

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ISSN 1512-410X

ჰიდროინჟინერია
HYDROENGINEERING
ГИДРОИНЖЕНЕРИЯ

№1-2(17-18)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2014

სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „ჰიდროინჟინერია“

დაფუძნებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტისა და საქართველოს საინჟინრო აკადემიის მიერ.

სარედაქციო კოლეგია:

საქართველოდან: აკადემიკოსი ა. ფრანგიშვილი, პროფ. ლ. ლოღელიანი (მთ. რედაქტორი), პროფ. ლ. კლიმაშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), პროფესორები: ა. მოწონელიძე, პ. კერვალიშვილი, ზ. დანელია, ი. ქადარია, თ. გველესიანი, ზ. მეგრელიშვილი, ნ. კოდუა, შ. გაგოშიძე, ზ. გედენიძე, გ. სოსელია, ვ. ნაჭყებია, ნ. ნაცვლიშვილი, მ. გრძელიშვილი, შ. მესტირიშვილი, ო. ფურცელაძე, პ. გიორგაძე, დ. გურგენიძე, ზ. ზალიკაშვილი, მ. ნაცვლიშვილი (პასუხისმგებელი მდივანი), შპს „ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერის“ ადმინისტრაციული დირექტორი ნ. ბახტაძე, ტექნიკური დეპარტამენტის უფროსი მ. კანდელაკი, საგამომცემლო სახელ „ტექნიკური უნივერსიტეტის“ დირექტორი ალ. გრიგოლიშვილი.

ამერიკის შეერთებული შტატებიდან: აიოვას შტატის უნივერსიტეტის პროფესორები: არდით მანი, რამეშ კანვარი, ემი კალეიტა, სტივენ ფრიმენი, როი გუ.

EDITORIAL BOARD:

Acad. A. Phrangishvili, **Prof. of GTU** L. Gogeliani (Chief Editor), L. Klimiashvili (Deputy Chief Editor), A. Motsonelidze, P. Kervalishvili, Z. Danelia, I. Kadaria, T. Gvelesiani, Z. Megrelishvili, N. Kodua, Sh. Gagoshidze, Z. Gedenidze, G. Soselia, V. Nachkebia, N. Natsvlishvili, M. Grdzlishvili, Sh. Mestvirishvili, O. Purtseladze, P. Giorgadze, D. Gurgenidze, Z. Zalikashvili, M. Natsvlishvili (Executive secretary), N. Bakhtadze, administrative director of LTD "Georgian Water and Power", M. Kandelaki, commander of technical department of LTD "Georgian Water and Power", Director Of Publishing House of GTU Al. Grigolishvili.

USA: Prof. Ardith Maney, Ramesh Kanwar, Amy Kaleita, Steven Freeman, Roy gu, (Aiowa Shtate University).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Грузия: Академик А. Прангишвили, проф. ГТУ Л. Гогелиани (гл. редактор), проф. Л. Климиашвили (зам. гл. редактора), проф: А. Моцонелидзе, П. Кервалишвили, З. Дanelia, И. Кадария, Т. Гвелесиани, З. Мегрелишвили, Н. Кодуа, Ш. Гагошидзе, З. Геденидзе, Г. Соселия, В. Начкебия, Н. Нацвлишвили, М. Грдзелишвили, Ш. Мествиришвили, О. Пурцеладзе, П. Гиоргадзе, Д. Гургенидзе, З. Заликашвили, проф. М. Нацвлишвили (ответственный секретарь), административный директор ООО «Джорджиан уотер энд пауэр» Н. Бахтadze, начальник технического департамента М. Канделаки, директор издательского дома «Технический университет» А. Григолишвили.

США: проф. Ардит Ман, Рамеш Канвар, Эми Калента, Стивен Фримен, Рои Гу (Университет штата Айова).

მისამართი: საქართველო, თბილისი, 0175, კოსტავას ქ. 77, I კორპუსი. ტელ.: 2-33-06-87, ჟურნალის ვებგვერდი www.cetl.gtu.ge

გამოქვეყნებული მასალის სიზუსტეზე პასუხისმგებელია ავტორი.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2014
Publishing House “Technical University”, 2014
Издательский дом “Технический Университет”, 2014

შინაარსი

ჰიდროინჟინერია

ლ. ღოღელიანი, ე. ხატიაშვილი, ზ. ასკურავა. მეწმერების, სელების და სხვადასხვა სახის ჩამოქცეულ-დაცურებულ ქანების წყალსატევებში შეჭრის დინამიკის განტოლება და მისი ამონახსნები	9
ლ. ღოღელიანი. მძაფრი ნაპადის ამრავლის კრიტერიუმი სწრაფდენებზე	16
ლ. კლიმიაშვილი, დ. გუბელაძე, დ. გურგენიძე, ი. ინაშვილი. კალაპოტის გამტარუნარიანობის ინტეგრალური მახასიათებლების დადგენა	20
ლ. კლიმიაშვილი, გ. სოსელია, თ. კაპანაძე, ნ. სოსელია. რელიეფის გამოყენების მეთოდოლოგია წყლის ტრანსპორტირების ეფექტის გაზრდის მიზნით	28
ნ. ნაცვლიშვილი, მ. ნაცვლიშვილი, ნ. ლაფაჩი, ნ. სოსელია. სასმელი წყლით უზრუნველყოფის პრობლემები საქართველოში	35
ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, კ. ბზიავა, ი. კლიმიაშვილი. გმული ღვარცოვის არათანაბარი მოძრაობის მათემატიკური მოდელი	42
ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, ი. კლიმიაშვილი. არასტაციონარულობის საფუძველზე ღვარცოვსაცავის მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერების განსაზღვრა	46
დ. გუბელაძე, ი. ყრუაშვილი, მ. ნაცვლიშვილი, ი. ინაშვილი, ა. დავითაშვილი. საქართველოს წყლის რესურსების ოპტიმალური გამოყენების და გარემოს ეფექტური დაცვის ღონისძიებები	54
ზ. მეგრელიშვილი, ლ. თურმანიძე, ზ. კალანდარიშვილი, ნ. დონდოლაძე. წყლის რესურსების დაცვის გადაწყვეტილების მიღების რისკის ალბათური მოდელი	63
ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, ი. კლიმიაშვილი. ღვარცოვულ კერებში დაბრკოლი მასის წონასწორობის რღვევის განსაზღვრა ხარისხობრივი უზენაესების გამოყენებით	72
გ. სოსელია, ნ. სოსელია, თ. კაპანაძე, ს. ჯაფარიძე. მიწისქვეშა წყლებიდან ჰარბი რკინისა და მარბანდის მოცილების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები	81
ი. ალბოროვი, გ. ზაალიშვილი, ს. ბეკუზაროვა, გ. ხუბაევა. მოლიბდენ-შენიშნული ნარჩენების გამოყენება სამშენებლო მასალებში	90

აბრარული მეცნიერებები

მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი. მოზარდი პირუტყვის სახორცედ გამოზრდის ტექნოლოგია და ხორცის ხარისხის გაუმჯობესების გზები	94
ნ. ორჯანელი, მ. ცინცაძე, ნ. ნატროშვილი. მებოცვრეობაში გამოყენებული საკვები საშუალებები	98
მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი, გ. ცქვიტინიძე. მეცხოველეობაში არაბალანსირებული კვების ფაქტორის გავლენა ცხოველების პროდუქტიულობაზე	103
მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი, გ. ცქვიტინიძე. მეურინველეობაში სარემონტო მოზარდის ზრდის განვითარების ღონამიკა	108

არქიტექტურა

თ. ქუთათელაძე, გ. ბაგრატიონ-დავითაშვილი. ბარემიუბნის არქიტექტურული თავისებურებანი	112
---	-----

მოსაგონარი

გენრის რატიანი	117
----------------------	-----

CONTENTS

HYDROENGINEERING

L. Ghogheliani, E. Khatishvili, Z. Askurava. EQUATION AND SOLUTIONS OF THE DYNAMICS OF MOTION OF LANDSLIDES, MUDFLOWS AND OTHER NATURAL, OR MAN-MADE COLLAPSIBLE ROCKS INTO WATER RESERVOIRS	9
L. Gogeliani. AERATION CRITERION OF RAPID FLOWS ON THE CHUTE	16
L. Klimiashvil, D. Gubeladze, D. Gurgenzidze, I. Inashvili. ESTABLISHING OF INTEGRAL CHARACTERISTICS OF CHANNELS CAPACITY	20
L. Klimiashvil, G. Soselia, T. Kapanadze, N. Soselia. METHODOLOGY OF MOUNTAINOUS TERRAIN USE WITH THE PURPOSE OF WATER-TRANSPORTATION EFFECT	28
N. Natsvlishvili, M. Natsvlishvili, N. Lapachi, N. Soselia. THE PROBLEMS OF DRINKING WATER-SUPPLY IN GEORGIA	35
I. Kruashvili, E. Kukhalashvili, I. Inashvili, K. Bziava, I. Klimiashvili. MATHEMATICAL MODEL OF NON-UNIFORM MOTION OF DEBRIS-FLOW	42
I. Kruashvili, E. Kukhalashvili, I. Inashvili, I. Klimiashvili. DETERMINATION REGULARITY OF DEBRIS-FLOW ORIGINAL SITE CHARACTERISTICS ON THE BASIS OF NON-STATIONARITY	46
D. Gubeladze, I. Kruashvili, M. Natsvlishvili, I. Inashvili, A. Davitashvili. MEASURES OF THE OPTIMAL USE OF WATER RESOURCES AND EFFECTIVE PROTECTION OF THE ENVIRONMENT OF GEORGIA	54
I. Kruashvili, E. Kukhalashvili, I. Inashvili, I. Klimiashvili. DEFINITION OF THE DISTURBED EQUILIBRIUM OF DEBRIS-FLOW MASS ACCUMULATED IN THE DEBRIS-FLOW'S ORIGINAL SITE, USING OF DEGREE FUNCTION	63
Z. Megrelishvili, L. Turmanidze, Z. Kalandarishvili, N. Dondoladze. STOCHASTIC MODEL OF RISK FOR MAKING DECISIONS OF DEFENDING WATER RESOURCES	72
G. Soselia, N. Soselia, T. Kapanadze, S. Japaridze. THE PILOT RESEARCH RESULTS OF UNDERGROUND WATERS' EXCESS IRON AND MANGANESE DETACHMENT	81

I. Alborov, V. Zaalishvili, S. Bekuzarov, G. Khubaev. USE OF MOLYBDENUM-SCHEELITE WASTE (MATERIALS) IN BUILDING MATERIALS	90
--	-----------

AGRARIAN SCIENCES

M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili. MEAT GROWTH TECHNOLOGY OF YOUNG CATTLE AND IMPROVEMENT WAYS OF MEAT PRODUCT	94
N. Orjaneli, M. Tsintsadze, N. Natroshvili. MEANS OF FOOD IN RABBIT BREEDING	98
M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili, G. Tskvitinidze. INFLUENCE UNBALANCED NUTRITIONAL FACTORS ON LIVE-STOCK PRODUCTIVITY	103
M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili, G. Tskvitinidze. THE GROWTH DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF THE POULTRY REARING BIRDS	108

ARCHITECTURE

T. Kutateladze, G. Bagration-Davitashvili ARCHITECTURAL FEATURES OF GARETUBANI	112
---	------------

REMEMBRANCE

Genrikh Ratiani	117
------------------------------	------------

СОДЕРЖАНИЕ

ГИДРОИНЖЕНЕРИЯ

Гогелиани Л.Д, Хатиашвили Э.Б., Аскурава З.И. УРАВНЕНИЕ ДИНАМИКИ ВТОРЖЕНИЯ В ВОДОЕМЫ ОПОЛЗНЕВЫХ, СЕЛЕВЫХ И ДРУГИХ ВИДОВ ОБРУШАЮЩИХСЯ ПОРОД И ЕГО РЕШЕНИЕ	9
Гогелиани Л.Д. КРИТЕРИЙ АЭРАЦИИ БУРНОГО ПОТОКА НА БЫСТРОТОКАХ	16
Климиашвили Л.Д., Губеладзе Д.О., Гургенидзе Д.Р., Инашвили И.Д. УСТАНОВЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РУСЛА	20
Климиашвили Л.Д., Соселия Г.А., Капанадзе Т.К., Соселия Н.Г. МЕТОДОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЛЬЕФА С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ВОДЫ	28
Нацвлишвили Н.В., Нацвлишвили М.Н., Лафачи Н.Р., Соселия Н.Г. ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ В ГРУЗИИ	35
Круашвили И.Г., Кухалашвили Э.Г., Инашвили И.Д., Бзиава К.Н., Климиашвили И.Л. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕРАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ СВЯЗНОГО СЕЛЯ	42
Круашвили И.Г., Кухалашвили Е.Г., Инашвили И.Д., Климиашвили И.Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЕХ- РАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ	46
Губеладзе Д.О., Круашвили И.Г., Нацвлишвили М.Н., Инашвили И.Д., Давиташвили А.Н. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОПТИМАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭФФЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГРУЗИИ	54
Круашвили И.Г., Кухалашвили Э.Г., Инашвили И.Д., Климиашвили И.Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАРУШЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ СЕЛЕВОЙ МАССЫ, НАКОПЛЕННОЙ В СЕЛЕОЧАГАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТЕПЕННЫХ ФУНКЦИЙ	63
Мегрелишвили З.Н., Турманидзе Л.Т., Каландаришвили З.Н., Дондоладзе Н.Г. ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ РИСКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	72

Соселия Г.А., Соселия Н.Г., Капанадзе Т.К., Джапаридзе С.Ф. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО УСТРАНЕНИЮ ИЗБЫТОЧНОГО ЖЕЛЕЗА И МАГНИЯ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	81
Алборов И.Д., Заалишвили В.Б., Бекузарова С.А., Хубаева Г.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛИБДЕНО-ШЕЕЛИТОВЫХ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ	90

АГРАРНЫЕ НАУКИ

Цинцадзе М.А., Орджанели Н.М., Натрошвили Н.Н. ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЯСА В ТЕХНОЛОГИИ МЯСНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА	94
Орджанели Н.М., Цинцадзе М.А., Натрошвили Н.Н. СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КОРМЛЕНИИ КРОЛИКОВОДСТВА	98
Цинцадзе М.А., Орджанели Н.М., Натрошвили Н.Н., Цквитинидзе Г.А. ВЛИЯНИЕ НЕСБАЛАНСИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ	103
Цинцадзе М.А., Орджанели Н.М., Натрошвили Н.Н., Цквитинидзе Г.А. ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА В ПТИЦЕВОДСТВЕ	108

АРХИТЕКТУРА

Кутателадзе Т.Г, Багратион-Давиташвили Г.Н. АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГАРЕТУБАНИ	112
---	------------

К ПАМЯТИ

Генриха Ратиани	117
------------------------------	------------

ჰიდროინჟინერია

შპს 628.2

მეწყერების, სელების და ზეგებისა და სხვადასხვა სახის ჩამოქცეულ-დაცურებული ქანების წყალსატევებში შეჭრის დინამიკის განტოლება და მისი ამონახსნები

ლ. ლოღელიანი, ე. ხატიაშვილი, ზ. ასკურავა

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია მეწყერების, სელების, ზეგებისა და სხვადასხვა ბუნებრივი თუ ხელოვნური მოვლენებით გამოწვეული ჩამოქცეულ-დაცურებული ქანების მასების წყალსატევებში შეჭრის პროცესები. შედგენილია დინამიკის განტოლება, რომელიც აღწერს ისეთი მასივის მოძრაობას, რომლის ნაწილიც მოძრაობის დაწყებამდე ნაწილობრივ წყალქვეშაა. ამიტომ, კულონის “მშრალი” ხახუნის ძალებთან ერთად განიხილება როგორც შუბლა ჰიდროდინამიკური, ისე წყლის მიერთებული მასების, ტალღური წინაღობებისა და, აგრეთვე სეისმური ძალების ზემოქმედება.

მიღებულია საანგარიშო დამოკიდებულებები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია შესრულდეს ჩამოქცეულ-დაცურებული მასების მოძრაობის პარამეტრების განსაზღვრა შემდეგი შემთხვევებისათვის:

- სეისმური ძალების გათვალისწინებით და მათ გარეშე;
- მასივი შეჭრისას განლაგებულია მთლიანად ხმელეთზე;
- მასივი შეჭრისას ნაწილობრივ ან მთლიანად წყალქვეშაა.

მიღებული დამოკიდებულებებით შესრულდა ე.წ. “საანგარიშო მოდელირება” ვაიონტის წყალსაცავზე მომხდარი კატასტროფისათვის. შედეგებმა ცხადყო მეთოდის საიმედოობა.

საკვანძო სიტყვები: მეწყერები; სელები; ზეგები; ქანები; წყალსატევები; სეისმური ძალები.

1. შესავალი

განიხილება მეწყერების, სელების, ზეგავებისა და სხვადასხვა ბუნებრივი და ხელოვნური მოვლენებით (სეისმური ძალებით, დონეების ცვალებადობით გამოწვეული ფილტრაციული წნევების ცვლილებით, თავსება წვიმებით, აფეთქებებით და სხვ.) გამოწვეული ჩამოქცეულ-დაცურებული ქანების მასების წყალსატევებში შეჭრისას მათი მოძრაობის პარამეტრების განსაზღვრის ამოცანა.

2. ძირითადი ნაწილი

საკითხები, რომლებიც შეეხება ჩამოქცეულ-დაცურებული გრუნტის მასების, ზეგავების, სტრუქტურული სელების მოძრაობის მახასიათებლების განსაზღვრას შეისწავლავოდა მრავალი მეცნიერის მიერ, დაწყებული გოფფის და ოტტენის პიონერული ნამუშევრებიდან დღემდე, მათ შორის ბოლო ათწლეულებში ქართველი მეცნიერების გონგაძის, სულაქველიძის, ავალიანის, ვოინიჩ-სიანოუენცკის და სხვათა მიერ [ლ.1,2].

ზემოთ ჩამოთვლილ ნამუშევრებში გამოყენებულია ძირითადად გამარტივებული მიდგომები, ამოცანა ფაქტობრივად დაჰყავთ შეჭრილი ქანების მასის ცენტრის წერტილის მოძრაობაზე.

ამჯერად, მიზნად დავისახეთ შევისწავლოთ წყალსატევებში სხვადასხვა სახის მასივების შეჭრა ისეთი თავისებურებების გათვალისწინებით, რომლებიც ფაქტობრივად არაა ასახული ცნობილ პუბლიკაციებში. კერძოდ, ვიხილავთ ისეთი სახის მოძრაობას, როდესაც ჩამოქცეულ-დაცურებული ან მეწყერული ქანების მასივი მოძრაობის დაწყებამდეც კი ნაწილობრივ წყალქვეშაა. ასე რომ, არსებითია ამ მასივის მოძრაობის განხილვა წყალქვეშა და წყალზედა ფერდზე ერთდროულად მოძრაობისას. დაცურებული ქანების მოძრაობისას აუცილებლად გავითვალისწინებთ სეისმურ ძალებს. კულონის ხახუნის ძალებთან ერთად განხილული იქნება შუბლა ჰიდროდინამიკური ძალების, მოძრაობისას წყლის მიერთებული მასების და ტალღური წინაღობების ძალების არსებობა.

