

უაგ 551.578.46

თოვლის ზვავების დინამიკური მახასიათებლები

მ. სალუქვაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 საქართველო, თბილისი Salukvadze.manana@yahoo.com

ზვავსაშიში ტერიტორიის გამოვლენა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ზვავშემკრებების მორფომეტრიულ (ზვავშემკრების სიგრძე, დასაწყისისა და დასასრულის აბსოლუტური სიმაღლე, ცალკეული მონაკვეთების აბსოლუტური და შეფარდებითი სიმაღლე, დახრის კუთხე, ზვავის კერის ფართობი) და ზვავების დინამიკურ (ზვავის სიჩქარე, დარტყმის ძალა, მოძრავი ზვავის სიმაღლე, კონუსის მოცულობა) მახასიათებლებზე.

საველე სამუშაოების დროს მოპოვებული მასალების, ზვავების ჩამოსვლის ადგილისა და დროის, მათი ჩამოსვლით გამოწვეული შედეგების შესახებ გამოქვეყნებული, ასევე საარქივო წყაროებში არსებული მონაცემების და მოსახლეობიდან მიღებული ინფორმაციით, ზვავის ადგილმდებარეობის დაზუსტება ხდება

ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების განსახორციელებლად აუცილებელია ზვავის მაქსიმალური სიჩქარისა და დარტყმის ძალის დადგენა. ზოგიერთი ზვავი, ზამთრის განმავლობაში, რამდენჯერმე ჩამოდის და ამ სიდიდეების დასადგენად მრავალწლიური მონაცემებია საჭირო. ზვავის მოძრაობის გასწვრივ რამდენიმე ადგილას, ზვავის დარტყმის ძალისა და სიჩქარის გასაზომი საინჟინრო ნაგებობა უნდა განთავსდეს ამ სიდიდეების გამზომი ხელსაწყოებით, რაც ჩვენს სინამდვილეში ფაქტობრივად შეუძლებელია, მით უფრო, რომ საქართველოს მთიანი რაიონების 338 დასახლებულ პუნქტს და საავტომობილო გზებს 1388 ზვავი უქმნის საფრთხეს [1]. ზვავის დინამიკური მახასიათებლების გამოსათვლელად თეორიული მეთოდები გამოიყენება. ზვავების მახასიათებლების გაანგარიშების მრავალი ფორმულის ანალიზის საფუძველზე, შედგენილია სპეციალური მითითება [2] და ინსტრუქცია [3] ზვავსაწინააღმდეგო დამცავი ნაგებობის დაპროექტებისა და მშენებლობის შესახებ. ზვავის გაცეორცნის სიშორის, მოძრავი ზვავის სიმაღლის და კონუსის მოცულობის გამოთვლასაც ფორმულებით ვაწარმოებთ, რომლებიც არაერთხელ გადავამოწმეთ საველე კვლევების დროს მიღებული მასალებით. მოძრავი ზვავის სიჩქარე შემდეგი ფორმულებით გამოითვლება: (1-3)

$$v = \sqrt{\frac{as}{2}}, \quad a = 9,8(\sin \alpha - f \cos \alpha),$$

$$v = \sqrt{\frac{a(s_0 + s)}{2} + \left(\frac{s_0}{s_0 + s}\right)^3 \left(v_0^2 \cos^2 \Delta\alpha - \frac{as_0}{2}\right)}, \quad (1-3)$$

