловая скорость под воздейст.низа акселерограммы в конце землетрясения в 1/сек	0.00000
Мах.угловая скорость под воздейст.верха акселерограммы в 1/сек	0.00662
Мах.угловая скорость под воздейст.низа акселерограммы в 1/сек	0.00867
Перемещ.призмы по дуге по верху акселерограммы за расчетное время в см	10.42058
Перемещ.призмы по дуге по низу акселерограммы за расчетное время в см	22.66192
Перемещ.под воздейст.верха акселерограммы в конце землетрясения в см	10.42058
Перемещ.под воздейст.низа акселерограммы в конце землетрясения в см	22.66192
Скорость под воздействием верха акселерограммы за расчетное время в см/сек	0.00
Скорость под воздействием низа акселерограммы за расчетное время в см/сек	0.00
Скорость под воздейст.верха акселерограммы в конце землетрясения в см/сек	0.00
Скорость под воздейст.низа акселерограммы в конце землетрясения в см/сек	0.00
Мах.скорость под воздейст.верха акселерограммы в см/сек	29.10
Мах.скорость под воздейст.низа акселерограммы в см/сек	38.14

Բացի վերը հաշվարկված տեղափոխություններով պայմանավորված նստվածքներից, սեյսմիկ ազդեցության պայմաններում պատվարը ստանում է լրացուցիչ դեֆորմացիա՝ արտահայտված նստվածքի տեսքով, ինչը պայմանավորված է պատվարի մարմինը կազմող գրունտի մասնիկների համատարած վերադասավորումով ազդեցության ընթացքում: Միջազգային պրակտիկայում (*Բյուրո, Գ. (1997): Հողային պատվարներում սեյսմիկ դեֆորմացիաների թույլատրելիություն և գնահատման մեթոդներ: Մեծ պատվարների 19-րդ համաժողովի նկութերի հավաքածու, Ֆլորենցիա, Իտալիա:*) ընդունված է կատարել այդ նստվածքի գնահատումը Բյուրոի կողմից առաջարկված էմպիրիկ հետևյալ բանաձևով.

$$ESI = A (M - 4.5)^3$$

որտեղ A – սեյսմիկ ազդեցություն արտահայտված g -ի մասերով, M – երկրաշարժի մագնիտուդ, ESI – երկրաշարժի ուժգնության ինդեքս, որին ստորև բերված ընդհանրացված գրաֆիկի (նկ.3) դաշտում համապատասխանության մեջ է դրվում սպասվող նստվածքը՝ արտահայտված տոկոսով պատվարի բարձրությունից:



Նկար 3. Բյուրոի մեթոդով պատվարի կատարի նստվածքների գնահատման դիագրամ

Ընդունելով հիմնատակի սպասվող արագացումները $A=0.3g$, իսկ երկրաշարժի մագնիտուդը $M=7.6$ ըստ նկար 3-ում պատկերված գրաֆիկի՝ նստվածքը կկազմի 0.35% ($ESI=8.94$), հետևաբար պատվարի կատարը կստանա նստվածք կա 4.2սմ:

Եզրակացություններ և առաջարկություններ

1. Դիտարկվող Մանասի առու ՕԿՁ -ի պատվարի կայունության հաշվարկները վկայում են դրա կայունության մասին ստատիկ (հիմնական զուգորդության) պայմաններում (աղյուսակ 1 և 2-ի համադրություն) և դրա անկայունության մասին սեյսմիկ (հատուկ զուգորդության) պայմաններում (աղյուսակ 1 և 3-ի համադրություն):
2. Բեռնվածքների հատուկ զուգորդության դեպքում պատվարի կրած դեֆորմացիաները անհրաժեշտ է համեմատել պատվարի կառուցվածքով պայմանավորված թույլատրելի սահմանային դեֆորմացիաների մեծության հետ՝ հաշվի առնելով ճնշումային ճակատի խախտման և հակաֆիլտրացիոն տարրի

խզման հնարավորությունները: Առաջին վտանգը Մանասի առու ՕԿՁ-ի պատվարի համար բացառվում է, քանի որ պատվարի և ջրի առավելագույն մակարդակի միջև նիշերի տարբերությունը կազմում է 1,0մ, իսկ հաշվարկված տեղափոխությունները նույնիսկ ուղղաձիգ ուղղությամբ կիրառելով՝ կատարի գումարային նստվածքը կկազմի՝ $22.66+3.69+4.2=30.55$ սմ<1,0մ: Նույնիսկ, եթե երկրորդ հաջորդող երկրաշարժը լինի նույն ուժգնության ինչ և առաջինը, ապա կատարի նստվածքը կկազմի $2*30.55=61.1$ սմ, ինչը ևս չի գերազանցում պատվարի կատարի պաշարը: Երկրորդ վտանգը՝ հակաֆիլտրացիոն տարրի խզումը հնարավոր է կանխել նախագծման ընթացքում ընդունված կառուցվածքային լուծումների միջոցով՝ հնարավորություն ստեղծելով հակաֆիլտրացիոն տարրին կոմպենսացնել $2*22.66=45.32$ սմ դեֆորմացիան: Օրինակ բենտոնիտային գորգի կիրառման դեպքում՝ դրա առանձին տեղամասերը պետք է տեղադրել համապատասխան վերադրումով, իսկ գեոմեմբրանի դեպքում անհրաժեշտ է նախատեսել ծալքեր, որոնք կկատարեն կոմպենսատորի դեր դեֆորմացիաների ընթացքում:

ՀԱՎԵԼՎԱԾՆԵՐ