მეწყერების, სელების და სხვა სახის ქანების წყალსატევში შეჭრის დინამიკის ერთგანზომილებიან განტოლებას სრიალის ბრტყელ ზედაპირებზე შემდეგი სახე აქვს:

$$\begin{aligned} \rho_s W_{s0} \frac{dV_s}{dt} = g \rho_s W_{ss} I_{ss} + g (\rho_s - \rho_w) W_{sw} I_{ss} - \\ - k_w \rho_w \Omega_{sw} \frac{V_s^2}{2} - \lambda_w \rho_w l_{sw} B_s \frac{V_s^2}{8} - \beta \rho_w \frac{d(V_s W_{sw})}{dt}, \end{aligned} \quad (1)$$

რომელშიც

V_s არის W_{s0} ჯამური მოცულობის მქონე მასივის მასის ცენტრის სიჩქარე;

$W_{ss} - W_{s0}$ მასივის იმ ნაწილის მოცულობა, რომელიც დროის t მომენტისათვის მდებარეობს სანაპირო ფერდზე წყალსატევის მაღლა;

$W_{sw} - W_{s0}$, რომელიც დროის t მომენტისათვის წყალქვეშაა;

$$I_{ss} = (1 + k_c f) \sin \psi_s - f_s \cos \psi_s + k_c \cos \psi_s; \quad (2)$$

$$I_{sw} = (1 + k_c f) \sin \psi_{sw} - f_{sw} \cos \psi_{sw} + k_c \cos \psi_{sw}. \quad (3)$$

აქ ψ_s წყალსაცავის ზედაპირის სარკის ზევით მდებარე ფერდის ჰორიზონტთან დახრის კუთხეა;

ψ_{sw} – იგივე, წყალქვეშ განლაგებული ფერდისათვის;

f_s და f_{sw} – კულონის ხახუნის კოეფიციენტები (მაგალითად, მისი მოდიფიკაციის $\frac{\tau_x}{\gamma h}$ ასეთი შემთხვევისათვის), შესაბამისად წყალსატევის იმ ფერდებისათვის, რომლებიც განლაგებულია წყლის ზემოთ და წყალქვეშ;

ρ_s და ρ_w – შესაბამისად მასივის ქანების და წყლის სიმკვრივები;

k_c – სეისმურობის კოეფიციენტი;

k_w – წინააღმდეგობის შუბლა ჰიდროდინამიკური კოეფიციენტი;

γ_w – ქანების ზედაპირის დაცურებული, წყალთან ხახუნის წრფივი ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი;

Ω_{sw} – მასივის მოდელის ზედაპირი, რომელიც მდებარეობს წყალქვეშ.

$$\beta = \frac{W_{sw}^*}{W_{sw}},$$

ამ უკანასკნელში W_{sw}^* არის W_{sw} წყალქვეშ არსებული მოცულობის მიერ მოძრაობისას მიერთებული მასის მოცულობა;

λ_{sw} – წყლის ქვეშ მყოფი ქანების მასივის სიგრძე;

B_s – ქანების მასივის სხეულის სიგანე.

W_{s0} მოცულობა, ცხადია ტოლია

$$W_{s0} = W_{ss} + W_{sw} . \quad (4)$$

W_{sw} მოცულობა გამოვსახოთ დამოკიდებულებით

$$W_{sw} = W_{s0} \frac{l_{sw}}{L_s} , \quad (5)$$

რომელიც ძალაშია ქანების მასივის წყალსატევში შეჭრის მომენტიდან მის სრულ დახურვამდე.

l_{sw} ქანების მასის ფრონტის აბსცისაა, რომელიც აითვლება წყლის ნაპირის ხაზიდან ფერდზე; L_s – მოძრავი ქანების მასის სრული სიგრძე.

(5) პირობა ძალაშია, როდესაც სრულდება $0 \leq W_{sw} \leq W_{s0}$ და $L_s \geq l_{sw} > 0$ უტოლობები.

სწორედ ამ პირობებისათვის ვახდენთ (1)-ის მისადაგებას.

(5)-თან ერთად, მივიღოთ შემდეგი პირობა:

$$h_{sw} = \begin{cases} h_{sm} \frac{l_{sw}}{\eta L_s} & l_{sw} \leq L_s \eta \\ h_s & \text{როცა } l_{sw} > h(1-\eta) \end{cases} . \quad (6)$$

აქ h_{sw} არის წყალქვეშ ჩაყურსული W_{sw} მოცულობის მაქსიმალური უდიდესი სიმაღლე;

h_{sm} – მთელი მასივის მოცულობის W_{s0} -ის მაქსიმალური სიმაღლე;

ηL_s – მანძილი ტალღის ფრონტიდან შეჭრის ქანების მასივის იმ კვეთამდე, სადაც გვაქვს მაქსიმალური h_{sm} სიმაღლე.

(6) და (5) პირობა გვაძლევს $h_{sw} = 0$ და $W_{sw} = 0$ მნიშვნელობებს, როცა $l_{sw} = 0$.

როცა $l_{sw} = L_s$, (5)-ის მიხედვით ვღებულობთ $W_{sw} = W_{s0}$ (W_{s0} მოცულობის სრული ჩადირვა წყალში), (6)-თი, როცა $l_{sw} = \eta L_s$; $h_{sw} = h_{sm}$.

(1) განტოლება გარდავქმნათ ზემოთ მოყვანილი დამოკიდებულებების გათვალისწინებით, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} & \left(1 + \beta \frac{\rho_w}{\rho_s} \frac{l_{sw}}{L_s} \right) L_s \frac{dV_s^2}{dL_{sw}} = 2gI_{ss} L_s - \\ & - 2gL_s (I_{ss} - \sigma_s I_{sw}) \frac{l_{sw}}{L_s} - 2 \frac{\rho_w}{\rho_s} \left(\bar{k}_w \frac{l_{sw}}{L_s} + \beta \right) V_s^2 \end{aligned} \quad (7)$$

ანუ

$$(1 + A_0 \xi) \frac{dV_s^2}{d\xi} = A_1 - A_2 \xi - (2A_0 + A_3 \xi) V_s^2, \quad (8)$$

სადაც

$$A_0 = \beta \frac{\rho_w}{\rho_s}; \quad A_1 = 2gI_{ss}L_s; \quad A_2 = 2gL_s(I_{ss} - \sigma_s I_{sw});$$

$$A_3 = \frac{3}{2} \bar{k}_w \frac{\rho_w}{\rho_s}; \quad \xi = \frac{l_{sw}}{L_s}; \quad \bar{k}_w = k_w \lambda_w \frac{L_s}{h_{sm}}. \quad (9)$$

ეს უკანასკნელი განტოლება წრფივია, მაგრამ მისი ინტეგრირება იმ მიზნით, რომ მივიღოთ ადვილად აღქმადი შედეგები, უმჯობესია განვახორციელოთ იმ დაშვებით, რომ $\beta \ll 1$.

$l_{sw} < L_s$ არისათვის ამოხსნა ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$V_s^2 = V_{s0}^2 + (A_1 - 2A_0 V_{s0}^2) \xi - (2A_0 A_1 + A_1 A_3 + A_2 + A_3 V_{s0}^2) \frac{\xi^2}{2} +$$

$$+ 2A_0 A_2 \frac{\xi^3}{6} + A_2 A_3 \frac{\xi^4}{8}. \quad (10)$$

$l_{ws} > \eta L_s$ არეში კი (7) განტოლების ამოხსნა სხვა სახით ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$(1 + A_0 \xi) \frac{dV_s^2}{d\xi} = A_1 - A_2 \xi - (2A_0 + A_3') V_s^2. \quad (11)$$

ასეთი ჩაწერა განპირობებულია იმ გარემოებით, რომ (7)-ის ბოლო წევრში V_s^2 -იან წევრთან უკვე აღარ ფიგურირებს ცვლადი ξ და $A_3' = \frac{3}{2} k \frac{\rho_w}{\rho_s}$. საბოლოოდ, (7)-

ის ამოხსნა $l_{ws} > \eta L_s$ არეში ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$V_s^2 = V_{s\eta}^2 + [A_1 - (2A_0 + A_3) V_{s0}^2] (\xi - \eta) -$$

$$- (A_1 + A_2 + 2A_0 A_1) \frac{\xi^2 - \eta^2}{2} + (2A_0 A_2 + A_2 A_3) \frac{\xi^3 - \eta^3}{6}. \quad (12)$$

ამრიგად, მიღებულია მეწყერების, სელებისა და ჩამოქცეულ-დაცურებული ქანების მასივების წყალსატევებში შეჭრის დინამიკის (1) განტოლების ამონახსნები, რომლებიც, მიუხედავად გარკვეული დაშვებებისა, საშუალებას გვაძლევს, რომ მისაღები სიზუსტით იქნეს გათვლილი წყალსატევში შეჭრილი მასივების დინამიკური მახასიათებლები.

მიღებულ ამონახსნებში (10)-(12), კულონის “მშრალი” ხახუნის კოეფიციენტი სხვადასხვა შემთხვევისათვის [9,10]-ის მიხედვით რეკომენდებულია აღებულ იქნეს $0.5 f - 0.6 f$ –ის ტოლად.

რაც შეეხება ჰიდროდინამიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტებს, დასმულ ამოცანაში ისინი ფაქტობრივად ორი სახისაა: პირველი, წყლის მიერთებული მასის კოეფიციენტი, რომელიც აიღება [6]-ში მოყვანილი გრაფიკებიდან ელიფსოიდური სხეულებისათვის; მეორე, შუბლა ჰიდროდინამიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი შესაძლებელია აღებულ იქნეს ცხრილებიდან, რომლებშიც მოყვანილია შუბლა წინააღმდეგობის კოეფიციენტების მნიშვნელობები სოლისებრი პროფილის სხეულებისათვის; იმ შემთხვევაში კი, როდესაც ხდება ქანების მასების ვარდნა წყალში – ფორმულით:

$$k_f = \frac{\pi}{\operatorname{ctg}\psi_*} \left(\frac{\pi}{2\psi_*} - 1 \right)^2, \quad (13)$$

სადაც ψ_* წყალში შეჭრილი სხეულის კონუსურობის კუთხეა. (13) დამოკიდებულება [ლ. 7] მიიღება სხეულის სოლისებრი ფორმისათვის.

ბოლოს აუცილებელია აღინიშნოს, პროცესების დიდი სირთულეების გამო, რომელიც აღიძვრება სხვადასხვა სახის მასივების შეჭრისას წყალსატევში, აუცილებელი ხდება მათი მოდელირება, რომელიც ამტკიცებს (ან პირიქით) შერჩეული ჰიპოთეზების და მოსაზრებების ვარგისიანობას.

3. დასკვნა

ასეთ “საანგარიშო მოდელად” გამოყენებულია ვაიონეტის წყალსაცავზე (იტალია) მომხდარი გრანდიოზული კატასტროფა, რომელიც დეტალურად აღწერა შვეიცარიელმა მკვლევარმა ლ. მიულერმა [3]. ამ კვლევაში ჩვენი სამუშაოს თვალსაზრისით მოიპოვება ძალზე მნიშვნელოვანი, ე.წ. “საყრდენი წერტილები”: ვაიონეტის კაშხალზე გადადინებული ტალღის კვალის ნიშნულები, წყალსაცავის ფერდზე სოფ. კასოსთან ზეირთცემის ტალღის კვალი და წყალსაცავში მთის მასივის შეჭრის საბოლოო პროფილის მაქსიმალური ნიშნული.

განგარიშები, რომლებიც ვაიონეტის მოვლენებისათვის შესრულებულია სტატიაში შემუშავებული მეთოდიკით, ცხადყოფს მის რეპრეზენტატიულობას და

საიმედოობას. ქვემოთ მოგვყავს შესრულებული გაანგარიშების შედეგები და მიუღერის მონაცემები.

	კაშხალზე (ცენ-ტრში) გადადინე-ბული ტალღის სიმაღლე, h მ	კაშხალზე (მარჯვე-ნა კიდეში) გადადი-ნებული ტალღის სიმაღლე, h მ	წყალსაცავის ფერდზე (სოფ.კასოსთან) ზეირთცე-მის ტალღის ასვლის სი-მაღლე, h მ	წყალსაცავში შე-ტრილი მთის მასივის მაქსიმალური ნიშნული, h მ
ნატურული მონაცემები	90	100	200	120
გაანგარიშების შედეგები	82.5	133	213	107
განსხვავება	9 %	33 %	6.5 %	12 %

ლიტერატურა

1. Войнич-Сяноженский Т.Г. Критерий подобия и моделирования движения влекомых наносов // XVII конгресс МАГИ. Баден-Баден, ФРГ, 1987 г.
2. Маскалев Ю.Д. Возникновение и движение лавин. Л.: Гидрометеиздат, 1976 г.
3. Мюллер Л. Оползень в долине Вайонт. М.: Мир, 1967г.
4. Справочник по гидротехнике ВНИИ ВОДГЕО. М. : Госстройиздат, 1955 г.
5. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1938 г.
6. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.Н. Теоретическая гидромеханика. I том, М.: Физмагиз, 1963 г.
7. Федяевский К.К. и др. Гидромеханика. Л.: Судостроение, 1975 г.

UDC 628.356

AERATION CRITERION OF RAPID FLOWS ON THE CHUTE

L. Gogeliani

(Georgian Technical University)

Resume: *There is presented the strong flow aeration of known criterion accuracy attempt of Voynich Syanozhentski in the case, when the lower flow moves faster, than the top, and the air is immovable.*

Key words: *Aeration Criterion; free surface; rapid plane flows; free surface.*

The aeration criterion obtained in [15] correlates well with the available experimental data. Nevertheless its derivation contains the intrinsic contradiction, namely: the uniform motion of a rapid stream in the undisturbed state cannot take place, because on the inclined bottom such motion of an ideal fluid can be only accelerated.

However, using inequality

$$k^2 \rho_w \rho_a (v_x - u_x)^2 - \frac{k}{2} (\rho_w v_x + \rho_a u_x) \left(\rho_w \frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z} + \rho_a \frac{\partial \bar{u}_x}{\partial z} \right) > (\rho_w^2 - \rho_a^2) g k \quad (1)$$

From the aeration criterion we easily obtain also the criterion proposed in [16] by making some simplifying assumptions.

Properly speaking, (1) is the inequality for which aeration is unavoidable since its fulfillment makes σ a complex value. This means, that a wave disturbance of form

$$\frac{\partial \tilde{u}_x}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{u}_z}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

(2) has an exponentially increasing amplitude with respect to time, which inevitably leads to the fall of wave crests and therefore to the entrainment of air from the air medium into the rapid stream, i.e. to its aeration.

Inequality (1) can be essentially simplified, if we take into account, that the lower water stream moves at a greater velocity, while the air medium is practically stationary. Hence it can be assumed, that $u_x = 0$. Besides, $\rho_a \ll \rho_w$ since the water density is nearly 870 times the air density.

A dynamic equation of this flow evidently has the form

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z} \right) = -g i_0, \quad (3)$$

where ν is the coefficient of turbulent (effective) viscosity, $\bar{v}_x$ is the averaged flow velocity, which increases in the direction from the bottom to the free surface.

Hence inequality (3) can be written in the form

$$\nu_x^2 - \frac{1}{2k} \frac{\rho_w}{\rho_a} \nu_x \frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z} > \frac{\rho_w}{\rho_a} \frac{g}{k}, \quad (4)$$

where the term $\frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z}$ is to be calculated.

Let us make use of relation(4) for the velocity profile of the undisturbed flow

$$\frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z} = -g \frac{i_0 z}{\nu}. \quad (5)$$

It is obvious that in the region of highest wave disturbances it will have an average value of the velocity gradient of undisturbed motion.

As is known, the region covered by dispersion waves is defined by the scale $\tilde{H} = \frac{\lambda}{2}$, where

λ is the wave-length.

Therefore

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z} &= \frac{1}{\lambda/2} \int_0^{\lambda/2} \frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z} dz = -\frac{2}{\lambda} \int_0^{\lambda/2} \frac{g i_0 z^*}{\bar{\nu}} dz = \\ &= -\frac{g i_0 z^2}{\bar{\nu}} \Big|_0^{\lambda/2} = -\frac{g i_0 \lambda}{4 \bar{\nu}}. \end{aligned} \quad (6)$$

For the turbulent viscosity coefficient we use the Prandtl expression [19]

$$\nu = \chi v_* (H-z), \quad (7)$$

taking into account the fact of the chute bottom is responsible for the flow turbulence.

Here $v_* = \frac{\sqrt{g \bar{\nu}}}{C_{III}}$, where C_{III} is the Chezy coefficient for a rapid flow on the chute; $\bar{\nu}$ is an average velocity with respect to the flow cross-section; χ is the Karman constant; $\chi=0.36 \div 0.4$.

Relating the average value v to the point with ordinate $\lambda/4$ taken on the interface, we have

$$\frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z} = -\frac{gi\chi C_{III}}{4\chi\sqrt{g\bar{v}}(H-0.25\lambda)}. \quad (8)$$

Taking now into account the fact, that for the plane flow $i = \frac{v^2}{C_{III}^2 H}$, we finally obtain

$$\frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z} = -\frac{\sqrt{g}v\lambda}{4\chi C_{III}(H-0.25\lambda)}. \quad (9)$$

The substitution of (54) into the aeration origination inequality gives

$$v^2 \left[1 + \frac{1}{16} \frac{\rho_w}{\rho_a} \frac{\sqrt{g}}{\pi C_{III} H \chi} \frac{\lambda^2}{(H-0.25\lambda)} \right] > \frac{g\lambda}{2\pi} \frac{\rho_w}{\rho_a}. \quad (10)$$

Following [15], we assume, that the disturbance wave-length is equal to the largest diagonal linear scale of turbulence l , i.e. $\lambda \approx l$, where for the chosen coordinate system

$$l \approx \chi(H-z). \quad (11)$$

As follows from (11), l grows in the direction from the bottom to the surface, where it is close to χH , which is physically quite justified and, according to [16], agrees with the Prandtl-Landau idea: transverse dimensions of large-scale turbulent vortices are equal in their value order to the transverse dimension of the flow. Since the term $l = \chi(H-z)$ is contained in formula (8) for the turbulent viscosity coefficient and in calculating $\frac{\partial \bar{v}_x}{\partial z}$, is related to the point with ordinate 0.25λ , it is obvious, that

$$\lambda \approx l = \chi(H-0.25\lambda), \quad (12)$$

or

$$\lambda = \frac{\chi H}{1+0.25\chi} \quad (13)$$

Inserting it into (10), we obtain

$$\frac{v^2}{gH} > \frac{\frac{\chi}{2\pi(1+0.25\chi)} \frac{\rho_w}{\rho_a}}{1 + \frac{\rho_w}{16\rho_a} \frac{\sqrt{g}\chi}{\pi C_{III}(1+0.25\chi)}} = \frac{45}{1 + \frac{5.6\sqrt{g}}{C_{III}}} \quad (14)$$

This is the final form of the aeration criterion for a rapid plane uniform flow on the chute.

Let us compare criterion(14) with the criterion obtained in [16] and generalized for non-uniform flows in [20]. Neglecting the effect of surface tension and the longitudinal velocity gradient, we can write (14) in the form

$$\frac{v^2}{gH} > \frac{44}{\left(1 + \frac{2.76\sqrt{g}}{C_R}\right)^2} \quad (15)$$

Criteria (14) and (15) are quite close to each other in both the form and the numerical coefficients. In other words, the approximation to an ideal fluid in the considered case is well justified and, like for (61), the refined criterion is confirmed by experiments.

Criterion (14) and the initial assumptions used in its derivation can be regarded as one more argument supporting the validity of criterion (15), because in deriving it we have managed to cope with the contradictions contained in the hidden form in the initial assumptions underlying the derivation of criterion (15).