$$v = \sqrt{2gz}, \quad z = h - \frac{H-I}{L},$$

სადაც: v – ზვავის სიჩქარეა გზის მოცემულ წერტილში (მ/წმ); α – ფერდობის დახრის კუთხე, (გრად); s – ფერდობის სიგრძე (მ); s_0 – ზვავის წინამონაკვეთების სიგრძეთა ჯამი; v_0 – ზვავის სიჩქარეა განვლილი გზის მონაკვეთის ბოლოს; $\Delta\alpha$ – წინა და მოცემული გზის მონაკვეთების დახრის კუთხეებს შორის სხვაობა (გრად); g – სიმძიმის ძალის აჩქარება (მ/წმ); H – ზვავის მოწვევებისა და გაჩერების ადგილებს შორის სიმაღლეთა სხვაობა (მ); h – იგივე, ზვავის მოძრაობის გრძივი პროფილის იმ წერტილზე, სადაც განისაზღვრება $V_{ფვ}$; L ზვავის მოძრაობის გზის ჰორიზონტალური პროექციის სიგრძე მოწვევების ადგილიდან ზვავის გამოტანის წინა ნაპირამდე (მ); l – იგივე იმ წერტილამდე, სადაც განისაზღვრება $V_{ფვ}$.

პირველი ფორმულით ზვავის საწყისი სიჩქარე გამოითვლება. გამარტივების მიზნით a კოეფიციენტი სხვადასხვა დახრილობის ფერდობებისთვის წინასწარ გამოვთვალეთ (ცხრ.1). ზვავის დარტყმის ძალა უძრავ წინააღმდეგობაზე გამოითვლება ფორმულით:

$$p = \frac{\gamma_{\text{ზვ}} \sin^2 \beta}{q}, \quad (4)$$

სადაც: p – ზვავის ზემოქმედება წინააღმდეგობაზე (ტ/მ^2 ; $\gamma_{\text{ზვ}} - 0,45 \text{ ტ/მ}^2$); β – კუთხე ზვავის მოძრაობის მიმართულებასა და ნაგებობის ზედაპირს შორის (გრად).

ცხრილი 1. აკოეფიციენტის მნიშვნელობა სხვადასხვა დახრილობის ფერდობებისთვის

α	a	α	a	α	a	α	a	α	a	α	a	α	a	α	a
50	6.0	38	4.1	26	2.1	14	-0,01	2	-2.1	-10	-4.1	-22	-5.9	-34	-7.5
49	5,8	37	3.9	25	1.9	13	-0.2	1	-2.2	-11	-4.3	-23	-6.1	-35	-7.6
48	5.6	36	3.8	24	1.8	12	-0.3	0	-2.4	-12	4.4	-24	6.3	-36	-7.7
47	5.5	35	3.6	23	1.6	11	-0.5	-1	-2.5	-13	-4.5	-25	-6.4	-37	-7.8
46	5.4	34	3.4	22	1.4	10	-0.7	-2	-2.7	-14	-4.7	-26	-6.5	-38	-7.9
45	5.2	33	3.2	21	1.3	9	-0.9	-3	-2.9	-15	-4.9	-27	-6.6	-39	-8.0
44	5.0	32	3.1	20	1.1	8	-1.1	-4	-3.1	-16	-5.0	-28	-6.8	-40	-8.1
43	4.9	31	2.9	19	0.8	7	-1.3	-5	-3.3	-17	-5.2	-29	-6.9	-41	-8.3
42	4.7	30	2.7	18	0.7	6	-1.5	-6	-3.5	-18	-5.4	-30	-7.0	-42	-8.4
41	4.6	29	2.5	17	0.5	5	-1.6	-7	-3.6	-19	-5.5	-31	-7.1	-43	-8.5
40	4.4	28	2.4	16	0.3	4	-1.8	-8	-3.8	-20	-5.6	-32	-7.2	-44	-8.6
39	4.3	27	2.2	15	0.2	3	-2.0	-9	-4.0	-21	-5.8	-33	-7.3	-45	-8.7

ზვავის დარტყმის ძალა დამოკიდებულია ზვავის მოძრაობის სიჩქარეზე და გამოთვლების გასამარტივებლად სხვადასხვა სიჩქარის ზვავისთვის გამოვთვალეთ ზვავის დარტყმის ძალა (ცხრ. 2).

