

UDC 482.32

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2020-4-19-24>

ღვარცოფული ნარევის ტიპის დადგენა ჰიფს-როზეუმის დიაგრამის გამოყენებით

მაია კუპრავიშვილი აგროინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზ. 17
E-mail: m.kupravishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. ჩახაია, სტუ-ის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის აკადემიური დოქტორი

E-mail: gogachaxaia@mail.ru

გ. ნატროშვილი, სტუ-ის აგარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის უფროსი მასწავლებელი, ტექნიკის აკადემიური დოქტორი

E-mail: g.natroshvili@gtu.ge

ანოტაცია. ღვარცოფულ მოვლენებთან ბრძოლისა და პრევენციული ღონისძიებების დასახვის მიზნით მიზანშეწონილია მათი ტიპების გამოკვლევა, რაზეც მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ღვარცოფის ნეგატიური ზეგავლენის შემცირება. განხილულია ღვარცოფული ნარევის ტიპის დადგენა ჰიფს-როზეუმის (ფერეს სამკუთხედი) დიაგრამის მიხედვით, რომელშიც დიფერენცირებულად არის წარმოდგენილი ღვარცოფების ტიპები და ქვეტიპები, ღვარცოფული ნარევის შემადგენელი წყლის – 1 მმ-ზე მეტი და 1 მმ-ზე ნაკლები ზომის ფრაქციების გათვალისწინებით.

საკვანძო სიტყვები: არაბმული ღვარცოფი, ბმული ღვარცოფი, გრანულომეტრიული შედგენილობა, 1 მმ-ზე მეტი დიამეტრის ფრაქციები, 1 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციები. ღვარცოფული ნარევის ტიპი, წყლის კომპონენტი, ჰიფს-როზეუმის დიაგრამა.

შესავალი

ღვარცოფული ნაკადების სახეობებისა და მისი ფიზიკურ-მექანიკური, რეოლოგიური და დინამიკური თვისებების დასადგენად აუცილებელი პირობაა მასში მყარი კომპონენტის გრანულომეტრიუ-

ლი და თხიერი შედგენილობის რაოდენობრივი შემცველობის განსაზღვრა.

ამ მხრივ, ღვარცოფების პირველი კლასიფიკაცია განხორციელდა გარკვეულ კვლევებში, რომელთა მიხედვითაც გამოყოფილ იქნა ბუნებაში არსებული ღვარცოფული ნარეგების შემდეგი ქვეტიპები: ტალახიანი, ტალახქვიშიანი, ქვიშატალახიანი, ტალახქვიანი, ქვატალახიანი და სხვა. მათი დიფერენცირება ნარეგის შემადგენელი მყარი კომპონენტის ნაირგვარობის, მისი გრანულომეტრიული შედგენილობის და რაოდენობის განსაზღვრის შედეგად მოხდა. ეს ქვეტიპები, თავის მხრივ, გაერთიანდა ღვარცოფული ნარეგების ორ ძირითად ტიპში: არაბმული (ტურბულენტური), სადაც მყარი კომპონენტი 20÷30%; ხოლო წყალი 80÷70%-ია და ბმული (სტრუქტურული), მყარი კომპონენტი – 80÷90%, წყალი – 10÷20%. ასეთი კრიტერიუმებით ღვარცოფული ნარეგების მიკუთვნება ამა თუ იმ ტიპისადმი ძალიან პირობითია და შეიძლება ითქვას არაზუსტი.

ძირითადი ნაწილი

ღვარცოფების წარმოქმნაში მნიშვნელოვანი როლი ეკისრება წვრილფრაქციული ნაწილაკების არსებობას, რომელთა დიამეტრი $D < 0,005$ მმ; მათი 1÷2% (მყარი ფაზიდან) შემცველობა განაპირობებს ღვარცოფული მასის ჩამოყალიბებას, ხოლო 8÷10%-მდე გაზრდა ბმული ღვარცოფის წარმოშობას.

ეს პირობა არ ჩანს ზემოაღნიშნულ ფორმულირებაში, ამიტომ მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს ჰიფს-როზეზუმის დიაგრამა, რომელიც წარმოდგენილია ტოლგვერდა სამკუთხედის სახით. მი-

სი გვერდები და შიგა სივრცე დაყოფილია თანაბარ ნაწილებად. დიაგრამის შიგნით აღებული ნებისმიერი წერტილიდან სამკუთხედის მედიანების პერპენდიკულარულად გატარებული წრფეების გადაკვეთა სამკუთხედის გვერდებზე გვამღევს წერტილის სამკოორდინატს, რომლებიც შეესაბამება ღვარცოფული ნარეგის ძირითადი კომპონენტების შესაბამის პროცენტულ შედგენილობას.