REFERENCES

1. T.G. Voinich-Syanozhentski. On a criterion of aeration origination of smoothly changing turbulent streams. (Russian) Power Eng. Hydraulics Inst. ARM. SSR Acad. Sci., Erevan, 1960.
2. T.G. Voinich-Syanozhentski. Some questions of the stability of streams and their free surface for flows with high velocities. (Russian) Proc. Coord. Confs. on Hydraulic Eng.,. issue.8, Vedeneyev VNIIG, Moscow-Leningrad, 1963.

შპს 626.823.93

კალაპოტის გამტარუნარიანობის ინტეგრალური მახასიათებლების დადგენა

დ. კლიმიაშვილი, დ. გუბელაძე, დ. გურგენიძე, ი. ინაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: კალაპოტური ნაკადის საანგარიშოდ მიღებული დამოკიდებულებების განზოგადოების საფუძველზე განსაზღვრულია სითხის მოძრაობის ჰიდრავლიკური პარამეტრები. რეინოლდსის კრიტერიუმის ანალოგიურად დადგენილია თანაფარდობა ნაკადის ტურბულენტურ ენერგიასა და ფილტრაციული ღინების დისიპაციურ ენერგიას შორის. მიღებულია დამოკიდებულება ნაკადის ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის. გამოვლენილია ურთიერთკავშირი კალაპოტურ და ინდუცირებულ მახასიათებლებს შორის.

საკვანძო სიტყვები: ინდუცირებული ღინება; ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობა; წყალ-ჟონვადი კალაპოტი.

1. შესავალი

ღია კალაპოტებში ტურბულენტური ნაკადები აღიწერება დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემით, რომელთა ამოსახსნელად, როგორც ყოველთვის გვიხდება დამატებითი პირობების შემოღება; მათ რიცხვს მიეკუთვნება კრიტერიუმები, რომელთა მეშვეობით ხდება კავშირის დამყარება ნაკადის პულსაციურ და გასაშუალოებულ სიჩქარეებს შორის.

ამ განტოლებათა სისტემების განხილვისას მიღებული ამონახსნი საშუალებას იძლევა აღვწეროთ კალაპოტისა და ნაკადის ურთიერთზემოქმედების რთული მექანიზმი, რაც კალაპოტური პროცესების თეორიულად დასაბუთებული ფიზიკური მოვლენების ამსახველ საანგარიშო დამოკიდებულებათა პრაქტიკული გამოყენების საშუალებას იძლევა.

ღია ნაკადების ჰიდროდინამიკური სტრუქტურა ფორმირდება კალაპოტთან მუდმივ ურთიერთზემოქმედების პროცესში და ბუნებრივია მიისწრაფვის ისეთი ფორმების წარმონაქმნებისაკენ, რომლებიც პასუხობს ნაკადის ტრანსპორტირებისას ენერგიის მინიმუმის დანახარჯს. სითხის მოძრაობისას, ნაკადის სტრუქტურაზე აგრეთვე შესამჩნევ ზეგავლენას ახდენს არა მარტო კედლისპირა რეჟიმი, არამედ კალაპოტის ფორმაც.

2. ძირითადი ნაწილი

კალაპოტის გამტარუნარიანობის ინტეგრალურ მახასიათებელს წარმოადგენს ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობა, გამოხატული დაწნევის დანაკარგებით ან წყლის ზედაპირის ქანობით. ეს მახასიათებელი ჩვეულებრივ აღიწერება ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის λ კოეფიციენტით, რომელიც განისაზღვრება სხვადასხვა რეჟიმის პირობებში, შემდეგი თანაფარდობებიდან:

- ნაკადის თანაბარი მოძრაობის ძირითადი განტოლებიდან

$$\tau_0 = \rho_{\text{ფ}} g R i, \quad (1)$$

სადაც R არის ჰიდრავლიკური რადიუსი; i – ქანობი;

- პიპოტეტური ფორმულიდან

$$\tau = \rho_{\text{ფ}} \lambda \frac{\bar{V}^2}{2}. \quad (2)$$

(1) და (2) დამოკიდებულებებიდან მივიღებთ:

$$\lambda = \frac{2gRi}{\bar{V}^2} \quad (3)$$

ან

$$\lambda = \frac{2U_*^2}{\bar{V}^2}, \quad (4)$$

სადაც $\bar{V}$ არის ნაკადის საშუალო სიჩქარე ვერტიკალზე.

ყველაზე სრულად ნაკადში ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტის განსაზღვრა წარმოდგენილია შემდეგ [1, 2, 3, 4, 5] შრომებში, რომლებშიც განხილულია კალაპოტური ნაკადებისათვის ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფი-

ციენტის საანგარიშო დამოკიდებულება სითხის სხვადასხვა დინების რეჟიმებისათვის ცალ-ცალკე:

- “გლუვი” კალაპოტისათვის

$$\begin{aligned} \text{Re} \leq \text{Re}'_{\text{გლ}} &= 8,9 \left(4 \lg \frac{R}{K} + 5,75 \right) \frac{R}{K}, \\ \frac{1}{\sqrt{\lambda}} &= 4 \lg (R \sqrt{\lambda})_R + 2,0; \end{aligned} \quad (5)$$

- პირველი შუალედური არე

$$\begin{aligned} \text{Re}' \triangleleft \text{Re} \leq \text{Re}''_{\text{გლ}} &= 22,4 \left(4 \lg \frac{R}{K} + 5,75 \right) \frac{R}{K}, \\ \frac{1}{\sqrt{\lambda}} &= 4 \lg \frac{R}{K} + 5,75; \end{aligned} \quad (6)$$

- მეორე შუალედური არე

$$\begin{aligned} \text{Re}''_{\text{გლ}} \triangleleft \text{Re} \leq \text{Re}'''_{\text{გლ}} &= \left(4 \lg \frac{R}{K} + 4,25 \right) \frac{R}{K}, \\ \frac{1}{\sqrt{\lambda}} &= 4 \lg \frac{R}{K} + 9,65 - 4 \lg \left(\frac{U_* K}{\nu} \right)^{0,81}; \end{aligned} \quad (7)$$

- კვადრატული წინააღმდეგობის არე

$$\begin{aligned} \text{Re} > \text{Re}'''_{\text{გლ}}, \\ \frac{1}{\sqrt{\lambda}} &= 4 \lg \frac{R}{K} + 4,25, \end{aligned} \quad (8)$$

სადაც K არის წრფივი ხორკლიანობა.

დინების ყველა სახის რეჟიმისათვის [3,4] შრომებში რეკომენდებულია შემდეგი დამოკიდებულებები:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 4,51 \lg \frac{R/d}{0,143 K/d + 0,385/\text{Re}_* d}, \quad (9)$$

$$\lambda = 0,077 \left(\frac{K}{R} + \frac{68\nu}{UR} \right)^{0,25}, \quad (10)$$

$$\text{Re}_* = \frac{U_* R}{\nu}. \quad (11)$$

(10) დამოკიდებულება შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი სახით:

$$\lambda = 0,077 \left(\frac{K}{R} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (12)$$

როგორც [5] ნაშრომიდან ჩანს, Re და Re_* -ს შორის არსებობს შემდეგი თანაფარდობა:

$$Re \approx \alpha Re_*^{1,1}, \quad (13)$$

$$\lambda \approx \frac{const}{Re_*^{0,2}}, \quad (14)$$

რაც ახლოა მე-(10) ფორმულაში მიღებულ შედეგთან.

ზემოთ მოყვანილ ყველა დამოკიდებულებაში ნაწილაკის დაძვრის პირობიდან გამომდინარე, აუცილებელია ჩაისვას ნაკადის სიჩქარის განმსაზღვრელი სიდიდე [1, 2, 3, 4, 5] ნაშრომებში შემოთავაზებული რეკმენდაციების თანახმად.

თუ ფსკერი წყალქონვადია, მასში ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი უნდა განისაზღვროს დროის იმ მომენტში, როდესაც ადგილი აქვს ნაწილაკის დაძვრას ფსკერზე.

ამ შემთხვევაში, ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტის განსასაზღვრავად საჭიროა გამოყენებულ იქნეს სიჩქარის სიდიდის გამოსანგარიშებელი ის დამოკიდებულებები, რომლებიც შემოთავაზებულია ავტორთა [3, 4] მიერ.

ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ვისარგებლოთ (4) ფორმულით და კრიტიკული მხები ძაბვისათვის მიღებული დამოკიდებულებით, რომელიც წარმოდგენილია ი. ეგიაზაროვის [5] ნაშრომში ნაწილაკის დაძვრის პირობისათვის:

$$\tau_{gr} = \lambda_0 (\rho_e - \rho_f) g d, \quad (15)$$

სადაც λ_0 არის ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი ნაწილაკის დაძვრისას, რომელიც გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$\lambda_0 = \frac{2\tau_{gr}}{\rho_f U_s^2}. \quad (16)$$

(14) ფორმულის გათვალისწინებით, მივიღებთ:

$$U_s = \sqrt{\frac{2f_0(\rho_e - \rho_f)gd}{\lambda_0 \rho_f}}. \quad (17)$$

თუ (17) გამოსახულებაში ჩავსვამთ λ_0 -ს მნიშვნელობას განსაზღვრულს (5) და (12) დამოკიდებულებებით და მიღებულ თანაფარდობას შევადარებთ ზემოთ აღნიშნულ სხვა დამოკიდებულებებს, დავინახავთ, რომ ნაწილაკის მოძრაობის დაწყება ხდება არა მხოლოდ წინააღმდეგობის კვადრატული რეჟიმის არეში და იგი დამოკიდებულია ნაწილაკის გეომეტრიულ ზომებსა და ხორკლიანობაზე.

წყალქონვადი კალაპოტის შემთხვევაში ეს ნიშნავს, რომ ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი დამოკიდებული უნდა იყოს გრუნტის ფილტრაციულ მახასიათებლებზე.

თუ (17) ფორმულას ჩავსვამთ (8) დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$U_* = 4,25\sqrt{2f_0\rho_0gd} + \sqrt{2f_0\rho_0gd} \cdot 41g\frac{R}{K}, \quad (18)$$

სადაც

$$\rho_0 = \frac{\rho_6 - \rho_{\text{ფ}}}{\rho_{\text{ფ}}}.$$

მე-(12) დამოკიდებულების გამოყენებით, მივიღებთ:

$$U_* = \frac{\sqrt{2f_0\rho_0gd} \cdot \left(\frac{R}{K}\right)^{0,125}}{\sqrt{1 + \frac{68R}{\text{Re}_k}}}. \quad (19)$$

რეალური ნაკადებისათვის, როდესაც $68R/K \ll 1$, მაშინ:

$$U_* = \sqrt{2f_0\rho_0gd} \cdot \left(\frac{R}{K}\right)^{0,125}. \quad (20)$$

მივიღეთ მაჩვენებლიანი დამოკიდებულება ფსკერული არაგამრეცხი სიჩქარის განსაზღვრისათვის.

თუ ფორმულაში ჩავსვამთ (17) სხვა ავტორთა [1, 2, 3, 4, 5] მიერ მიღებულ დამოკიდებულებებს, რომლებიც განსაზღვრავს ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტს, გვექნება სხვა ლოგარიტმული კოეფიციენტები და სხვა ხარისხის მაჩვენებლები ფარდობითი ხორკლიანობისათვის.

ვისარგებლოთ [3, 4] ავტორთა მიერ შემოთავაზებული დამოკიდებულებებით, რომლებიც ერთმანეთთან აკავშირებს ნაკადში სიჩქარეთა განაწილების მაჩვენებლიანი დამოკიდებულების ხარისხის მაჩვენებელს ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტთან:

$$\alpha \approx \sqrt{\lambda}. \quad (21)$$

მაშინ (17) დამოკიდებულება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$U_* = \frac{1}{\alpha} \sqrt{2 f_0 \rho_0 g d}. \quad (22)$$

თუ დავუბრუნდებით [5] ნაშრომს, შეიძლება მივიღეთ დასკვნამდე, რომ ფილტრაციის გაზრდა იწვევს კრიტიკული სიჩქარის გაზრდას, ხოლო ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი მცირდება. [4] ნაშრომის თანახმად, ფარდობითი ხორკლიანობის დამოკიდებულება პირდაპირ (ნაკადიდან კალაპოტში) და შებრუნებით (კალაპოტიდან ნაკადში) ზეგავლენას ახდენს კრიტიკული სიჩქარეების მნიშვნელობაზე და შესაბამისად, ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტზე. ასეთი შედეგი შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ზემოთ დასახელებულ ნაშრომებში განხილულია მხოლოდ გრუნტის ფილტრაციული თვისებები, ხოლო ინდუცირებული დინება ქვეზედაპირულ შრეში მხედველობაში არ მიიღება.

გრუნტის ფილტრაციული თვისებებისა და ნაკადის ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების განხილვით დადგინდა, რომ ფილტრაციული დინებისაგან დამოუკიდებლად არსებობს ძალთა ურთიერთდამოკიდებულების მაქსიმუმი, რომელიც მოქმედებს ნაკადის ფსკერზე მდებარე ნაწილაკზე, რაც დამოკიდებულია დინების მახასიათებლებზე და გრუნტის ფილტრაციულ თვისებებზე. სხვა შედეგებისაგან განსხვავებით, ეს დასკვნა შეიძლება ჩაითვალოს მისაღებად, მაგრამ ისიც ითხოვს დაზუსტებას კალაპოტქვეზედაპირულ შრეში ინდუცირებული დინების არსებობისას.

ღია ნაკადებში წყალქონვად კალაპოტისა და დინების ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის ურთიერთზეგავლენა შესწავლილია [3, 5] შრომებში, რომლებშიც აღნიშნულია ინდუცირებული ნაკადის არასწორხაზოვნება რეინოლდსის რიცხვის დიდი მნიშვნელობის დროს. განიხილებოდა ღია ნაკადი წყალქონვადი კალაპოტის ზედაპირზე და ხდებოდა მისი შედარება გლუვი კალაპოტის პირობებში არსებულ ნაკადთან (ერთი და იმავე ხარჯისა და ქანობის შემთხვევაში). რადგანაც ნაშრომში განხილული ნაკადი პირობით ითვლებოდა ერთგვაროვნად, ამიტომ

$$\frac{U}{\bar{U}_{\text{კლ}}} = \frac{1}{\sqrt{\Omega_{\text{კლ}}}}, \quad (23)$$

სადაც $\bar{U}_{\text{კლ}}$ ძირითადი ნაკადის საშუალო სიჩქარეა გლუვ კალაპოტში.

(23) ფორმულის გამოყენებით მიიღება შემდეგი დამოკიდებულებები:

$$\Omega_{\text{გლ}} = \frac{\tau_0}{\tau_{0\text{გლ}}} = \left(\frac{U_*}{U_{*\text{გლ}}} \right)^2 = \frac{U_{\text{გლ}}}{U}; \quad (24)$$

$$\begin{aligned} & \sqrt{\frac{2}{f_{\text{გლ}}}} \cdot \left[\left(\frac{1}{\Omega_{\text{გლ}}} \right) - \sqrt{\Omega_{\text{გლ}} + \lambda \lambda_{\text{გლ}}} - \left(\frac{\lambda}{2\phi} \right) \cdot \ln \Omega_{\text{გლ}} - \right] = \\ & = \frac{\lambda}{4} \cdot \left\{ \left(\frac{2}{f_{\text{გლ}}} \right) + \left(\frac{1}{\phi} \right) \left[(\ln \Omega_{\text{გლ}}) + 1 \right] \right\} + \left(\frac{\ln \Omega_{\text{გლ}}}{\phi} \right) \cdot \sqrt{\Omega_{\text{გლ}} + \lambda \lambda_{\text{გლ}}} + \lambda_{\text{გლ}}, \end{aligned} \quad (25)$$

სადაც λ არის წყალქონვად კალაპოტში ძირითადი ნაკადის ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი; $\lambda_{\text{გლ}}$ – გლუვ კალაპოტში ძირითადი ნაკადის ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი. თავის მხრივ,

$$\lambda = \frac{U_{\Delta}}{U_{\text{გლ}}} = U_{\Delta}^+ \sqrt{\Omega_{\text{გლ}}}; \quad (26)$$

$$\lambda_{\text{გლ}} = \frac{U_{\text{ფს}}}{U_{*\text{გლ}}} = U_{\text{ფს}}^+ \sqrt{\Omega_{\text{გლ}}}, \quad (27)$$

სადაც U_{Δ} არის ინდუცირებული დინების სიჩქარე; $U_{\text{ფს}}$ – ნაკადის სიჩქარე ზღვარზე, როდესაც $z=0$.

ინდუცირებული დინების დროს ძირითადი ნაკადის ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტის შეფასება ხდებოდა $\Omega_{\text{გლ}}$ -ით და (25) დამოკიდებულებით.

3. დასკვნა

როგორც ექსპერიმენტულმა კვლევამ გვიჩვენა, კონკრეტულ პირობებში ფილტრაცია ძირითადი ნაკადიდან კალაპოტში იწვევს λ -ს გაზრდას, ხოლო ინდუცირება ფილტრაციული ნაკადისა – ძირითადიდან მის შემცირებას, რაც განაპირობებს პრობლემის აქტუალურობას კალაპოტის გამტარუნარიანობის განხილვისას და ითხოვს საკითხის შესწავლის აუცილებლობას.

ლიტერატურა

1. Джумагулова Н.Т., Дебольский В.К., Губеладзе Д.О. Математическая модель трансформации донных форм при наличии индуцированного течения // Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Методы математического моделирования в задачах охраны природной среды экологии". Новосибирск, 1990, с.15.
2. Yamada T., Kawabata. A., Theoretical study on there distance law of the flow over a porous layer. Proc. JSGE. N 525. 1982, pp. 69-80.
3. Ward J.C. 'Turbulent flow in porous media, Proc.ASCE, .-journal of the Hydraulics Division, vol.90. N 15, 1964, pp. 1-12.
4. Walters G.Z., Manam V.P. Hydrodynamic effects of seepage on bed particles л.Hydr.Div.Proc.ASCE. vol. 97, 1971, pp. 421-459.
5. Егiazаров И.В. Обобщенное уравнение транспорта несвязных наносов, коэффициент сопротивления русла и неразмывающая скорость // Труды III Всесоюзного съезда. Т. V, Л.: Гидрометеиздат, 1960, с. 117-132.

შპს 628.113

რელიეფის გამოყენების მეთოდოლოგია წყლის ტრანსპორტირების ეფექტის გაზრდის მიზნით

ლ. კლიმიაშვილი, გ. სოსელია, თ. კაპანაძე, ნ. სოსელია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

პუბლიკაცია შესრულებულია ქ. ახალციხის მთიან რელიეფზე განთავსებული წყაროების შეკრებისა და წყალდენით მათი ტრანსპორტირების რეალურ მაგალითზე.

რეზიუმე: მტკნარი წყაროები ჩვენი ქვეყნის მთიან რელიეფზე საკმაოდ დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი, სხვადასხვა ნიშნულებზე განთავსებული. წყაროების შეკრებისა და ორგანიზებულად გაყვანის მიზნით, გამოყენებულია წყალჭაველიანი ტუმბოების ბაზაზე დამუშავებული ელემენტი, ეექცირების პრინციპზე ორი ფაზის მუშა სითხისა და თანმდევი, დამყოლი ან წატაცებული სითხის თანხვედრის და შემდგომ ორივე სითხის გადაადგილებით დაწნევის შენარჩუნების ხარჯზე. მუშა სითხის წნევა ყოველთვის მეტია მეორე ფაზის სითხის წნევაზე, იგი არ არის რეგლამენტირებული, შეიძლება იყოს $P_{\text{თ}}=1 \div 5$ კგ.ძ/სმ² და ყოველთვის დადებითი.