ცხრილი 2. ზვავის სიჩქარე და დარტყმის ძალა

v	p	v	p	v	p	v	p	v	p	v	p	v	p
1	0.05	11	5.5	21	20.2	31	44.1	41	77.1	51	119.4	61	170.8
2	0.2	12	6.6	22	22.2	32	47.0	42	80.1	52	124.2	62	176.5
3	0.4	13	7.7	23	24.2	33	50.0	43	84.9	53	129.0	63	182.2
4	0.7	14	9.0	24	26.4	34	53.0	44	88.9	54	133.9	64	188.0
5	1.1	15	10.3	25	28.7	35	56.2	45	93.0	55	138.9	65	194.0
6	1.6	16	11.7	26	31.0	36	59.5	46	97.1	56	144.0	66	206.1
7	2.0	17	13.2	27	33.4	37	62.8	47	101.4	57	149.2	67	206.1
8	2.9	18	14.8	28	36.0	38	66.3	48	105.8	58	154.5	68	212.8
9	3.7	19	16.5	29	38.6	39	69.7	49	110.2	59	159.8	69	218.6
10	4.6	20	18.3	30	41.3	40	73.5	50	114.8	60	165.3	70	225.0

ზვავის მოცულობის გამოთვლაც ფორმულით არის შესაძლებელი:

$$W=0,4F \cdot h, \quad (5)$$

სადაც: W – ზვავის მოცულობა (მ^3); F – ზვავშემკრების ფართობი (მ^2); h – ზვავშემკრებში თოვლის საფარის სიმაღლე.

ზვავის მიერ გამოტანილი თოვლის სიმაღლე გამოითვლება ფორმულით:

$$H_{\text{ზვ}}=3 h_0 \quad (6),$$

ახალმოსული თოვლის ზვავისთვის

$$H_{\text{ზვ}}=5 h_0 \quad (7),$$

ძველი თოვლის ზვავისთვის; $H_{\text{ზვ}}$ – ზვავის მირ გამოტანილი თოვლის სიმაღლეა (მ)-ში; h_0 – ფერდობის მოცემულ მონაკვეთზე თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე (მ);

ზვავსაშიშროების კვლევის მიზანი ეფექტური ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების შემუშავებაა, ამისათვის კი აუცილებელია ზვავსაშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლების თავისებურებების დადგენა, შესაბამისი სიდიდეების გამოთვლა.

ნიმუშად მოვიყვანოთ ერთ-ერთი ზვავსაშემკრების მორფომეტრიულ და ზვავის დინამიკური მახასიათებლებს.

ზვავსაშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლების ცხრილში (ცხრ.3) მოცემულია მონაცემები ზვავსაშემკრებისა და მისი ცალკეული მონაკვეთების აბსოლუტური და შეფარდებითი სიმაღლის შესახებ, ჰორიზონტალურ და ფაქტიურ სიგრძეზე, ზედაპირის დახრილობაზე, ზვავის კერის ფართობზე. მაგალითისათვის მოყვანილია სოფ. ღურტას (აჭარა, ხულოს მუნიციპალიტეტი) ზვავი.

ცხრილი 3 ზვავსაშემკრების მორფომეტრიული და ზვავის დინამიკური მახასიათებლები აჭარაში, ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფ. ღურტა

სიმაღლე,მ		სიგრძე,მ		ჯამური,მ		ზვავის							
აბსოლუტური	შეფარდებითი	ჰორიზონტალური	ფაქტიური	ჰორიზონტალური	ფაქტიური	კერის ფართობი, ჰა	დახრის კუთხე, გრად	სიჩქარე, მ/წმ	დარტყმის ძალა, ტ/მ ²	კონუსის მოცულობა, სიმაღლე,მ	სიგრძე, მ	განელები სიმაღლე,მ	
მდ. აჭარისწყლის მარცხენა ფერდობი, მწვარეთი 1949 მ. ჩა, სოფ.ღურტა													
1260						0.4							
1220	40	53	65	53	65		27	11	6				
1205	15	38	40	91	105		22	10	5				
1170	35	53	65	144	170		33	16	12				
1090	80	112	135	256	303		35	23	24				
1077	13	40	45	296	350		18	20	18				
1000	77	280	290	576	640		15	12	7				
910	90	500	510	1076	1150		10	0	0	7	12	1150	910
გაივლის შენობებთან ზედა, შუა და ქვედა გზაზე													

მრავალწლიური კვლევების შედეგად სხვადასხვა სიმაღლითი ზონიდან ჩამოსული ზვავის არაერთი სიჩქარე და დარტყმის ძალა გამოვთვალეთ. ცხრილში 4 წარმოგიდგინოთ ფრაგმენტს ცხრილიდან, სადაც 3118 ზვავის გადაადგილების სიჩქარე და დარტყმის ძალაა გამოთვლილი სხვადასხვა სიმაღლისა და ფერდობის დახრილობის მიხედვით.