ჰიფს-როზეზუმის დიაგრამა პირველად ასეთი სახით გამოიყენა ა.ი. შეკომ, რომელმაც ღვარცოფული ნარეგის მყარი კომპონენტების გრანულომეტრიული ანალიზის საფუძველზე დაადგინა ბმული და არაბმული ღვარცოფული ნარეგების საზღვრები და დიაგრამაში მოგვცა ორივე ტიპის ნარეგის განთავსების არეალი (სურ. 1) [1].

ჰიფს-როზეზუმის დიაგრამის გვერდებზე მოთავსებულია თიხა-კოლოიდის, ქვიშა-მტვრის და ქვების პროცენტული შემცველობები.

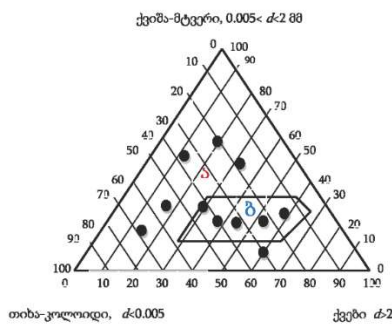
წერტილების სახით მასზე დატანილია მდინარეების – დურუჯის, თურდოს, ჩემოლგანის, ისიიკის წყალსადინარების კალაპოტში პროლუვიონის მყარი ფაზის გრანულომეტრიული შედგენილობა [2, 3].

(ა) არეში მოთავსდა ტურბულენტური ტიპის ღვარცოფები, ხოლო (ბ) არეში – ბმული ღვარცოფული ნარეგები. შესაბამისი ფრაქციების განსაზღვრული წონითი პროცენტული შემცველობებით დადგინდა ბმული ღვარცოფების ჩამოყალიბებისთვის აუცილებელი ორი პირობა:

1. თიხაკოლოიდური ნაწილაკების პროცენტული შემცველობა (მყარი კომპონენტის წონიდან) 8÷19% უნდა აღემატებოდეს;

2. 2 მმ-ზე მეტი დიამეტრის მქონე ქვებისა და 0,005÷2 მმ დიაპაზონში ცვალებადი დიამეტრის მქონე წვრილფრაქციული შემავსებლების პროცენტულ შემცველობათა შორის ფარდობა 2-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

ღვარცოფული ნარეგების ტიპის უფრო სრულყოფილი წარმოდგენისათვის საჭიროა წყლის კომპონენტის რაოდენობრივი შემცველობის მხედველობაში მიღება. იგი გარკვეულწილად განაპირობებს ღვარცოფის ფიზიკურ-მექანიკურ და რეოლოგიურ მახასიათებლებს; ამ მხრივ, გამოვიყენეთ იგივე ჰიფს-როზეუმის დიაგრამა, იმ განსხვავებით, რომ მის გვერდებზე დავიტანეთ ღვარცოფული ნარეგის შემადგენელი წყლის – 1 მმ-ზე მეტი და 1 მმ-ზე ნაკლები ზომის ფრაქციები (სურ. 2) [4, 5].



სურ. 2 ღვარცოფული ნარეგის სახეობის დადგენა მყარ-თხიერი კომპონენტების შედგენილობის მიხედვით

ზემოხსენებული ღვარცოფული ხასიათის წყალსადინარებისათვის დამახასიათებელი ღვარცოფული ნარეგების მყარ-თხიერი კომპონენტების გრანულომეტრიული შედგენილობა მოცემულია მე-3 სურათზე.

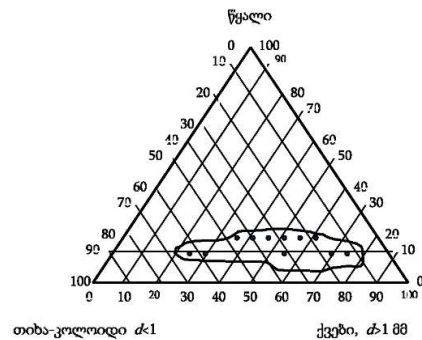
ღვარცოფული ნარეგის მყარი ფაზის მიხედვით ბმულობის განსაზღვრის უკვე შემოთავაზებული მეთოდის გამოყენებით და აღნიშნულ დიაგრამაში

წერტილების განთავსების მიხედვით დადგინდა, რომ ბმული ღვარცოფული ნარევი მყარ-თხიერი კომპონენტების შემდეგი გრანულომეტრიული შედგენილობით ხასიათდება: წყალი – 10÷30%, 1მმ-ზე ნაკლები ზომის ნაწილაკები – 40÷65%; 1 მმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკები – 20÷50%; არაბმული ღვარცოფული ნარევი – წყალი – 10÷30%; 1 მმ-ზე ნაკლები – 10÷40%; 1 მმ-ზე მეტი – 40÷80%.