საკვანძო სიტყვები: წყლის ტრანსპორტირება; რელიეფი; წყალდენი; ორგანიზებულად გაყვანა; წყალჭაველიანი; ეექცირება; მუშა სითხე.

1. შესავალი

საქართველოს მთაგორიანი რელიეფის სასარგებლოდ გამოყენების შესახებ ბევრი სხვადასხვა წყაროა, რომელთა საინჟინრო კუთხით წარმოდგენილი დოკუმენტური საუკუნოვანი მასალები იწვევს გაოცებას და ინტერესს.

ქ. ახალციხის წყალმომარაგების სისტემის გაუმჯობესების მიზნით, მდ. ურაველის ხეობაში გამოყენებულ იქნა ორმოცდაათზე მეტი დაღმავალი წყარო, რომლებიც ფიზიკურ-ქიმიურ-ბაქტერიოლოგიური თვისებებით პასუხობდა ეკოლოგიურად ჯანსაღი წყლების მოთხოვნებს. აღნიშნული ხეობის რელიეფი და სხვადასხვა ნიშნულზე განთავსებული წყაროები საშუალებას გვაძლევს, რომ მოხდეს მათი ორგანიზებული გაყვანა ძირითად წყალდენზე, წყალჭავლიანი ტუმბოს ან მათ სახეცვლილებით განთავსებული ელემენტების ხარჯზე.

2. ძირითადი ნაწილი

ექსპტორი შედგება რამდენიმე ძირითადი ტექნოლოგიური ელემენტისგან, რომელთა ერთობლიობა სხვადასხვა ნიშნულზე განთავსებული წყაროების შეკრებისა და ორგანიზებულად გაყვანის საშუალებას გვაძლევს, წნევების შენარჩუნების ხარჯზე.

ექსპტორება ორი ფაზის, მუშა სითხისა და თანმდევი, დამყოლი ან წატაცებული სითხის თანხვედრაა და შემდეგ ხდება ორივე სითხის ერთად გადაადგილება. ექსპტორი შეიძლება იყოს ჭედადი თუჯის, უჟანგავი ან ჩვეულებრივი ფოლადის.

საანგარიშო მონაცემები:

- მთავარი გამყვანი მილი $d = \frac{200}{219} \text{ მმ} = D_Y \text{ მმ}$;
- მუშა სითხის ხარჯი $q=7 \text{ ლ/წმ}$;
- მუშა სითხის წნევა 18 კგ.ძ/სმ^2 .

ცილინდრული ნაწილის ნაცმის დიამეტრი დავადგინოთ ფორმულით, რომელიც გვაძლევს ნაცმში გავლილი ხარჯის ოდენობას და შემდგომ – სიჩქარეს, წნევის დანაკარგების სიდიდის გაანგარიშების მიზნით.

$$Q_C = \mu \frac{\pi d_0}{4} \sqrt{2 \frac{p_1}{\rho}}. \quad (1)$$

Q_C არის მუშა სითხის რაოდენობა მ³/წამში=0,007 მ³/წამში;

μ - ხარჯის კოეფიციენტი, რომელიც ტოლია 0,96 (განზომილების გარეშე) და მიიღება $\mu=0,96$;

p_1 - მუშა სითხის წნევა $p_{1\text{ფაქტ.}}=18 \text{ კგ.ძ/სმ}^2$ -ზე ანუ 18 ატმოსფერო ;

ρ - მუშა სითხის სიმკვრივე კგ/მ³-ზე; $\rho=1000 \text{ კგ/მ}^3$.

ჩავსვათ საანგარიშო სიდიდეები (1) ფორმულაში, მივიღებთ ნაცმის შევიწროებულ დიამეტრს:

$$d_0 = \frac{0.028}{0.53} = 48.8 \text{ მმ.}$$

ამ შემთხვევაში, სიჩქარე ნაცმიდან მუშა სითხის ნაკადის გამოსვლისას იქნება

$$V_g = \frac{0.007}{0.00287} = 3.74 \text{ მ/წმ.}$$

მიღებულმა სიჩქარემ ვერ დააკმაყოფილა ექვეტორის ტექნოლოგიური პარამეტრები; ამიტომ დავუშვით, რომ ნაცმიდან გამოსული წყლის სიჩქარე იყოს $V=9 \text{ მ/წმ-ში}$, მაშინ ნაცმის ფაქტობრივი დიამეტრი იქნება:

$$d_0 = 1.13 \sqrt{\frac{Q}{V}} = 1.13 \sqrt{\frac{0.007}{9}} = 0.0315 = 31.5 \text{ მმ.}$$

მოცემული ხერგების d_0 -ის 0,0315მ ფართობი იქნება

$$f_0 = 0.0315^2 \times 0.785 = 0.000992 \times 0.785 = 0.000778 \approx 0.00078 \text{ მ}^2.$$

ფაქტობრივი სიჩქარე, რომელიც წნევის დანაკარგების გაანგარიშებისას არის გამოყენებული, გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებით:

$$V_g^1 = \frac{0.007}{0.00078} = 8,97 \text{ მ/წმ} \approx 9 \text{ მ/წმ.}$$

შემრევი საკნის დიამეტრი ინიშნება კონსტრუქციულად, კერძოდ $1,5-2,5d_0$ დიამეტრი $d_1 = 2.5 d_0$, ხოლო შემრევი საკნის სიგრძე $9-12 (d_1 - d_0)$ მმ.

$$d_1 = 2.5 \times 31,5 = 78,75 \text{ მმ.}$$

შემრევის სიგრძე $l_1 = 10.5 \times (78,75 - 31.5) = 496.1 \text{ მმ.}$

დიფუზორის სიგრძე l_2 გამოიანგარიშება შემდეგი გამოსახულებით:

$$l_2 = \frac{D_{\text{ფ}} - d_1}{2 \text{tg} \alpha}, \quad (2)$$

სადაც $D_{\text{ფ}}$ წნევიანი მილდენის მილყელის დიამეტრია, $D_{\text{ფ}} = 200 \text{ მმ}$;

d_1 – შემრევი საკნის დიამეტრი, 78.75 მმ ;

α – დიფუზორის კონუსობის კუთხე, $\alpha = 4 \div 6^\circ$ -მდე.

$$l_2 = \frac{200 - 78,75}{2 \text{tg}} = \frac{121.25}{0.2102} = 576,83 \text{ მმ.}$$

ნახაზზე წარმოდგენილ ჭრილზე 1-1, სადაც შემოდის მილყელი წყლის წატაცების მიზნით, ძირითადად წნევიან მილსა და დიფუზორის გარე კედელს შორის

ფართობზე, რა რაოდენობის წყალი შემოვა ექსპედიციის დროს, გამოითვლება ფორმულით:

$$f_1 = 0.785 (D^2 - d^2) \partial^2; f_1 = 0.785(0,04 - 0,01) = 0,02355 \partial^2.$$

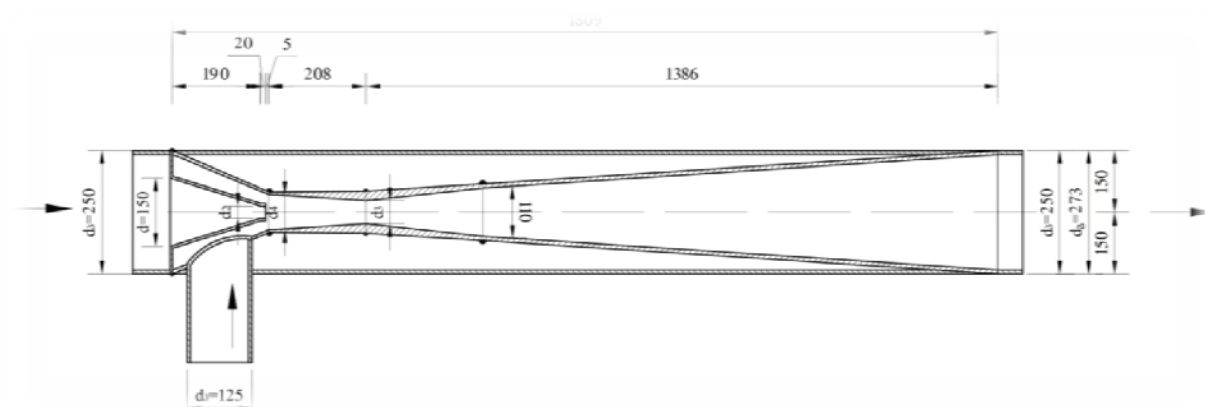
თუ სიჩქარე მიღწეულში ნაკადის მოძრაობისას შეადგენს $V_{\text{ფ}} = 1,5\text{მ/წმ}$, მაშინ

$$Q = \text{fix} \times v = 0.02355 \times 1.5 = 0.035325 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ခန့် } Q = 35.325 \text{ လ/မိနစ်}$$

ეჟექტორის ტექნიკური მახასიათებლები გამოიყენება წყალმომარაგების სისტემებში და სხვა სითხეების გადასაადგილებლად - ტრანსპორტირებისათვის.

1. ფოლადის მილი $d = 200/219$ მმ;
2. შეწოვილი წყლის ხარჯი $Q = 35.325$ ლ/წმ($127,17\text{მ}^3/\text{სთ}$);
3. მუშა სითხის წნევა კგ.ძ/სმ²-ზე - $18-20$ კგ.ძ/სმ²-ზე ;
4. წყლის ხარჯი მუშა სითხე - 7 ლ/წმ;
5. ნაცმის დიამეტრი d_0 - 31.5 მმ;
6. შემრევი საკნის დიამეტრი d_1 - 78.75 მმ;
7. საერთო სიგრძე მ - $1512,93$ მმ;
8. მილყელის დიამეტრი $D_{1\text{ფ}}$ - 150 მმ;
9. სიმაღლე B - 630 მმ;
10. მასა კგ - $100,00$;
11. დანართი. ექვიპორის დეტალური ნახაზი მ=1:10.

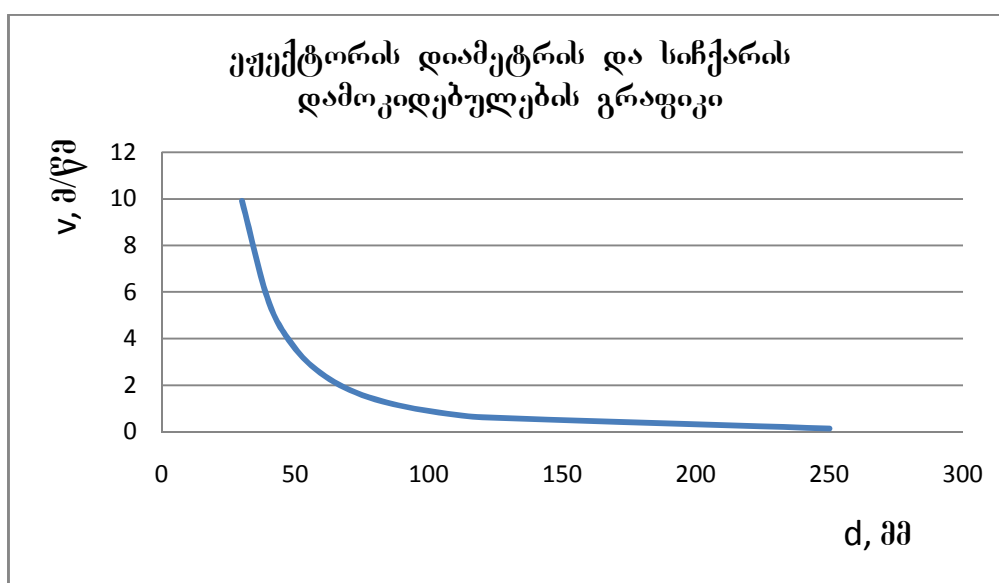
ექსპერტორის კონსტრუქცია, რომელიც დამუშავებულია და დღემდე გამოიყენება მუშა სითხის მიერ თანმდევი ფაზის წყლის წასატაცებლად

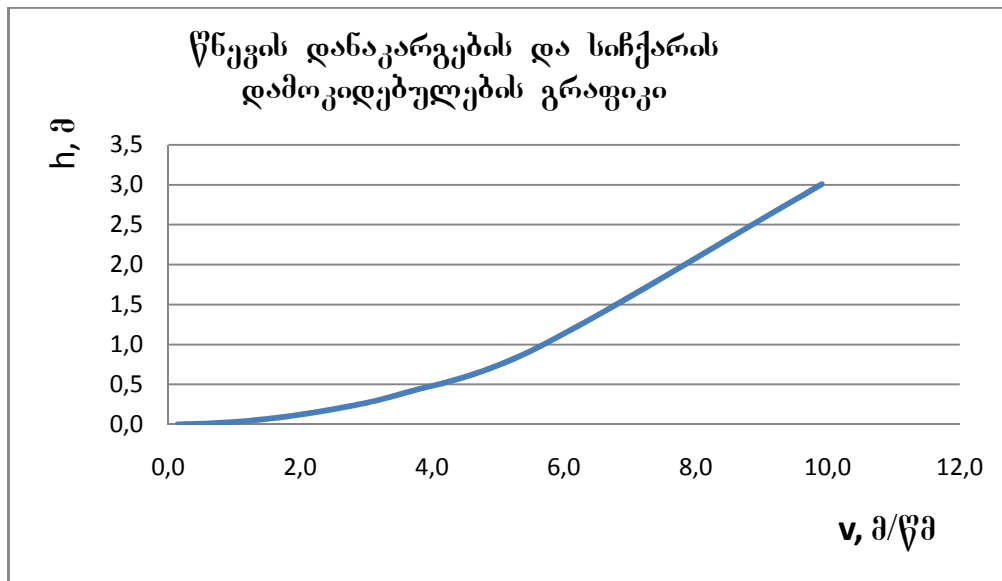


ჰიდრაულიკური პარამეტრების ურთიერთდამოკიდებულების განმსაზღვრელი ცხრილი, დიამეტრთან დამოკიდებულებით

d, მმ	w, მ	q, მ ³ /წმ	v, მ/წმ	h, მ
250	0,0491	0,007	0,143	0,001
120	0,0113	0,007	0,619	0,012
110	0,0095	0,007	0,737	0,017
100	0,0079	0,007	0,892	0,024
90	0,0064	0,007	1,101	0,037
80	0,0050	0,007	1,393	0,059
70	0,0038	0,007	1,820	0,101
60	0,0028	0,007	2,477	0,188
50	0,0020	0,007	3,567	0,389
40	0,0013	0,007	5,573	0,951
30	0,0007	0,007	9,908	3,005

გრაფიკი გვიჩვენებს ეექტორის ნაცმის დიამეტრის ცვლილებისას როგორ იცვლება სიჩქარეებთან ერთად, წნევის დანაკარგები მუშა სიოხის მუდმივი ხარჯის დროს:





3. დასკვნა

ექსპერტის გამოყენება რელიეფის მიხედვით, საშუალებას გვაძლევს დავზოგოთ საკმაოდ დიდი რაოდენობის ელექტროენერგია; კერძოდ, თუ ვიანგარიშებთ 1მ³/წელის H სიმაღლეზე ატანას, მაშინ ელექტროენერგიის ხვედრითი ხარჯის გაანგარიშებისას უნდა ვისარგებლოთ შემდეგი გამოსახულებით:

$$\rho = 0,00273 \frac{H}{\varphi},$$

სადაც ρ ელექტროენერგიის ხვედრითი ხარჯია, კვტ.სთ/მ³;

H – სიმაღლე, რომელზეც უნდა გადაიტუმბოს სითხე, მ;

φ – ტურბოს მარგი ქმედების კოეფიციენტი.

გარდა აღნიშნული დანადგარისა, ჩვენს მიერ დამუშავებული და ჩატარებულია სამრეწველო ექსპერიმენტები ექსპერტების სხვადასხვა ტიპზე; კერძოდ, ქ. თელავის ღვინის კომპანიის GWS-ის ჩამდინარე წყლების გამწმენდ ნაგებობაში რამდენიმე ათეული წელია მუშაობს აქტიური ლამის გადამუშავებაზე აერაციის მიზნით ჰაერის წატაცების ხარჯზე ელექტროენერგიის დაუხარჯავად და ეკოლოგიურად

ჯანსაღი ბიოლოგიური ტექნოლოგიური პროცესების გავლის შემდეგ, წყალი ჩაედინება იქვე არსებულ ხევში.

ლიტერატურა

1. Еременко А.Д. Испытание насосов. 1976.
2. Альтшуль А.Д. Гидравлические потери на трение в трубопроводах. 1963.
3. Прозоров И.В., Николадзе Г.И., Минаев А.В. Гидравлика, водоснабжение и канализация. 1990.
4. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. Госстройиздат, 1963.
5. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Справочник по гидравлическим работам систем водоснабжения и канализации. 1978.

შპს 628.1

სასმელი წყლით უზრუნველყოფის პრობლემები საქართველოში

ნ. ნაცვლიშვილი, მ. ნაცვლიშვილი, ნ. ლაფაჩი, ნ. სოსელია
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია დასახლებული ადგილების სასმელი წყლით მომარაგებისას წარმოშობილი პრობლემები და სისტემების ფუნქციონირების პარამეტრების ცვალებადობა, რომლებიც დამოკიდებულია სხვადასხვა სიდიდისა და ხარისხის ფაქტორებზე. საქართველოს დასახლებული ადგილების მონაცემების შესწავლისა და გაანალიზების საფუძველზე დადგენილია პარამეტრები (წყლის მოხმარების ნორმები, დანაკარგები ქსელში, დაწნევები, საშუალო დღეღამური ხარჯი, რეზერვუარების ტევადობა და სხვ.) და შედარებულია ისინი საზღვარგარეთის დიდი ქალაქების წყალმომარაგების შესაბამის სიდიდეებთან. შემოთავაზებულია რეკომენდაციები მონაცემთა ექსპერიმენტული გზით მიღების შესახებ და ფაქტობრივი პარამეტრების გაუმჯობესებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: სასმელი წყლის ნორმები; დანაკარგები; უთანაბრობის კოეფიციენტი; წყლის ხარჯის აღრიცხვა; ტექნოლოგიური და სანიტარული საიმედოობა; ზღვრულად დასაშვები სიდიდეები; დაწნევები.

1. შესავალი

სასმელი წყლის ფაქტობრივი მოხმარების შეუჩერებელმა ზრდამ და წყლის რესურსების დეფიციტმა რიგი დასახლებული პუნქტების წყალმომარაგების სისტემებში სულ უფრო აქტუალური გახადა ამ სისტემების ფუნქციონირების შესწავლა და რაციონალური გამოყენების საკითხების დამუშავება.

პრაქტიკაში დაპროექტების სტადიაზე შერჩეულმა წყლის მოხმარების ნორმებმა (ხვედრითი ხარჯები ერთ მოსახლეზე) ვერ უზრუნველყო მოსახლეობის სრული დაკმაყოფილება და ქვეყნის უმრავლეს დასახლებულ პუნქტებში ფაქტობრივმა ხვედრითმა ხარჯებმა ერთ მოსახლეზე მნიშვნელოვნად გადააჭარბა მიღებულ სიდიდეებს (მაგალითად სოფლის ტიპის დასახლებებისათვის რეკომენდებული ნორმა 150 ლ, ფაქტობრივად ორჯერ და მეტად ნაკლებია). შესაბამისად წარმოქმნილი დეფიციტის აღმოსაფხვრელად წყალმომარაგების სისტემის მომსახურე ორგანიზაციები ცდილობენ სუბიექტურად გადაწყვიტონ წამოჭრილი პრობლემები. ეს გარემოება კი ახალ პრობლემებს ქმნის და ა.შ., პრობლემების მუდმივი გადაჭრის გზების ძიებაში გადის დრო. სისტემა ხანდაზმული ხდება, მატულობს დაზიანებებისა და ავარიების რიცხვი, იზრდება დანაკარგები, კლებულობს შემოსავალი ან იზრდება სატარიფო განაკვეთი, რითაც მომხმარებელი ზარალდება.