ცხრილი 4. ზვავის გადაადგილების სიჩქარე და დარტყმის ძალა სიმაღლითი ზონებისა და სხვადასხვა დახრილობის ფერდობებისთვის

№	სიმაღლე H, მ	ფერდობის დახრის კუთხე, α გრად	ზვავის გადაადგილების სიჩქარე, V მ/წმ	ზვავის დარტყმის ძალა. P ტ/მ ²
3114	3710	35	43	85
3115	3720	36	46	97
3116	3785	40	47	101
3117	3800	40	54	134
3118	3995	40	52	124

ცხრილში მოყვანილი მონაცემები გვაძლევს შესაძლებლობას ანალოგიური დახრილობის ფერდობისა და ზვავის ჩამოსვლის სიმაღლის შემთხვევაში, მარტივად განისაზღვროს როგორც ზვავის გადაადგილების მაქსიმალური სიჩქარე, ისე მაქსიმალური დარტყმის ძალა. ეს ორი პარამეტრი მნიშვნელოვანი სიდიდეა ინფრასტრუქტურული პროექტების განხორციელებისას.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. მ. სალუქვაძე. საქართველოს თოვლის ზვავების კადასტრი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2018, 264 გვ. ISBN 978 9974-8-0843-2.
2. მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე, გ.ჯინჭარაძე. ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტები საქართველოში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 90 წლისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის შრომები, 2012, გვ. 58-52.
3. Инструкция по проектированию и строительствупротиволавинных сооружений СН-517-80.М., 1980, 16 с.
4. Указания по расчёту снеголавинной нагрузки при проектировании. М.,1973, 20 с.

უაკ 551.578.46

ზვავების დინამიკური მახასიათებლები/მ.სალუქვაძე/სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.7-10. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ზვავების ტერიტორიალური განაწილება მჭიდროდ არის დაკავშირებული ზვავშემკრებების მორფომეტრიულ და ზვავების დინამიკურ მახასიათებლებთან. ზვავების დინამიკური მახასიათებლების გამოსათვლელად მრავალი ფორმულის ანალიზის საფუძველზე წარმოდგენილია არსებულ მითითებასა და ინსტრუქციაში შეტანილი სიდიდეების გამოთვლის გამარტივებული სქემა. შედგენილია სხვადასხვა სომადლით ზონაში (200-3995 მ) და დახრილობის (12-52⁰) ფერდობებზე 3118 ზვავის გადაადგილების სიჩქარისა და დარტყმის ძალის სიდიდეები.

UDK 551.578.46

Dynamic indicators of avalanche/M.Salukvadze/.Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.7-10. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The territorial distribution of avalanches is closely related to morphometric avalanche data and dynamic avalanche indicators. Based on the analysis of the formulas for calculating the dynamic indicators of avalanches in existing manuals and the instructions provide a simplified scheme of this data. The speed and force of impact for 3,118 avalanches converging in various high-altitude zones (200-3995 m) and slopes (12-520) has been collected.

Динамические показатели лавин. /Салуквадзе М.Е./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ –2020. вып. 129 - с.7-10. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Территориальное распределение лавин тесно связано с морфометрическими данными лавиносборов и динамическими показателями лавин. На основе анализа формул вычисления динамических показателей лавин в действующих руководстве и в инструкции предоставлена упрощённая схема этих данных. Составлена скорость движения и сила удара для 3118 лавин, сходящих в разных высотных зонах (200-3995 м) и уклонов склонов (12-52⁰).