როგორც ვხედავთ, ღვარცოფული ნარეგის შედგენილობაში, წყლის ერთი და იგივე პროცენტული შემცველობის მიუხედავად, ღვარცოფის ტიპი სხვადასხვაა. ეს უკანასკნელი განპირობებულია ნარეგში 1 მმ-ზე მეტი და 1მმ-ზე ნაკლები ფრაქციების პროცენტულ შემცველობათა შორის განსაზღვრული თანაფარდობით და არა წყლის რაოდენობით ან ნარეგის სიმკვრივის მნიშვნელობით.

ამ მოსაზრებას ადასტურებს მე-3 სურ-ზე წარმოდგენილი $\rho = f(P_{წყ}/P_{აგ})$ დამოკიდებულების მრუდები $P_{აგ}/P_{აგ}$ თანაფარდობის შემდეგი მნიშვნელობებისათვის:

1-ელი ნიმუში – 0,279; მე-2 ნიმუში – 0,340; მე-3 ნიმუში – 0,500; მე-4 ნიმუში – 1,00 .



სურ. 3 $\rho_{აგ} = f(P_{წყ}/P_{აგ})$ დამოკიდებულების მრუდები $P_{აგ}/P_{აგ}$ ფარდობის შემდეგი მნიშვნელობებისათვის:
1) 0.270; 2) 0.340; 3) 0.500; 4) 1.00

მიუხედავად იმისა, რომ თავდაპირველი მშრალი გრუნტის სიმკვრივე 1-ელი და მე-2 მრუდეების შესაბამის ნიმუშებში 2-ჯერ აღემატება მე-3 და მე-4 მრუდეების შესაბამისი ნიმუშების სიმკვრივეებს, რაც მსხვილმონატეხი ნაწილაკების მეტი შემცველობითაა განპირობებული, 1-ელ და მე-2 მრუდეებზე ნარევი “დენადობას” ანუ უწყვეტი ტანის მდგომარეობას 2-ჯერ ნაკლები წყლის დამატების შემთხვევაში აღწევს, მე-3 და მე-4 მრუდეებზე გამოსახულ ნარევებთან შედარებით, რაც ამ უკანასკნელში თიხაკოლოიდური ფრაქციის შედარებით მეტი შემცველობითაა განპირობებული.

ეს მოსაზრება თვალნათლივ ჩანს ჰიფს-როზებუმის დიაგრამაზე (სურ. 3) დატანილი 1, 2, 3 და 4 ნიმუშების მყარ-თხიერი კომპონენტების გრანულომეტრიული შედგენილობის დადგენით, რომელიც შემდეგნაირადაა წარმოდგენილი:

1-ელი ნიმუში, წყალი-9%; 1 მმ-ზე მეტი-71%;
1 მმ-ზე ნაკლები-20%;

მე-2 ნიმუში, წყალი-13%; 1 მმ-ზე მეტი-65%;
1 მმ-ზე ნაკლები-22%;

მე-3 ნიმუში, წყალი-17%; 1 მმ-ზე მეტი-55%;
1 მმ-ზე ნაკლები-28%;

მე-4 ნიმუში, წყალი-26%; 1 მმ-ზე მეტი-37%;
1 მმ-ზე ნაკლები-37%.

აღმოჩნდა, რომ 1-ელი, მე-2 და მე-3 ნიმუშები არაბმული ტიპისაა, ხოლო მე-4 ნიმუში ბმულ-ღვარცოფული ნარევი.

ამრიგად, ჰიფს-როზებუმის დიაგრამის მიხედვით შესაძლებელია დადგინდეს ღვარცოფების საზღვრები, შემცველობების გათვალისწინებით, რაც აუცილებელი პირობაა ღვარცოფული ნარევების როგორც შესწავლის, ისე ეფექტური ღვარცოფსა-წინააღმდეგო ღონისძიებების დასახვის და, შესაბამისად, გარემოს ეკოლოგიურ გარემოცვაზე ნეგატიური ზეგავლენის პროგნოზირების თვალსაზრისით.