2. ძირითადი ნაწილი

მსოფლიოს დიდი ქალაქების წყალმომარაგების სისტემების ფუნქციონირების შესწავლამ აჩვენა, რომ, როგორც წესი, ხშირად ცდილობენ გამოიყენონ მიწისქვეშა წყლები, ვინაიდან ისინი ხასიათდებიან უკეთესი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით, ვიდრე ზედაპირული წყლები, სჭირდებათ მცირე დანახარჯები წყლის დასამუშავებლად ან სრულებით არ სჭირდებათ გაწმენდა, გაუსნებოვნების ღონისძიებათა ჩატარების გარდა. მიწისქვეშა წყლების გამოყენების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი უპირატესობა ზედაპირულ წყლებთან შედარებით ისაა, რომ იგი უზრუნველყოფს წყალმომარაგების სისტემის მდგრად მუშაობას ექსტრემალურ (ომის და სხვ.) პირობებში.

ქალაქების განვითარება განაპირობებს წყალმომარაგების სისტემის განვითარებასაც, შესაბამისად საჭირო ხდება ახალი დამატებითი წყაროების ძიება. ამიტომ მნიშვნელოვანია სისტემის განვითარების რაციონალური დაგეგმვა მომავალ წლებში მომხმარებელთა უზრუნველყოფისათვის. თანამედროვე საზღვარგარეთის ქალაქების საიმედო (შეუფერხებელი) წყალმომარაგებისათვის განხორციელებულია სათავე ნაგებობების, წყალდენების და მანაწილებელი მილსადენების გამტარუნარიანობის გაზრდის რეზერვები. წყლით უზრუნველყოფის დახასიათება შესაძლებელია კოეფიციენტით, რომელიც მიიღება გამწმენდი სადგურის მწარმოებლობის (თუ ასეთი

მოქმედებს) ფარდობით მაქსიმალურ დღეღამურ წყლის მოხმარებასთან. ეს კოეფიციენტი საზღვარგარეთ ზოგადად იცვლება 0,9–2,5–მდე. უმრავლეს ქალაქებში იგი აჭარბებს 1,3-ს. იყენებენ სხვა მახასიათებელსაც, როგორიცაა სუფთა წყლის რეზერვუარების ტევადობის ფარდობა წყლის მოხმარების საშუალო დღეღამურ სიდიდესთან. რიგ ქალაქებში იგი იცვლება 0,14–1,75–მდე; უმრავლეს ქალაქებში იგი აჭარბებს 0,5-ს, ხოლო ზოგიერთში ტოლია 1,5 და მეტისაც. საქართველოს ქალაქების წყალმომარაგების სისტემებისათვის ეს კოეფიციენტები მერყეობს 0,7-2 ფარგლებში. კოეფიციენტების მიღებული სიდიდეები უნდა ემყარებოდეს ნატურული გაზომვების შედეგებს, რაც მოითხოვს დროისა და სახსრების გარკვეულ დანახარჯებს. საქართველოს დასახლებული პუნქტებისათვის გაზომვების ჩატარება გადაუდებელ ამოცანას წარმოადგენს.

საქართველოში მტკნარი წყლის რესურსები არათანაბრადაა განაწილებული, ამასთან სასმელი წყლის არარაციონალური გამოყენება უშუალოდაა დაკავშირებული მატერიალურ დანახარჯებთან, ამიტომ უნდა შეირჩეს ის დასახლებული პუნქტები, სადაც ყველაზე მწვავედაა წყლით უზრუნველყოფის საკითხები. არჩევენ სამი კატეგორიის წყალმოხმარებას: 1. საჭირო – მინიმუმი, ცხოვრების ნორმალური პირობების შესანარჩუნებლად, საწარმოო მიზნებისათვის საჭირო რაოდენობის ჩართვით, 2. გონივრული – საჭიროზე ჭარბი რაოდენობა, რომელიც გამართლებულია ცხოვრების დონის ამაღლებით, 3. არაეფექტური – წყლის მოხმარების შემდგომი გაუმართლებელი ზრდა.

სასმელი წყლის მოხმარება ერთ მოსახლეზე საერთოდ იცვლება ფართო დიაპაზონში. ცნობილია, რომ ეს სიდიდე დამოკიდებულია: წყლის რესურსებით უზრუნველყოფაზე, შენობების საინჟინრო აღჭურვილობის დონეზე, ქალაქების ტერიტორიის გარე კეთილმოწყობაზე, მრეწველობის განვითარებაზე, მოსახლეობის ცხოვრების წესზე, კლიმატურ პირობებზე, წყლის ტარიფზე, დაწესების ფაქტობრივ სიდიდეებზე და სხვა ფაქტორებზე. არჩევენ სხვადასხვა ნორმატიულ ხვედრით ხარჯებს, როგორიცაა: კომპლექსური ნორმა, ნორმები უშუალოდ მოსახლეობისთვის, ტექნოლოგიური ნორმა საწარმოებისათვის, პროცედურული ნორმები სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტების მომხმარებლებისათვის და ა.შ. ევროპაში ძირითად ქალაქებში კომპლექსური ნორმა იცვლება 200–400 ლ-ს ფარგლებში ერთ მცხოვრებზე, აშშ-ში იგი აღწევს 700–800 ლ-ს. საქართველოში, უმრავლეს ქალაქებისათვის ეს სიდიდე 300–450 ლ-ის ფარგლებშია; დედაქალაქში

კი აღწევს 800 ლ/დღლ/კაცზე, გასული საუკუნის 70 და 90-იან წლებში ჩატარებული კვლევების მიხედვით, რომლებიც როგორც ნატურულ, ასევე სტატისტიკურ მასალას ეფუძნებოდა. დღეისათვის აუცილებელია ჩატარდეს ექსპერიმენტული კვლევები თანამედროვე საზომი ხელსაწყოების გამოყენებით. უნდა დაინერგოს ახალი მიდგომები საექსპლუატაციო ფაქტორივი ხვედრითი ხარჯების შემცირების მიმართულებით. მიჩნეულია, რომ წყლის მოხმარების სიდიდე არ არის დამოკიდებული ქალაქის სიდიდეზე, თუმცა იკვეთება ამ სიდიდის დამოკიდებულება ბუნებრივ კლიმატურ პირობებთან დაკავშირებით. წყალმომარაგების სისტემებში არსებული დანაკარგების შესამცირებლად განიხილავენ ტექნიკურ, ფინანსურ, კანონმდებლობით და აღმზრდელობით ღონისძიებებს. აღრიცხვიანობის პროცენტის გაზრდა სისტემებში იწვევს წყლის მოხმარების და შესაბამისად დანაკარგების 3–12%-მდე შემცირებას. ასეთმა შემცირებამ უნდა გააძლიეროს მრიცხველების დაყენებაზე გაწეული ხარჯები. სხვადასხვა ქალაქებში დანაკარგების სიდიდე მერყეობს 10–40 % ფარგლებში. საქართველოს უმრავლეს ქალაქებში დანაკარგების სიდიდე 30%-ის ფარგლებშია, მხოლოდ დედაქალაქში აჭარბებს 36–41%. აშშ-ში დანაკარგების სიდიდე 10–15%-ია. თუმცა იქ საქართველოსაგან განსხვავებით, მრიცხველებითაა დაფიქსირებული წყლის მიწოდებაც და მოხმარებაც. მიჩნეულია, რომ თუ ღამის ხარჯი შეადგენს დღის ხარჯის 35%-ს, მაშინ ქსელი შესანიშნავ მდგომარეობაშია, თუ 35–50% – ქსელი კარგ მდგომარეობაშია. 50%-ზე მეტ შემთხვევაში საჭიროა ჩატარდეს ექსპერიმენტული კვლევები დანაკარგების გამოსავლენად.

დანაკარგების სიდიდეზე მოქმედი ფაქტორებიდან გამოირჩევა დაწნევის ფაქტორივი სიდიდე. დაწნევის გაზრდით იზრდება დანაკარგები, ვინაიდან მაღალი წნევა ჟონების წარმოშობას უწყობს ხელს. სხვადასხვა ქვეყნებში მიღებულია მუშა დაწნევის (მ-ში) შემდეგი სიდიდეები: დიდ ბრიტანეთში – 30 (ზედა დონე), საფრანგეთში – 30 (მინიმალური), ირლანდიაში – 30,6 (ზედა), იტალიაში – 61,2 (ზედა), ნიდერლანდებში – 20 (ზედა). საქართველოს დედაქალაქში დაწნევის ფაქტორივი სიდიდეები მერყეობს 50–90 მ-დე, რაც კიდევ უფრო ზრდის ჟონების წარმოშობის პირობებს. ბუნებრივია, დაწნევის სიდიდის ნორმატიულამდე დაყვანა ქმედითი ღონისძიებაა. დანაკარგების მოძიებისა და აღრიცხვისათვის საჭიროა ხარჯებისა და წნევების ერთობლივი გაზომვების ჩატარება ქსელის სხვადასხვა მაკარნახებელ წერტილებში. დაკვირვებები უნდა მოიცავდეს რეზერვუარებში წყლის დონეების და სატუმბ სადგურებში ელენერგიის ცვალებადობას.

ცენტრალიზებული წყალმომარაგების საიმედოობა ნიშნავს სისტემის უნარს უზრუნველყოს აბონენტები სასმელი წყლის საჭირო რაოდენობითა და სტანდარტების შესაბამისი ხარისხით. ასხვავებენ ტექნოლოგიურ და სანიტარულ საიმედოობას, თუმცა ისინი მჭიდროდ არიან ერთმანეთთან დაკავშირებული.

ტექნოლოგიური საიმედოობის ასამაღლებელი ღონისძიებებია:

- წყლის მარაგების რეგულირება წყალმომარაგების წყაროში;
- ორი და მეტი წყაროს გამოყენება და სათავე ნაგებობების რიცხვის ზრდა;
- წყალდენების პერიფერიული დარგოლვა;
- სამარაგო-მარეგულირებელი რეზერვუარების ტევადობის ზრდა;
- ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზაცია და ელექტრომომარაგების საიმედო ფუნქციონირების ზრდა;
- საექსპლუატაციო და საავარიო სამსახურების სრულყოფა.

სანიტარული საიმედოობის ასამაღლებელი ღონისძიებებია:

- წყალსატევების მოწყობა მდინარეებიდან და არხებიდან ერთბაშად მოვარდნილი დაბინძურებების აღსაკვეთად;
- ბიოტესტების გამოყენება ტოქსიკურ დაბინძურებების კონტროლისათვის;
- სანიტარულ ზონების ორგანიზაცია;
- მოსალოდნელი დაბინძურებების მოდელების დამუშავება;
- მანაწილებელ ქსელში მეორეული დაბინძურებების აღკვეთა;
- მოსახლეობის უზრუნველყოფა კატასტროფებისა და მსხვილი ავარიების პირობებში.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ნავთობპროდუქტების, ქიმიური და რადიოაქტიური ნივთიერებების გადაზიდვას ავტომობილებითა და რკინიგზის ტრანსპორტით, მათზე ავარიების მოლოდინს, განსაკუთრებით სათავე ნაგებობებთან ახლოს. მნიშვნელოვანია ავტომატიზებული და დისტანციური მართვის სისტემების დანერგვა, რომლის დროსაც პროცესების რეგულირებისათვის გამოიყენება მმართველი ინფორმაციის მიღება უკუკავშირით. ამასთან გამოკვლეულ უნდა იქნეს წყლის რესურსების მოხმარების ინფრასტრუქტურა მონიტორინგისა და მართვის SCADA სისტემის დამუშავების მიზნით. დამუშავებული SCADA სისტემის დანერგვა სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტებში (მსხვილ

მომხმარებლებში) მოიტანს რესურსების მოხმარების რეგულირებისა და დაზოგვის შესაძლებლობას.

წყალსადენების სისტემები ხასიათდება მიწების მნიშვნელოვანი სიგრძეებით როგორც აბსოლუტური, ასევე ხვედრითი სიდიდეებით ყოველ 1000 მცხოვრებზე ან საშუალო დღედამურ მოხმარებაზე გადაანგარიშებით. საზღვარგარეთ საშუალო სიდიდემ ათას მცხოვრებზე სხვადასხვა ქალაქებისათვის შეადგინა 2 კმ, ხოლო მინიმალურმა 0,6–0,7 კმ, მაქსიმალური სიდიდე აჭარბებს 5 კმ-ს. თბილისისათვის მიწსადენების ჯამური სიგრძე 3300 კმ-ია, ხოლო ყოველ ათას მცხოვრებზე – აბონენტთა დარიცხვის გათვალისწინებით – 3,3 კმ. წყლის ყოველ 1000 მ³/დღე-ის გატარებაზე მიწსადენების უდიდესმა სიგრძემ სხვა ქალაქებში შეადგინა 10 კმ, თბილისისათვის ეს მონაცემი დაახლოებით 2 კმ-ია. ეს სიდიდე მიუთითებს არარაციონალურ მოხმარებაზე, რაც დაზუსტებას მოითხოვს.

წყალმომარაგების სისტემების ფუნქციონირება დიდადაა დამოკიდებული მომსახურე პერსონალის რაოდენობაზე, მძიმე სამუშაოთა მექანიზაციის და ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზაციის, დისტანციური მართვის თანამედროვე საშუალებებით უზრუნველყოფაზე. დიდ ქალაქებში ერთ მომსახურეზე საშუალოდ მოდის 500 მ³/დღე წყლის ქსელში მიწოდებიდან გამომდინარე, ზოგან 200–400 მ³/დღე, ხოლო უდიდესი მნიშვნელობა აჭარბებს 1000 მ³/დღე. ყოველ 10 ათას მცხოვრებზე 4–10 მომუშავეა. უფრო მცირე სიდიდით ხასიათდება ქალაქები, სადაც მიწისქვეშა წყლების თვითდენითი მიწოდებაა და მაღალავტომატიზებული სისტემებია დანერგილი. საქართველოში, კერძოდ თბილისში, თუ ჩავთვლით მოსახლეობის რაოდენობას 1200 ათას კაცს, მომუშავეთა რაოდენობა უნდა იყოს დაახლოებით 1000–1200 კაცამდე. სტატისტიკური მონაცემები ყველგან გადასამოწმებელია.

3. დასკვნა

საქართველოს დასახლებული ადგილების მონაცემების შესწავლისა და გაანალიზების საფუძველზე დადგენილია, რომ წყლით უზრუნველყოფის პარამეტრები (წყლის მოხმარების ნორმები, დანაკარგები ქსელში, დაწნევები, საშუალო დღედამური ხარჯი, რეზერვუარების ტევადობა და სხვ.) საზღვარგარეთის დიდი ქალაქების წყალმომარაგების შესაბამის სიდიდეებთან შედარებით მნიშვნელოვნად

განსხვავებულია. გამოკვეთილია ფაქტობრივი პარამეტრების გაუმჯობესებისათვის მონაცემთა ექსპერიმენტულად მიღების აუცილებლობა.

სუფთა წყლის რეზერვუარების ტევადობის ფარდობა წყლის მოხმარების საშუალო დღეღამურ სიდიდესთან, საქართველოს ქალაქების წყალმომარაგების სისტემებისათვის კოეფიციენტები მერყეობს 0,7-2 ფარგლებში.

საქართველოში, უმრავლეს ქალაქებისათვის სასმელი წყლის ფაქტობრივი მოხმარების ხვედრითი სიდიდე 300–450 ლ-ის ფარგლებშია; დედაქალაქში კი აღწევს 800 ლ/დღლ/კაცზე. ამასთან, დანაკარგების სიდიდე 30%-ის ფარგლებშია, მხოლოდ დედაქალაქშია 36–41%. დაწნევის ფაქტობრივი სიდიდეები მერყეობს 50–90 მ-მდე.

თბილისისათვის მილსადენების ჯამური სიგრძე 3300 კმ-ია, ყოველ ათას მცხოვრებზე – აბონენტთა დარიცხვის გათვალისწინებით, მოდის – 3,3 კმ. წყლის ყოველ 1000 მ³/დღლ-ის გატარებაზე მილსადენების უდიდესმა სიგრძემ თუ სხვა ქალაქებში შეადგინა 10 კმ, თბილისისათვის ეს მონაცემი დაახლოებით 2 კმ-ია.

ლიტერატურა

1. СНиП 2. 04. 01 – 85. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: ЦИТПГосстроя СССР, 1986. - 56 с.
2. СНиП 2. 04. 02 – 84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М.: Стройиздат, 1985. - 136 с.
3. Методика определения неучтенных расходов и потерь воды в системах коммунального водоснабжения. Приказ Минпромэнерго РФ от 20 декабря 2004 г. № 172. с - 44.
4. Шевелев Ф.А., Орлов Г.А.. Водоснабжение больших городов зарубежных стран. - М.: Стройиздат, 1987. - 351 с.
5. Larry W. Mays. Water Distribution System. Handbook. Department of Civil and Environmental Engineering Arizona State University. 2001.

УДК 551.578

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕРАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ СВЯЗНОГО СЕЛЯ

И.Г. Круашвили, Э.Г. Кухалашвили, И.Д. Инашвили,

К.Н. Бзиава, И.Л. Климиашвили

(Грузинский технический университет)

Резюме: *Описание условий движения селей и выведение соответствующих уравнений является функцией многих факторов. На основе проведенных исследований, исходя из реологической природы селя, получено дифференциальное уравнение установившегося движения. С учетом соответствующих допущений принята расчетная зависимость скорости неравномерного движения селя, значение которого меньше скорости водного потока и вызвано влиянием реологических параметров.*

Ключевые слова: *сель; установившееся движение; скорость.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Исходя из условий движения селей и отличия от других явлений, выбор и адаптирование расчетных моделей требует особых подходов. Описание условий движения и выведение дифференциальных уравнений с учетом многочисленных статистических факторов позволит решить ряд практических задач, которые будут оперативными средствами, на основе которых станет возможным усовершенствование методов расчета, планирование и конструирование противоселевых сооружений.

Многолетняя история изучения селей позволяет с приемлемой точностью вывести дифференциальные уравнения движения, интегрированием которых станет возможным программирование как изменения глубины потока по направлению движения, так и режима движения потока в любой ее части. В работе предпринимаются попытки описать установившееся неравномерное движение селя дифференциальным уравнением. Целью исследования является изучение гиперконцентрированных потоков с высокой плотностью.

Как известно, в реальности изменение условий движения потока (преодоление любого препятствия, сужение или расширение русла, изменение уклона основания русла и т.д.) вызывает изменение живого сечения и свободной поверхности потока.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В работе рассмотрен случай, когда изменение кривизны свободной поверхности происходит на таком уровне, что скорость частиц перпендикулярна живому сечению. В данном случае, когда площадь живого сечения является функцией ширины и глубины, возможно пренебрежение составляющими скоростями.

Как известно, изменение полной энергии по направлению движения зависит от изменения реологических характеристик и потока. Исходя из вышесказанного, можно записать:

$$E = Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{\alpha V^2}{2g}. \quad (1)$$

Дифференцированием первого уравнения получаем:

$$\frac{dE}{dl} = \frac{dZ}{dl} + \frac{d\left(\frac{P}{\gamma}\right)}{dl} + \frac{d\left(\frac{\alpha V^2}{2g}\right)}{dl}, \quad (2)$$

где E - это полная энергия потока; Z - расстояние центра массы селя от условной поверхности; $\frac{P}{\gamma}$ - пьезометрический напор; $\frac{P}{\gamma} = h_p$. и $\frac{\alpha V^2}{2g}$ - скоростной напор.

Так как во втором уравнении $\frac{dE}{dl}$ является i_f уклоном сопротивления движения потока, а $\frac{dZ}{dl}$ - уклоном i основания русла, можно записать:

$$-i_f = -i + \frac{dh_p}{dl} + \frac{d\left(\frac{\alpha V^2}{2g}\right)}{dl}. \quad (3)$$

Так как в связанных селях существует зависимость между напором и глубиной потока:

$$\frac{dh_p}{dl} = \psi \left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \frac{dh}{dl}, \quad (4)$$

а когда $\alpha = 1$, соответственно $\frac{\alpha V^2}{2g} = \frac{V^2}{2g}$.

Дифференцированием скоростного напора получим:

$$\frac{d\left(\frac{V^2}{2g}\right)}{dl} = -\frac{Q^2}{g\omega^3} B \frac{dh}{dl} - \frac{Q^2}{g\omega^3} \frac{\partial \omega}{\partial l}. \quad (5)$$

Если учесть уравнения (4) и (5), в (3) получим:

$$-i_f = -i + \psi \left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \frac{dh}{dl} - \frac{Q^2}{g\omega^3} B \frac{dh}{dl} - \frac{Q^2}{g\omega^3} \frac{\partial \omega}{\partial l}. \quad (6)$$

Преобразованием и упрощением уравнения (6), когда $\omega_p = K\omega$, получим:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - i_f - \frac{Q^2}{g\omega^3} \frac{\partial \omega}{\partial l}}{\psi \left(1 - \frac{h_0}{h}\right) - \frac{Q^2}{g\omega^3} B}. \quad (7)$$

Так как уклон сопротивления $i_f = \frac{Q^2}{K^2\omega^2 C^2 R}$, уравнение (7) примет вид

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{K^2\omega^2 C^2 R} \left(1 - \frac{K^2 C^2 R}{g\omega^3} \frac{\partial \omega}{\partial l}\right)}{\psi \left(1 - \frac{h_0}{h}\right) - \frac{Q^2}{g\omega^3} B}. \quad (8)$$

Полученное уравнение (8) является дифференциальным уравнением установившегося неравномерного движения связного селя, движущегося в любом прямоугольном русле. Решение аналогичных задач дано в работах [1, 2, 3, 4, 5].

Как показывает анализ уравнения, приравнивание знаменателя к 0 указывает на критический режим и параллельность свободной поверхности потока к основанию русла, когда числитель равен 0, т.е. когда $\frac{dh}{dl} = 0$, имеет место установившееся равномерное движение потока. В нашем случае, когда $\frac{dh}{dl} = 0$,

$$i = \frac{Q^2}{K^2\omega^2 C^2 R}. \quad (9)$$

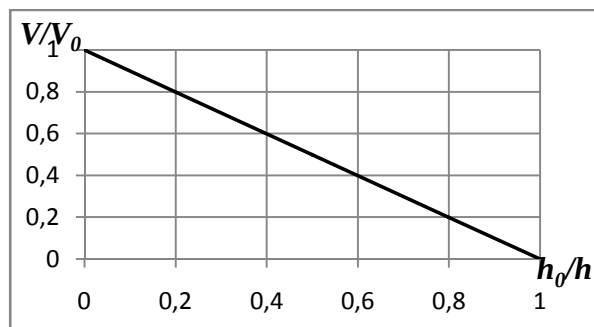
Если внести значение расхода $Q = \omega V$ в уравнение (9), зависимость скорости движения плоского потока, т.е. $h = R$ примет вид

$$V = KC\sqrt{hi} = \left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \psi C\sqrt{hi}. \quad (10)$$

Когда скорость потока V равна скорости ньютоновских жидкостей, тогда:

$$\frac{V}{V_H} = \left(1 - \frac{h_0}{h}\right) \psi. \quad (11)$$

Графическая иллюстрация уравнения (11), когда $\psi = 1$, т.е. $\varphi = 0$, дана на рисунке.



Графическая зависимость $\frac{V}{V_0} = f\left(\frac{h_0}{h}\right)$, когда $\psi = 1$

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показывает изменение реологических характеристик, когда эквивалентная глубина связности равна глубине потока, поток прекращает движение, а с изменением угла внутреннего трения, т.е. с его увеличением, скорость потока уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Круашвили И.Г., Кухалашвили Э.Г. Некоторые вопросы динамики селевых потоков. // Научные труды ГАУ «Вопросы инженерной экологии в гидротехнической мелиорации», 1996, с. 55-63.
2. Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Основы динамики селей. Тбилиси: Мецниереба, 2007. - 214 с.
3. Coussot P. Mudflow Rheology and Dynamics, IAHR Monograph Series, A.A. Balkema: Rotterdam, 1997.
4. Kruashvili I., Kukhalashvili E., Inashvili I., Bziava K., Kirtava V. Computation of the hydraulic characteristics of the hyper-concentrated flows during flow over the debris flow outlet. International Scientific conference "Climate change and its influence on sustainable and safe agricultural development." Tbilisi, 2014, p.p. 345-348.
5. Takahashi T. Debris flow. Taylor & Francis Group, London, UK. 2007. 465 p.

შპს 551.578

**არასტაციონარულობის საფუძველზე
ღვარცოფსაცავის მახასიათებლების ცვლილების
კანონზომიერების განსაზღვრა**

ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, ი. კლიმიაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია ღვარცოფსაცავის მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერება და არასტაციონარულობის საფუძველზე მიღებულია ღვარცოფსაცავში დაგროვილი ღვარცოფული მასის სიმაღლის, ღვარცოფის ხარჯისა და მისი გადაადგილების სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულებები. მიღებული დამოკიდებულებების საფუძველზე, შესაძლებელია განისაზღვროს მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერება ღვარცოფის ტალღის გავრცელების ზონაში და შეირჩეს შესაბამისი ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა.

საკვანძო სიტყვები: არასტაციონარულობა; ღვარცოფი; ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა.

1. შესავალი

ღვარცოფული ხასიათის წყალსადინართა სათავეს ზემო ნაწილში განლაგებულია ღვარცოფწარმოქმნელი კერები, რომლებიც ეროზიული ღრანტების ჩადაბლებულ ადგილს წარმოადგენენ. მათ ციცაბო ფერდობზე მიმდინარე გამოფიტვის მოვლენებისა და ეროზიული პროცესების შედეგად, ტალღური პროცესებით ერთმანეთზე ფენების დადებით, გროვდება კერებში ღვარცოფის მასა.

ბმული ღვარცოფის ტალღური სახით მოძრაობის მოდელი შეიძლება შემდეგნაირად დახასიათდეს: ტალღის ფრონტი უძრავია, თუ მისი გავრცელების სიჩქარე მეტია ან ნაკლებია ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეზე. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომ-

დინარე, ტალღის გავრცელების სიჩქარის მიხედვით შეიძლება შეფასდეს ღვარცოფული მასის კრიტიკული მძაფრი და წყნარი მდგომარეობა.

ღვარცოფებთან ბრძოლის კვლევის სადღეისო მონაცემები და არსებული სტატისტიკური მასალების ანალიზი ადასტურებს [1, 2], რომ ღვარცოფწარმომქმნელი კერებიდან (ღვარცოფსაცავებიდან) ფორმირებული მაღალი სიმკვრივის ნაკადების და თვით კერის მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერება, კერძოდ, კერის სიღრმის, დაძრული მასის ხარჯის და სიჩქარის დროში ცვლილების პროგნოზი, დაცვითი ღონისძიებების შერჩევასა და კატასტროფებისაგან გაუვნებელყოფის ერთ-ერთ განმსაზღვრელ პირობას წარმოადგენს.

2. ძირითადი ნაწილი

ღვარცოფსაცავის ტალღურად გარღვევის შემთხვევაში, ქვედა ბიეფში ღვარცოფის დაუმყარებელი მოძრაობის კანონზომიერების შეფასების დროს, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სენ-ვენანის ერთგანზომილებიანი დიფერენციალური განტოლებები, რომელთა ამოხსნის დროს უნდა დაკმაყოფილდეს შემდეგი პირობები:

1. სიჩქარის გრძივ მდგენელთან შედარებით, ვერტიკალურის უმნიშვნელობის გამო მათი პროცესებზე გავლენა მხედველობაში არ მიიღება;
2. ღვარცოფის სიღრმის გრძივ ტალღასთან შედარებით, არცთუ ისე დიდი მნიშვნელობის გამო წნევის ცვლილება ემორჩილება ჰიდროსტატიკის კანონებს;
3. სადაწნო ფრონტის გარღვევის შემთხვევაში, ენერგიის დანაკარგი წინააღმდეგობების გათვალისწინებით თანაბარი მოძრაობის ადეკვატურად შეიძლება იქნეს მიღებული.

ღვარცოფსაცავის უეცარი გარღვევის შემთხვევაში, გადმოდინებული ხარჯის გაანგარიშების დროს მართებულია შემდეგი სახის განტოლების გამოყენება:

$$\frac{dW}{dt} = -q, \quad (1)$$

სადაც q არის ღვარცოფსაცავიდან გადმოდინებული ხარჯის სიდიდე; W – ღვარცოფსაცავის მოცულობა; t – ღვარცოფსაცავის დონის დაწევის ხანგრძლივობა.

ღვარცოფსაცავის უეცარი გარღვევის მომენტში პროცესი შემდეგნაირად შეიძლება დახასიათდეს: როცა $t = 0$, დაძრული მოცულობა W_0 -ის, ხოლო გარღვევის შემდეგ მისი მნიშვნელობა $W(t)$ -ს ტოლია.

გარღვეულ კვეთში ღვარცოფის ღვარცოფსაცავიდან გადმოდინებას თუ წარმოვიდგენთ, როგორც ანალოგს ფართო ზღურბლიან წყალსაშვზე წყლის გადადინებისა, მაშინ დაძვრის პროცესის დროის მცირე dt მონაკვეთში ღვარცოფსაცავის სიღრმე მცირდება dH სიდიდით. ასეთ პირობებში გარღვეულ კვეთში გადმოდინებული ღვარცოფის მოცულობა ΩdH -ის, ხოლო ღვარსაშვზე H_0 -ის ტოლი იქნება. სტაციონარული პროცესის შესაბამისად, ღვარცოფის ხარჯის საანგარიშოდ შეიძლება შემდეგი ფორმულის გამოყენება:

$$q = mb\sqrt{2gH_0^{3/2}}, \quad (2)$$

სადაც b არის ღვარცოფის გარღვეული ნაწილის სიგანე; m – ხარჯის კოეფიციენტი;

H_0 – ჩამოყალიბებული ღვარცოფის მასის სიმაღლე კერის დასაწყისში; g – სიმძიმის ძალის აჩქარება.

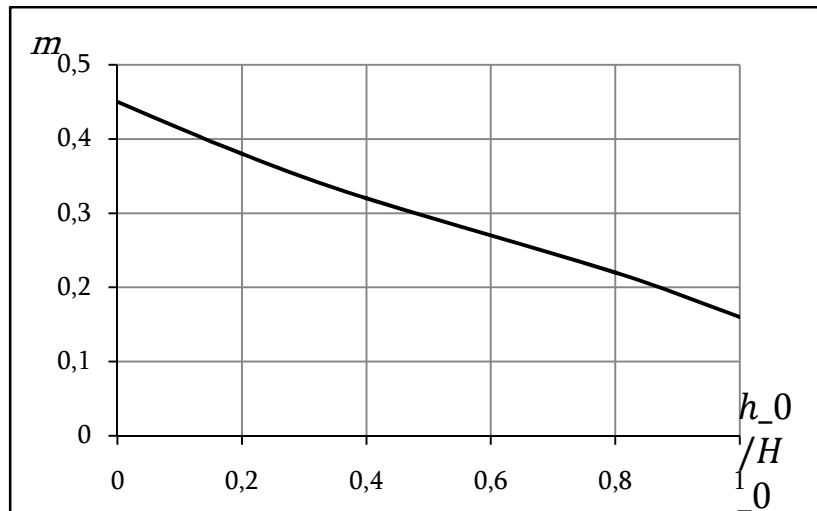
ჩატარებული კვლევების საფუძველზე, ღვარცოფის ხარჯის კოეფიციენტის საანგარიშოდ სიჩქარის Ψ კოეფიციენტის ბმულობის ეკვივალენტური h_0 სიღრმისა და შინაგანი სახუნის β კუთხესთან კავშირში, მიღებულია შემდეგი სახის დამოკიდებულება:

$$m = \Psi \frac{2\Psi^2 - \varphi \frac{h_0}{H_0}}{2\Psi^2 + \varphi} \sqrt{\frac{1 - \varphi \frac{h_0}{H_0}}{2\Psi^2 + \varphi}}. \quad (3)$$

არასტაციონარული პროცესების დროს ტალღის გავრცელების ხარჯის საანგარიშო ფორმულის მიხედვით, ხარჯის კოეფიციენტის საანგარიშო დამოკიდებულებებს, როდესაც კერის დახრის კუთხე არის 0, შემდეგი სახე აქვს:

$$m = \sqrt{\frac{1}{2} \left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right)} \varphi \cos \theta. \quad (4)$$

რადგან m წარმოდგენილია რთული ფუნქციის სახით, სტაციონარული პროცესის შემთხვევაში, მის საანგარიშოდ მოცემულია ნომოგრამა, რომლის ცვლილება, როცა $\varphi = 1$ -სა და $\frac{h_0}{H_0}$ -თან სხვადასხვა მნიშვნელობების დროს, მოცემულია გრაფიკის სახით (ნახ. 1).



ნახ. 1. $m = f\left(\varphi \frac{h_0}{H_0}\right)$ გრაფიკული დამოკიდებულება

იმ შემთხვევაში, როცა ღვარცოფწარმოქმნელი კერა ოთკუთხა პრიზმის სახით არის წარმოდგენილი, (1) განტოლება შემდეგნაირად შეიძლება წარმოვადგინოთ:

$$\frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dH} \frac{dH}{dt} = \Omega \frac{dH}{dt}, \quad (5)$$

სადაც Ω არის ღვარცოფსაცავის ხარჯის ზედაპირის ფართობი და $\omega(H) = \Omega$.

განგარიშების გაადვილების მიზნით, თუ ვაწარმოებთ აპროქსიმაციას ღვარცოფსაცავისას გეომეტრიულად ოთხკუთხა პარალელებიპედთან, როცა $\Omega = const$, შეიძლება დავწეროთ შემდეგი სახის დამოკიდებულება:

$$W(H) = \Omega H. \quad (6)$$

(6) დამოკიდებულებიდან გამომდინარე, (1) განტოლება მიიღებს სახეს:

$$\Omega \frac{dH}{dt} = -q. \quad (7)$$

ღვარცოფსაცავიდან ჩამომეწერილი ღვარცოფული მასის ხარჯის საანგარიშო დამოკიდებულება, როცა ტალღის სიმაღლე H -ის ტოლია, იქნება:

$$q = bH \sqrt{H \left(1 - \frac{h_0}{H}\right)} \rho g \cos \theta, \quad (8)$$

სადაც b არის ღვარცოფის გარღვეული ნაწილის სიგანე; H – ღვარცოფსაცავიდან წარმოქმნილი ნაკადის სიმაღლე; h_0 – ბმულობის შინაგანი ხახუნის კუთხე; φ – კოეფიციენტი, რომელიც შინაგანი ხახუნის კუთხის ფუნქციაა; g – სიმძიმის ძალის აჩქარება; $\cos\theta$ – ღვარცოფსაცავის ფუძესთან დახრის კუთხე.

თუ შემოვიღებთ $K = \frac{h_0}{H}$ აღნიშვნას, გავამარტივებთ და გარდაქმნით (8) განტოლებას, მივიღებთ:

$$q = \sqrt{\frac{1-K}{2}} \varphi \cos\theta b \sqrt{2gH}^{3/2}. \quad (9)$$

(9)-ის გათვალისწინებით (7)-ში გვექნება:

$$\Omega \frac{dH}{dt} = -\sqrt{\frac{(1-K)}{2}} \varphi \cos\theta b \sqrt{2gH}^{3/2}. \quad (10)$$

ცვლადთა განცალკევებით და გარდაქმნებით (10) განტოლება მიიღებს სახეს:

$$\frac{dH}{H^{3/2}} = -\frac{\sqrt{\frac{(1-K)}{2}} \varphi \cos\theta b \sqrt{g} dt}{\Omega}. \quad (11)$$

(11) განტოლების ინტეგრირების საფუძველზე, გვექნება:

$$H = \left(\frac{\sqrt{(1-K)} \varphi \cos\theta g b t}{2\Omega} + c \right)^2. \quad (12)$$

ინტეგრირების მუდმივა განისაზღვრება განტოლებით:

$$\frac{1}{\sqrt{H}} = \left(\frac{\sqrt{(1-K)} \varphi g b t}{2\Omega} + c \right). \quad (13)$$

როცა $t = 0$, $W = W_0$, $H = H_0$ და $c = \frac{1}{\sqrt{H_0}}$.

ინტეგრირების მუდმივას განსაზღვრის შემდეგ, (13) განტოლება, სიღრმის ცვლილების კანონზომიერება $H = f[H(t)]$ ღვარცოფსაცავის დაცლისა დროში, მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$H_{(t)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{H_0}} + \frac{\sqrt{(1-K)\rho g \cos \theta b t}}{2\Omega} \right)^2}. \quad (14)$$

შესაბამისად, ღვარცოფის ხარჯი იქნება:

$$q_{(t)} = \sqrt{(1-K)\rho g \cos \theta b} \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{H_0}} + \frac{\sqrt{(1-K)\rho g \cos \theta b t}}{2\Omega} \right)^3}, \quad (15)$$

ხოლო საშუალო სიჩქარის დროში ცვლილებას ექნება შემდეგი სახე:

$$V_{(t)} = \frac{q_{(t)}}{H_{(t)}} = \frac{\sqrt{(1-K)\rho g \cos \theta}}{b \left(\frac{1}{\sqrt{H_0}} + \frac{\sqrt{(1-K)\rho g \cos \theta b t}}{2\Omega} \right)}. \quad (16)$$

მიღებული (14), (15) და (16) დამოკიდებულებები წარმოადგენს ღვარცოფსაცავის შესაძლო გარღვევის შემთხვევაში მისი მახასიათებლების დროში ცვლილების პარამეტრებს.