დასკვნა

ნაშრომში ღვარცოფის ტიპის განსაზღვრისა და განზოგადებისთვის გამოყენებულ იქნა ჰიფს-როზებუმის დიაგრამა და დადგინდა ღვარცოფების ბმულობისა და არაბმულობის ახალი საზღვრები და განმაპირობებელი ფაქტორები. ეს უკანასკნელი ითვალისწინებს გამოსაკვლევ ღვარცოფულ ნარევი როგორც მყარ-თხიერი კომპონენტის პროცენტულ შემცველობას, ისე მილიმეტრზე ნაკლები და მეტი ფრაქციების თანაფარდობებს. აღნიშნული მეთოდით ღვარცოფების ტიპიზაცია მოსახერხებელი და მიზანშეწონილია, რადგან ღვარცოფული ნარევის სტრუქტურას განაპირობებს სწორედ მილიმეტრზე ნაკლები ფრაქციები და არა მასში შემავალი წყლის კომპონენტის რაოდენობა. შემოთავაზებული დიაგრამის დახმარებით შესაძლებელია ჯერ კიდევ ღვარცოფწარმომქმნელ კერებში მოსალოდნელი ღვარცოფული ნარევის ტიპის განსაზღვრა და შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებების დასახვა.

ლიტერატურა

1. Sheko A.I. Patterns of mudflow formation and forecast. M.: "Nedra". 1980, 296 p. (In Russian).
 2. Tevzadze V.I. Statistics of cohesive mudflows passing in nature and the values of their main physical, mechanical and hydraulic characteristics. Alma-Ata. 1988, 41-50 pp. (In Russian).
 3. Tevzadze V.I. Statistics of movement of mud-flows (highly concentrated) and their physical-mechanical and hydraulic characteristics. Alma-Ata. 1988, 51-55 pp. (In Russian).
 4. Kupravisvili M.S. Why mountains cry. Monograph. ISBN: 978-620-2-55486-2. 2020, 69 p.
 5. Kupravisvili M.S. Correlation angle of internal friction of the particles with alike diameter. Works of Georgian Technical University. №4, (514). 2019, 75-81 pp. (In Georgian).
-

UDC 551.515.3

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2020-4-19-24>

Determining the type of mudflow mixture using the Gibbs–Roseboom diagram

Maia Kupravisvili Department of Agro-Engineering, Georgian Technical University, 17 D. Guramishvili Str,
E-mail: m.kupravisvili@gtu.ge

Reviewers:

G. Chakhaia, Academic Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute, GTU
E-mail: gogachaxaia@mail.ru

G. Natroshvili, Academic Doctor of Technical Sciences, Senior Teacher, Faculty of Agricultural Science and Biosystems Engineering, GTU
E-mail: g.natroshvili@gtu.ge

Abstract. The Gibbs–Roseboom diagram was used in determining and generalizing the type of mudflow mixture as well as new boundaries between viscous stream and fluid stream were determined in the article. The latter is due to the percentage of solid-liquid component in the mudflow, as well as from fractions of less than one millimeter. Thus, the typification of mudflows is convenient and expedient, since the structure of the mixture is determined by clay-colloidal fractions, and not by the amount of water components in it. Using the proposed diagrams, it is possible to determine the type of mudflow still in the outbreaks and take appropriate preventive measures.

Key words: Fluid stream; fractions of less than 1 mm diameter; fractions of more than 1 mm diameter; Gibbs–Roseboom diagram; granulometric composition; type of mudflow mixture; viscous stream; water component.

UDC 551.515.3

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2020-4-19-24>

Определение типа селевой смеси с использованием диаграммы Хиббса-Розебома

Майя Куправишвили – департамент агроинженерии, Грузинский технический университет, Грузия, 0192, Тбилиси. пр. Д. Гурамишвили 17
E-mail: m.kupravishvili@gtu.ge

Рецензенты:

Г. Чахая, старший научный сотрудник Института водного хозяйства им. Цотне Мирцхулава, академический доктор технических наук ГТУ

E-mail: gogachaxaia@mail.ru

Г. Натрошвили, факультет аграрных наук и инженерии биосистем, старший преподаватель, академический доктор технических наук ГТУ

E-mail: g.natroshvili@gtu.ge

Аннотация. Для борьбы с селевыми явлениями и принятия превентивных мер желательно выяснить их типы, от которых в значительной степени зависит снижение негативного воздействия селей. В статье рассмотрено определение типа селевой смеси по диаграмме Хиббса-Розебома (цветовой треугольник), которая различает типы и подтипы селевых потоков с учетом компонентов селевой смеси - воды, с учетом размеров фракций более 1 мм и менее 1 мм.

Ключевые слова: водный компонент, гранулометрический состав, диаграмма Хиббса-Розебома, несвязной сель, связной сель, тип селевой смеси, фракции диаметром более 1 мм, фракции диаметром менее 1 мм.

განხილვის თარიღი 24.06.2020

შემოსვლის თარიღი 02.07.2020

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 15.12.2020