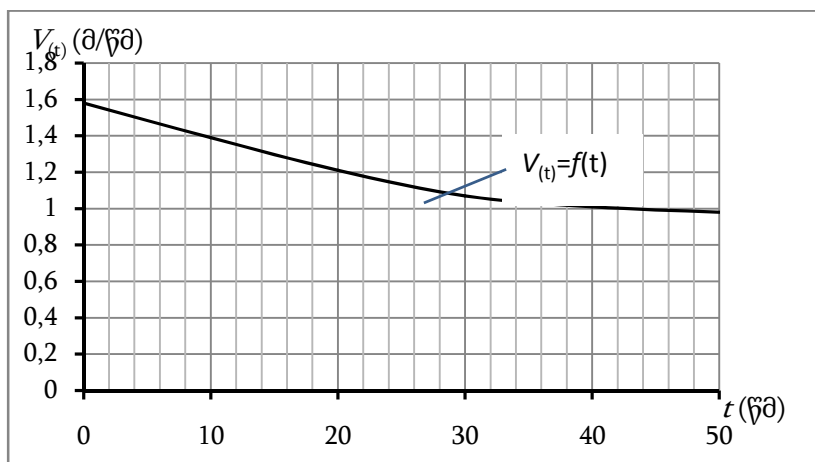
პარამეტრების $H_{(t)} = f(t)$, $q_{(t)} = f(t)$ და $V_{(t)} = f(t)$ ცვლილების კანონზომიერების სურათი, როცა ღვარცოფსაცავში დაგროვილი მასის სიმაღლე $H=3.0\text{მ-ს}$, $b=100.0\text{მ-ს}$, სარკის ზედაპირის ფართობი $\Omega=6000.0 \text{ მ}^2\text{-ს}$, კერის სიგრძე $L=60.0\text{მ-ს}$, $\theta=0^\circ\text{-ს}$, $K=0.5$, $\beta=30^\circ$, $\varphi = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{3}{2}\right) = 0.33$, ღვარცოფსაცავის მოცულობა $W=18000 \text{ მ}^3\text{-ს}$, ღვარცოფის ფუძის დახრის კუთხე $\theta=0^\circ\text{-ს}$ და $\cos\theta=1.1$, შინაგანი ხახუნის კუთხე $\varphi=30^\circ\text{-ს}$, შესაბამისად, $\varphi = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{3}{2}\right) = 0.33$ და $K = \frac{\sqrt{\varphi} - 1}{\sqrt{\varphi} + 0.75}$.

მოცემული მნიშვნელობების (14), (15) და (16) ფორმულებში შეტანით, პარამეტრების ცვლილების სურათი წარმოდგენილია ქვემოთ მოყვანილ განტოლებებში, რომელთა გრაფიკული ილუსტრაცია მოცემულია მე-2 ნახაზზე.

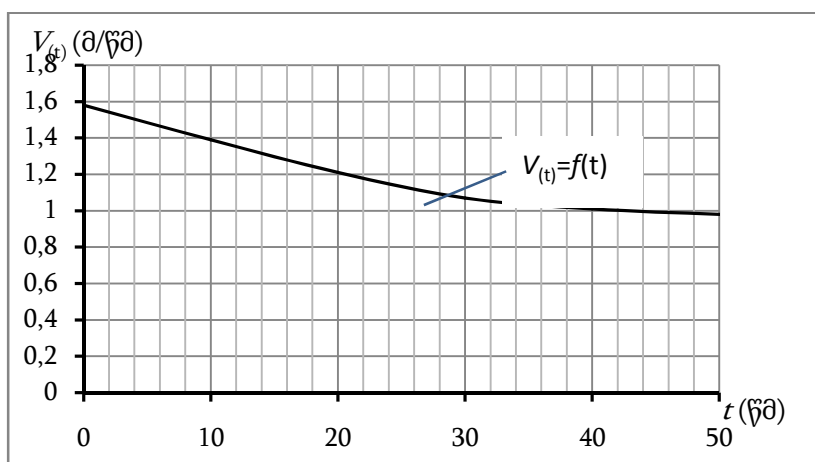
$$H_{(t)} = \frac{1}{(0.578 + 0.0067t)^2}. \quad (17)$$

$$q_{(t)} = 89.9 \left(\frac{1}{0.578 + 0.0067t} \right)^3. \quad (18)$$

$$V_{(t)} = \frac{q_{(t)}}{H_{(t)}}. \quad (19)$$



ნახ. 2. $H_{(t)} = f(t)$ და $q_{(t)} = f(t)$
დამოკიდებულების გრაფიკები



ნახ. 3. $V_{(t)} = f(t)$
დამოკიდებულების გრაფიკი

3. დასკვნა

არასტაციონარულობის საფუძველზე მიღებულია ღვარცოფსაცავში დაგროვილი ღვარცოფული მასის სიმაღლის, ღვარცოფის ხარჯისა და მისი გადაადგილების სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულებები. მიღებული (17), (18) და (19) დამოკიდებულებების საფუძველზე, ზემოთ მოცემული პარამეტრების შემთხვევაში, მე-2 და მე-3 ნახაზებზე დროში მოცემული ცვლილების კანონზომიერება ტალღის გავრცელების ზონაში, საშუალებას იძლევა შეირჩეს ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა.

ლიტერატურა

1. ყრუაშვილი ი., კუხალაშვილი ე., სიჭინავა ნ. ღვარცოფული ნაკადების დამყარებული არათანაბარი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლება. // სასოფლო-სამეურნეო წარმოების, მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის ტექნიკური საშუალებების სრულყოფის საკითხები. ნაწილი II, 1993, გვ. 75-87.
2. ყრუაშვილი ი., ქაცარავა თ., კუხალაშვილი ე. ღვარცოფების შეშფოთებული ზონის საანგარიშო მახასიათებლები. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. // სამეცნიერო შრომათა კრებული. ტ. №1. თბილისი, 1997, გვ. 229-235.

შპს 628.2

საქართველოს წყლის რესურსების ოპტიმალური გამოყენების და ბარემოს ეფექტური დაცვის ღონისძიებები

დ. გუბელაძე, ი. ყრუაშვილი, მ. ნაცვლიშვილი,

ი. ინაშვილი, ა. დავითაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: საქართველო ძალზე მდიდარია წყლის რესურსებით. თუმცა, ზედაპირული წყლების დიდი ნაწილი და რიგ შემთხვევაში, მიწისქვეშა წყლებიც დაბინძურებულია. ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ხარისხის/სისუფთავის კონტროლი ფრაგმენტულ ხასიათს ატარებს, რაც მათი მეტნაკლებად სანდო შეფასების საშუალებას არ იძლევა. თუმცა, ირიბი მონაცემები (მდინარეებში და სხვა წყალსატევებში ჩაშვებული დამბინძურებელ ნივთიერებათა ოდენობა და წყლისმიერი დაავადებების დინამიკა) საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ წყლის ხარისხი როგორც სასმელი წყლის სისტემებში, ასევე ბუნებაში ხშირად არაადაპტაციო ფილტვებელია. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ნიადაგის დაცვის პრობლემა დიდ მნიშვნელობას იძენს მცირემიწიანი ქვეყნისათვის, სადაც ეროვნული პროცესების, ნიადაგის გაჭუჭყიანებისა და დანაგვიანების, მეორეული დაჭაობებისა და დამლაშების, სასარგებლო წიაღისეულისა და საშენი მასალების ღია წესით მოპოვების, ადამიანის არასწორი სამეურნეო მოქმედების შედეგად დიდია ნიადაგის დანაკარგები.

საკვანძო სიტყვები: ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები; წყლის დაბინძურება; წყლის დაცვა; ნიადაგის დაცვა.

1. შესავალი

ადამიანის სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო საქმიანობა მკვეთრად აისახება დიდი და მცირე მდინარეების წყლის ხარისხზე. გამწმენდი ნაგებობების ეფექტური მუ-

შაობის შემთხვევაშიც კი, წყალში ხვდება დიდი რაოდენობით ორგანული ნივთიერებები, მიკრობული და პარაზიტული ბუნების დამაბინძურებლები, რომელთა განზავების შესაძლებლობა დაბალია. ეს შესაძინევად თრგუნავს წყლის თვითგაწმენდის უნარსა და სანიტარიულ რეჟიმს, აფერხებს მთელ რიგ პროცესებს და აუარესებს წყლის ხარისხს. ამიტომ, ზედაპირული წყლების რესურსების რაციონალურ გამოყენებას, წყლის ხარისხის დაცვასა და შენარჩუნებას დიდი ეკონომიკური, ეკოლოგიური და სოციალური მნიშვნელობა ენიჭება.

2. ძირითადი ნაწილი

მცირე ზომის წყლის ობიექტებისათვის განსაკუთრებით სახიფათოა საყოფაცხოვრებო, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო ობიექტების ნახმარი წყლები. განსაკუთრებით საგანგაშოა პატარა მდინარეების გამოყენების მდგომარეობა, რომლებიც ჰიდროგრაფიული ქსელის ძირითად ნაწილს შეადგენენ და იძლევიან ქვეყნის წლიური ჩამონადენის 75%-ს. მათგან წყლის შეფარდებითი ადება გაცილებით მაღალია, ვიდრე დიდი მდინარეებიდან.

დაახლოებით მილიარდი კუბური მეტრი წყალი ყოველწლიურად გამოიყენება სარწყავად, სასმელად და სამრეწველო საჭიროებისათვის. გარდა ამისა, მტკნარი წყლის ობიექტები გამოიყენება ბანაობისათვის და სარეკრეაციო მიზნებისათვის, აგრეთვე თევზრეწვისა და სათევზე მეურნეობებისათვის.

მდინარეებში წყალი ინტენსიურად ჭუჭყიანდება სამრეწველო ობიექტებიდან, მეცხოველეობის ფერმებიდან, დასახლებული პუნქტებიდან და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან შხამ-ქიმიკატებისა და სასუქების შემცველი ნიაღვრული ჩამონადენით. ამიტომ, წყლის ხარისხი ზედაპირული წყლის პრაქტიკულად ყველა ობიექტში არასაიმედოა და ხშირად არ არის უსაფრთხო როგორც ეკოსისტემისათვის, ასევე ადამიანთა ჯანმრთელობისათვის. არსებობს ადამიანთა ჯანმრთელობის დაზიანების რისკი ბანაობისას, ბევრი ობიექტი ვიზუალურადაც იმდენად დანაგვიანებულია, რომ ბანაობის ან სარეკრეაციო მიზნებისათვის გამოუდგარია, რაც მნიშვნელოვნად აზიანებს ქვეყნის ეკონომიკის ერთ-ერთი სტრატეგიული დარგის, ტურიზმის განვითარების პოტენციალს (მათ შორის, თბილისის).

მცირე ზომის წყლის ობიექტები ხშირად გამორჩენილია სახელმწიფო მონიტორინგის სისტემიდან ან არ ექცევა სათანადო ყურადღება. ასევე არ არსებობს

მათი სანიტარიულ-ეკოლოგიური მდგომარეობისა და წყლის ხარისხის ჰიგიენური ნორმირებისათვის სრულყოფილი მეთოდოლოგიური ბაზა. მათი დაცვა რთული და მრავალმხრივი საქმეა, რომელსაც სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა უნდა მიენიჭოს.

ზედაპირული წყლების დაბინძურება განპირობებულია სხვადასხვა ფაქტორებით. მათგან ძირითადს განეკუთვნება:

- ✓ წყალსატევებში გაუსუფთავებელი (გაუწმენდავი) ჩამდინარე წყლების ჩადინება;
- ✓ გამოყენებული შესაწამლი ქიმიკატების ჩარეცხვა ჭარბი ნალექებისას;
- ✓ აირკვამლიანი გამონატყორცნები;
- ✓ ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გაჟონვა.

ყველაზე დიდი ზიანი წყალსატევებისა და წყალნაკადებისათვის მოაქვს გაუწმენდავი საწარმოო და კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების ჩაშვებას. კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები დიდი რაოდენობით ჩამოედინება საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი ნაგებობებიდან. ასეთი სახის ჩამდინარე წყლებში ჭარბობს სხვადასხვა ორგანული ნაერთები, ასევე მიკროორგანიზმები, რაც ბაქტერიულ დაბინძურებას იწვევს.

საქართველო მდიდარია ზედაპირული მტკნარი წყლებით. მდინარეების ჯამური წლიური ჩამონადენი 65,8 კმ³-ს შეადგენს, მათ შორის საქართველოს ტერიტორიაზე ფორმირებული ჩამონადენი – 56,5 კმ³.

ზედაპირული წყლის რესურსების განაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე არათანაბარია: დასავლეთ საქართველოს მდინარეების (შავი ზღვის აუზი) ჯამური წლიური ჩამონადენი 49,7 კმ³-ს (ანუ 75%-ს) შეადგენს, აღმოსავლეთი მდინარეების (კასპიის ზღვის აუზი) კი – 16,1 კმ³-ს (ანუ 25 %-ს) შეადგენს.

სულ საქართველოში 26 060 მდინარეა, მათ შორის 99,4% - მცირე მდინარეებია (სიგრძე 25 კმ-ზე ნაკლები). ჰიდროლოგიურად შესწავლილია 555 მდინარე შავი ზღვის აუზში და 528 მდინარე კასპიის ზღვის აუზში.

საქართველოში ბევრია ბუნებრივი ტბა (სულ 860, ჯამური ფართობით 170 კმ²), 43 წყალსაცავი, აქედან 35 – კასპიის ზღვის აუზში (ჯამური მოცულობით 1703,8 მლნ.მ³) და 8 – შავი ზღვის აუზში (ჯამური მოცულობით 1471 მლნ.მ³).

საწარმოო ძალების განლაგებისას წყლის ფაქტორის არასრულყოფილი გათვალისწინება იწვევს საქართველოს ძირითადი მდინარეების არათანაბარ დატვირთ-

ვას. ასე მაგალითად, საქართველოს საზღვრებში მდ. მტკვრის აუზში, რომელზედაც მოდის რესპუბლიკის წყლის რესურსების 25%, კონცენტრირებულია მსხვილი სამრეწველო საწარმოები და სარწყავი ფართობები, რაზეც წლების განმავლობაში იხარჯება ქვეყანაში გამოყენებული წყლის რესურსების 80%-ზე მეტი. ამასთან დაკავშირებით გაიზარდა წყლის ობიექტების ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე ანთროპოგენური ფაქტორის ზემოქმედება.

ზედაპირულ წყლებს იცავენ გაჭუჭყიანებისაგან, დანაგვიანებისა და დაშრეტისაგან. დანაგვიანების აღსაკვეთად გამოიყენება ღონისძიებანი, რომლებიც კრძალავს ზედაპირულ წყალსატევებსა და მდინარეებში სხვადასხვა მყარი ნარჩენებისა და სხვა საგნების მოხვედრას. ზედაპირული წყლების დაშრეტის აღკვეთა ხდება წყლის მინიმალურად დასაშვები ჩადინების კონტროლით.

საქართველოში დაფიქსირებულია 750 დასახელების მიწისქვეშა სასმელი მინერალური წყალი. საქართველოს მიწისქვეშა ჰიდრორესურსებიდან წარმოშობილი მინერალური წყლების პრიორიტეტულობას განსაზღვრავს რესურსების ბუნებრიობა, სიუხვე, სტაბილურობა, არასეზონურობა და მაღალი ხარისხი. საქართველოში 700-მდე მიწისქვეშა მინერალური გრუნტის წყალია აღწერილი, მათ შორის განსაკუთრებული მინერალიზაციისა და თვისებების მქონე წყლები.

მიწისქვეშა წყლების დაცვის ძირითადი ღონისძიებებია მათი მიწისქვეშა მარაგის დაშრეტისა და გაჭუჭყიანების აღკვეთა. ზედაპირული წყლების მსგავსად, ეს დიდი და რთული პრობლემაა, რაც შეიძლება წარმატებით გადაიჭრას მხოლოდ მთლიანი გარემომცველი გარემოს კომპლექსური დაცვით.

მტკნარი სასმელი მიწისქვეშა წყლების დაშრეტის აღსაკვეთად გათვალისწინებულია სხვადასხვა ღონისძიებები: მიწისქვეშა წყლების წყალადების რეჟიმების რეგულირება; წყალამღებების რაციონალური განლაგება მთელ ფართობზე; საექსპლუატაციო მარაგის რაოდენობის განსაზღვრა, როგორც მათი რაციონალური გამოყენების ზღვარი და სხვ. მიწისქვეშა წყლების დაშრეტის აღკვეთასთან დაკავშირებით სულ უფრო ხშირად იყენებენ მისი მარაგის ხელოვნურ შევსებას ზედაპირული წყლების ინფილტრაციით წყლის ფენებში. მიწისქვეშა წყლები ამით ღებულობენ დამატებით კვებას, რაც საშუალებას იძლევა გავზარდოთ წყალადების მწარმოებლობა მიწისქვეშა წყლების დაშრეტის გარეშე.

მიწისქვეშა წყლების გატუჭიანების საწინააღმდეგო ღონისძიებები იყოფა ორ ჯგუფად: პროფილაქტიკური და სპეციალური. სპეციალური ღონისძიებების ამოცანაა გატუჭიანების წყაროს ლიკვიდაცია ან ლოკალიზება.

პროფილაქტიკური ღონისძიებები წარმოადგენს მიწისქვეშა წყლების გატუჭიანებისაგან დაცვის ძირითად სამუშაოს. ეს უპირველესად მოიცავს ჩამდინარე წყლების გაწმენდას, რითაც აღიკვეთება ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების დაბინძურება. მიწისქვეშა წყლების გატუჭიანების აღკვეთის მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა სანიტარული ზონების მოწყობა წყალადების რაიონების ირგვლივ.

საქართველოს კანონმდებლობით ზედაპირული მტკნარი წყლის დაცვის მიზნით, იქმნება წყალდაცვითი ზოლები და სანიტარული დაცვის ზონები. საქართველოს კანონმდებლობის შესაბამისად იმ წყლის დაცვის მიზნით, რომელსაც იყენებენ სასმელად, საყოფაცხოვრებო დანიშნულებით წყალმომარაგებისათვის, სამკურნალოდ და საკურორტო საჭიროებისათვის, იქმნება სანიტარული დაცვის ზონები.

წყალმომარაგების წყლის ობიექტების სანიტარული დაცვის ზონა იყოფა სამ სარტყელად და თითოეულ მათგანს განსაკუთრებული რეჟიმი აქვს.

ზედაპირული წყლების დაცვის მხრივ საყურადღებოა მათი მინიმალურად დასაშვები ჩამონადენის შემცირება, რაც მტკნარი წყლის დეფიციტს იწვევს. ეს გამოწვეულია წყლის გატუჭიანებით, წყალსატევების თვითგასუფთავების უნარის შემცირებით, მიწისქვეშა წყლის მარაგის შემცირებით, წყაროების ჩამონადენი წყლის შემცირებით.

სერიოზულ ეკოლოგიურ პრობლემას წარმოადგენს მცირე მდინარეების (100 კმ-მდე სიგრძის) წყალუხვობისა და სისუფთავის აღდგენა, რაც მდინარეთა ეკოსისტემის ძირითად რგოლს წარმოადგენს. განსაკუთრებით მცირე მდინარეები აღმოჩნდნენ ყველაზე მგრძნობიარე ანთროპოგენური ზემოქმედების მიმართ.

მდინარეების, ტბების, წყალსაცავების, მიწისქვეშა წყლებისა და წყლის სხვა ობიექტების ბუნებრივი რეჟიმის შენარჩუნების მიზნით, ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიის, წყალსატევების მოღამვის, წყლის ცხოველთა საბინადრო გარემოს გაუარესების თავიდან ასაცილებლად, წყლის ჩამონადენის ცვალებადობის შესამცირებლად და სხვ., იქმნება წყლის დამცავი ტყის ზონები, აგრეთვე ტარდება სატყეო-სამეღიორაციო, ეროზიის საწინააღმდეგო, ჰიდროტექნიკური და სხვა ღონისძიებები საქართველოს კანონმდებლობით გათვალისწინებული წესით.

წყალდაცვითი პრობლემების რიგში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს სასმელი წყალმომარაგებისათვის ზედაპირული წყლების გაუვნებელოვანება და გაწმენდის ეფექტური მეთოდების დამუშავება და დანერგვა. სასმელი წყლის არასაკმარისი გასუფთავება სახიფათოა როგორც ეკოლოგიური, ასევე სოციალური თვალთახედვით.

ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგოდ აუცილებელია შემდეგი კომპლექსური ღონისძიებები: მიწისმოწყობის, აგროტექნიკური, ტყე-მელიორაციული და ჰიდროტექნიკური. ამასთან გაითვალისწინება, რომ ჰიდროტექნიკური ღონისძიება განსაზღვრულ ტერიტორიაზე ეროზიის განვითარებას აჩერებს მისი მოწყობისთანავე, აგროტექნიკური - მხოლოდ რამდენიმე წლის შემდეგ, ხოლო ტყე-მელიორაციული - მისი დანერგვიდან 10-20 წლის შემდეგ.

ძლიერ ეროზირებული ნიადაგების აღსადგენად აუცილებელია კომპლექსური ღონისძიებები: დაზოლილი მიწათმოქმედება ე.ი. ტერიტორიის ისეთი ორგანიზაცია, რომლის დროსაც ველების სწორხაზოვანი კონტურები ენაცვლება ნიადაგდაცვით ტყის ზოლებს, ნიადაგდაცვითი თესვითბრუნვა (ნიადაგების დეფლიაციისაგან დასაცავად), სხვადასხვა ჰიდროტექნიკური ღონისძიებები (არხების, ტერასების, წყალგამყვანი ნაგებობებისა და სხვ.) მოწყობა და ა.შ.

ნიადაგების დაჭაობებასთან საბრძოლველად საკმარისი ან ზედმეტი დატენიანების რაიონებში წყლის მიმოცვლის ბუნებრივი რეჟიმის დარღვევასას იყენებენ სხვადასხვა გამშრობ მელიორაციას. დაჭაობების მიზეზებიდან გამომდინარე, ეს შეიძლება იყოს გრუნტის წყლების დონის შემცირება დრენაჟის დახმარებით, დამბების მშენებლობა და მდინარის კალაპოტის შეცვლა (დატბორვის თავიდან ასაცილებლად), კლდეების ატმოსფერული წყლების შებოჭვა და გადასროლა და სხვ. ამასთან, დიდი ფართობების ზედმეტმა გამომშრობამ შეიძლება გამოიწვიოს არსასურველი ცვლილებანი ეკოსისტემაში: ნიადაგების ზედმეტი გამომშრობა, მათი დეგუმფიკაცია და დეკალცინირება, მცირე მდინარეების შრობა, ტყეების გახმობა და სხვ.

ნიადაგების მეორადი დამლაშების აღსაკვეთად აუცილებელია დრენაჟების მოწყობა, წყლის მიწოდების რეგულირება, მაქსიმალურად გამოვიყენოთ წვიმით მორწყვა, სარწყავი არხების ჰიდროიზოლაციის სამუშაოების ჩატარება და სხვ.

პესტიციდებითა და სხვა მავნე ნივთიერებებით ნიადაგის გაჭუჭყიანების აღსაკვეთად იყენებენ მცენარეთა დაცვის ეკოლოგიურ მეთოდებს (ბიოლოგიურ, აგროტექნიკურ და სხვ.), ამადლებენ ნიადაგის თვითგასუფთავების ბუნებრივ უნარს, არ იყე-

ნებენ განსაკუთრებულად საშიშ და მდგრად ინსექტიციდურ პრეპარატებს და სხვ. მაგალითად, ფართოდ გამოიყენება აგროსისტემებში სხვადასხვა მტაცებელი მწერების (მაგ, ჭიანჭველების) შეყვანა და მოშენება (ბიოლოგიური დაცვა), ასევე იყენებენ პრეპარატებს, რომლებიც შეიცავს მავნებლების დამაავადებელ ბაქტერიებს. მავნე სახეობების გაერცელებასთან საბრძოლველად მნიშვნელოვანი ადგილი დაიჭირა ბიოტექნოლოგიამ, კერძოდ გენეტიკურმა მეთოდმა, რომელიც დაფუძნებულია გარემოში გენეტიკურად მახინჯი შთამომავლობის მომცემი დედალი-მავნებლების გაშვებაზე, რის შედეგადაც პოპულაციის რიცხოვნობა მკვეთრად იცვლება. ამ შემთხვევაში დაცვის ქიმიური მეთოდების გამოყენება მკვეთრად მცირდება.

მიწების დაზიანებისას ისინი კარგავენ საწყის მნიშვნელობას და უარყოფითად ზემოქმედებენ გარემოზე. რეკულტივაციის ობიექტებს განეკუთვნებიან:

- ✓ კარიერული ამოთხრა, ტერიკონები, საყრდენები, საყარი ღრმულები და სხვ.
- ✓ მიწები, რომლებიც ზიანდება სამშენებლო მრეწველობისას;
- ✓ მყარი ნარჩენების პოლიგონების ტერიტორია;
- ✓ მიწები, რომლებიც დაზიანებულია თხევადი და აიროვანი ნარჩენებით (მიწების ნავთობდაბინძურება და სხვ.). ამ მხრივ, გამოირჩევა ბიოლოგიური და სამშენებლო რეკულტივაცია.

ტექნიკური რეკულტივაცია ნიშნავს დაზიანებული ტერიტორიების წინასწარ მომზადებას. სამუშაოების შედგენილობაში შედის: ზედაპირების დაგეგმვა, მოსავლიანი ნიადაგის მოჭრა, ტრანსპორტირება და შეტანა სარეკულტივაციო მიწებში, მიწების ნაკვეთების მომზადება.

ბიოლოგიური რეკულტივაცია ტარდება ტექნიკური რეკულტივაციის შემდეგ. მომზადებულ ნაკვეთებზე ირგვება მწვანე ნარგავები, იქმნება ფლორისა და ფაუნის განვითარების პირობები, მაგრდება ნაყარი გრუნტი და ხდება მისი დაცვა ეროზიისაგან.

საქართველო მცირემიწიანი ქვეყანაა, რომლის ფართობი 69,7 ათასი კვადრატული კმ-ია.

მიწის საერთო რესურსიდან სასოფლო-სამეურნეო მიწების ფართობი შეადგენს – 3 023 000 ჰა-ს, მათ შორის:

- ✓ საკარმიდამო მიწები – 20 000 ჰა;
- ✓ სახნავი – 800 000 ჰა;
- ✓ სათიბები – 143 000 ჰა;

✓ მრავალწლიანი ნარგავები – 265 000 ჰა;

✓ საძოვრები – 1 795 000 ჰა.

არასასოფლო-სამეურნეო მიწები 900 000 ჰა:

✓ საცხოვრებელი ფართობის ქვეშ არსებული მიწები – 90 000 ჰა;

✓ საწარმოო/ურბანული მიწები – 635 000 ჰა;

✓ სახ. დაწესებულებებისა და კომუნიკაციების ქვეშ არსებული მიწები – 175 000 ჰა.

ნიადაგის დაცვის პრობლემა დიდ მნიშვნელობას იძენს მცირემიწიანი ქვეყნისათვის, სადაც ეროზიული პროცესების, ნიადაგის გაჭუჭყიანებისა და დანაგვიანების, მეორადი დაჭაობებისა და დამლაშების, სასარგებლო წიაღისეულისა და საშენი მასალების ღია წესით მოპოვების, ადამიანის არასწორი სამეურნეო მოქმედების შედეგად დიდია ნიადაგის დანაკარგები.

გამომდინარე ზემოაღნიშნულიდან, ქვეყანაში მთელი რიგი წლების განმავლობაში მოსახლეობის სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგებისა და სანიტარიის სფეროში ვერ მოიხსნა ისეთი ძირითადი პრობლემები, როგორიცაა: წყალმომარაგების სისტემების მილსადენებისა და გამანაწილებელი ქსელების დაბალი სანიტარიულ-ტექნიკური საიმედოობა, სასმელი წყლის დეფიციტი, სასმელ-სამეურნეო დანიშნულების წყლების ანთროპოგენური დაბინძურება და სხვა, რის გამოც ქვეყნის მოსახლეობის დიდი ნაწილი ვერ ღებულობს სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმებით გათვალისწინებული ხარისხიანი სასმელი წყლის რაოდენობას.

ბოლო წლებში ასევე მნიშვნელოვნად შემცირდა სამრეწველო საწარმოების მიერ გარემოს ობიექტების ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურება, მათ შორის ჩამდინარე სამრეწველო წყლებით. მიუხედავად ამისა, მთელ რიგ რაიონებში წყლის ხარისხი არ შეესაბამება და მომავალშიც, იმის გამო, რომ მთელი რიგი ქიმიური ნივთიერებები, მათ შორის ნიტრატები, მეტ-ნაკლები ინტენსივობით მუდმივად იმყოფება გრუნტის წყლებში, უნდა ვივარაუდოთ, რომ არ იქნება შესაბამისობაში ნორმატიულ მოთხოვნებთან. გარდა ამისა, ეკონომიკური აღმავლობის პერიოდში არ გამოირიცხება ნიტრატების შემცველი სასუქების გამოყენების მასშტაბების გაფართოება.

ამ მხრივ მნიშვნელოვანი გამოცდილება აქვს ევროკავშირის ქვეყნებს და მათი გამოცდილების გაზიარება ხელს შეუწყობს საქართველოში გარემოს დაცვის ეფექტური ღონისძიებების გატარებას და ეკოლოგიურად სუფთა სოფლის მეურნეობის წარმოებას.

3. დასკვნა

გამომდინარე ზემოაღნიშნულიდან, ქვეყანაში მთელი რიგი წლების განმავლობაში მოსახლეობის სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგებისა და სანიტარიის სფეროში ვერ მოიხსნა ისეთი ძირითადი პრობლემები, როგორიცაა: წყალმომარაგების სისტემების მილსადენებისა და გამანაწილებელი ქსელების დაბალი სანიტარიულ-ტექნიკური საიმედოობა, სასმელი წყლის დეფიციტი, სასმელ-სამეურნეო დანიშნულების წყლების ანთროპოგენური დაბინძურება და სხვ., რის გამოც ქვეყნის მოსახლეობის დიდი ნაწილი ვერ ღებულობს სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმებით გათვალისწინებული ხარისხიანი სასმელი წყლის რაოდენობას, რაც ხელს უშლის ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებას, ეკოლოგიური და გარემოს დაცვითი ღონისძიებების საერთაშორისო მოთხოვნების შესაბამის სტანდარტების დამკვიდრებას.

ლიტერატურა

1. გუბელაძე დ. სარწყავი სისტემების ეფექტური ფუნქციონირება საირიგაციო ინფრასტრუქტურის განვითარების პირობებში. // ჟურნალი „მშენებელი“ №4(31) სტუ, თბილისი, 2013. – 108 გვ.
2. საქართველოს მდინარეების მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის კადასტრი. – საქართველოს ენერგეტიკისა და ენერგეტიკულ ნაგებობათა კვლევითი ინსტიტუტი, თბილისი, 2006. – 480 გვ.
3. საქართველოს რეგიონალური განვითარება. თბილისი, 2009. – 162 გვ.

შპს 551.578

ღვარცოფულ კერებში დაბროვილი მასის წონასწორობის რღვევის განსახილველ ხარისხობრივი ფუნქციების გამოყენებით

ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, ი. კლიმიაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: ღვარცოფსაცავების პარამეტრების ცვლილების კანონზომიერების დადგენა და გაანგარიშების მეთოდების სრულყოფა ისეთ ოპერატიულ საშუალებებს მოითხოვს, რომლის გამოყენებით სრულყოფილად აღწერილი იქნება მასში განთავსებული ღვარცოფული მასის მდგრადობის რღვევისა და დაძვრის პროცესის მექანიზმი. ხარისხობრივი ფუნქციების გამოყენებით მიღებულია ღვარცოფსაცავში დაბროვილი ღვარცოფული მასის სიმადლის, ღვარცოფის ხარჯისა და მისი გადაადგილების სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულებები. კვლევის შედეგებმა დაადასტურა, რომ თეორიულად და ექსპერიმენტული მასალის საფუძველზე მიღებულ K -ს მნიშვნელობებს შორის განსხვავება არ აღემატება 10%-ს.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფსაცავი; რეოლოგია; ღვარცოფის ხარჯი.

1. შესავალი

კერიდან ღვარცოფის დაძვრა მრავალი ურთიერთმართვადი ფაქტორის ფუნქციას წარმოადგენს და პროცესის მექანიზმის სრულად წარმოდგენა გარკვეული კატეგორიის შუალედური ამოცანების გადაწყვეტის აუცილებლობას საჭიროებს.

შუალედურ ამოცანათა შორის განსაკუთრებული ადგილი წონასწორობის რღვევის კვლევას და მათი მათემატიკური მოდელირების საკითხების დაზუსტებას უკავია. ღვარცოფული ტანის წონასწორობის რღვევის შეფასების დროს პირველი მიახლოებით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ხარისხობრივი ფუნქციები. კვლევის ძირითად მიზანს ღვარცოფსაცავში დაბროვილი ღვარცოფწარმოქმნელი მასის

მოდრაობის დაწყების სიჩქარის, სიმაღლის და ხარჯის დროსთან კავშირში ცვლილების კანონზომიერების დაზუსტება წარმოადგენს.

როგორც ბუნებაში ჩატარებული კვლევის მონიტორინგის მასალები ადასტურებს, კერებში ჩამოყალიბებული ღვარცოფწარმომქმნელი მასის ზღვრული წონასწორული მდგომარეობის შესაძლო დარღვევის დროს ჩამომეწერილ და ნარჩენ მასას შორის გამავალი ზედაპირების წირი არის არაწრფივი და მისი მრუდწირულობა ფიზიკურ-მექანიკურ და რეოლოგიურ მახასიათებლებთან არის დაკავშირებული.

ზემოთ აღნიშნულთან ერთად კვლევის არსებული მასალები, სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით, ადასტურებს, რომ ღვარცოფის მასის დაძვრა, მისი მახასიათებლების ცვლილების პროგნოზირების შესწავლის დონე, მიუხედავად პრობლემისადმი მიძღვნილი უამრავი სამეცნიერო შრომისა, იმდენად დაბალია, რომ საპროექტო დაწესებულებები და სამშენებლო ორგანიზაციები დღესაც განიცდის საიმედო რეკომენდაციების დეფიციტს ღვარცოფსაწინააღმდეგო პროექტების გადაწყვეტის დროს.

2. ძირითადი ნაწილი

ღვარცოფულ კერებში, ეროზიულ ღრანტეებში, გამოტანის კონუსებზე განთავსებული ღვარცოფული მასის ბმული მდგომარეობის შესწავლის სურათიდან გამოვლინდა ზღვრულ წონასწორობაში მყოფი ღვარცოფის ზედაპირზე გამავალი წირის მრუდის ფორმა. აღმოჩნდა, რომ ღვარცოფწარმომქმნელი მასის სიღრმესა და გავრცელების ზონის სიგრძეს შორის კავშირი მრუდწირულია და მისი ფორმის ნათლად წარმოჩენის მიზნით ამ კავშირის აღწერა შეიძლება ხარისხობრივი დამოკიდებულებით, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$Y = ax^b, \quad (1)$$

სადაც a და b არის კოეფიციენტი და ხარისხის მაჩვენებელი, რომელთა სიდიდე ღვარცოფთა რეოლოგიურ და ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებთანაა უშუალოდ დაკავშირებული; Y – ჩამომეწერის სიღრმის ცვლილების კოორდინატი; x – წონასწორული ზედაპირის გავრცელების ზონის სიგრძე.

ჩამომეწერილი ფართობის სიდიდე, როცა $a > 0, b > 0$ და $x = L$, შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$S = LaL^b - \int_0^L ax^b dx = aL^{1+b} - \frac{aL^{1+b}}{1+b}. \quad (2)$$

როცა (1) დამოკიდებულებაში, $Y = H, x = L$ და $H = aL^b$, ამიტომ (2)-ში L -ის სიდიდეს თუ გამოვსახავთ ღვარცოფწარმომქმნელი მასის H სიღრმით, გვექნება:

$$S = \frac{ab}{1+b} \left(\frac{H}{a} \right)^{\frac{1+b}{b}} = \frac{b}{(1+b)a^{\frac{1}{b}}} H^{\frac{1+b}{b}}. \quad (3)$$

როცა კერის სიგანე l -ის ტოლია, W ჩამომეწერის მოცულობა შეიძლება გაანგარიშებულ იქნეს ფორმულით:

$$W = \frac{b}{(1+b)a^{\frac{1}{b}}} H^{\frac{1+b}{b}}. \quad (4)$$

თეორიული კვლევებით მიღებულია, რომ ღვარცოფული კერიდან დაძრული მასის საანგარიშო დამოკიდებულებას ბრტყელი ნაკადის შემთხვევაში, როცა ტალღის სიმაღლე უმნიშვნელოა:

$$q = H^{\frac{3}{2}} \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{H}\right) \varphi g}. \quad (5)$$

შესაბამისად, დაძრული მასის მოცულობის სიდიდეს t დროის გათვალისწინებით:

$$W = tH^{\frac{3}{2}} \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{H}\right) \varphi g}. \quad (6)$$

თუ (6)-ს გავუტოლებთ (4)-ს, გვექნება:

$$\frac{b}{(1+b)a^{\frac{1}{b}}} H^{\frac{1+b}{b}} = tH^{\frac{3}{2}} \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{H}\right) \varphi g}. \quad (7)$$

(7) ტოლობაში, როცა $t = t_0$, შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს დაძვრის t_0 სიდიდე:

$$t_0 = \frac{b}{(1+b)a^{\frac{1}{b}} \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{H}\right) \varphi g}}. \quad (8)$$

(8) დამოკიდებულებაში t_0 დროის განსაზღვრა სპეციალური კვლევების ან ექსპერიმენტების ჩატარებას საჭიროებს.

აღსანიშნავია, რომ ღვარცოფწარმოქმნელ კერებში მასის წონასწორობის მდგომარეობის განმსაზღვრელი ფაქტორები განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს მოძრაობის დაწყებაზე და დაძრული მასის მახასიათებლების დროში ცვლილების კანონზომიერებებზე.

კვლევის არსებული სტატისტიკური მასალების საფუძველზე ღვარცოფსაცავებში ჩამოყალიბებული ღვარცოფის მასის გარღვევის შემთხვევაში მისი მახასიათებლების ცვლილება, კერძოდ, მოცულობის დროსთან კავშირი შეიძლება აღწერიდ იქნეს დიფერენციალური განტოლებით, ე.ი., მოცულობის ცვლილების პროგნოზირების დროს სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით, აღნიშნული პროცესის საანგარიშოდ შერჩეულ მოდელს აქვს სახე:

$$\frac{dW}{dt} = -q, \quad (9)$$

სადაც q არის ღვარცოფსაცავიდან დაძრული ნაკადის ხარჯი; t ღვარცოფსაცავის დაცლის დრო.

რადგან ღვარცოფსაცავიდან დაძრული მასის მოცულობა დროისა და ხარჯის ნამრავლის ფუნქციას წარმოადგენს, ე.ი.:

$$dw = d(qt) = qdt + t dq, \quad (10)$$

(10) დამოკიდებულების ინტეგრირების საფუძველზე გვექნება:

$$-2 \ln t = \ln q + c. \quad (11)$$

(11) განტოლებაში, როცა $t = t_0, W = W_0, q = q_0, c = 2 \ln t_0 + \ln q$, მივიღებთ:

$$\left(\frac{t}{t_0}\right)^2 = \frac{q}{q_0}. \quad (12)$$

როგორც (4) განტოლება გვიჩვენებს, ღვარცოფსაცავიდან ჩამომეწერილი მყარი მასის მოცულობას სიღრმესთან ხარისხობრივი დამოკიდებულება გააჩნია.

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას $\frac{b}{(1+b)a^{\frac{1}{b}}} = A$ და $\frac{1+b}{b} = K-1$, მივიღებთ:

$$W = AH^K. \quad (13)$$

(13) განტოლებაში, როცა $t = t_0$, მაშინ $W = W_0, H = H_0$ და $q = q_0$; როცა დრო t -ს ტოლია, მაშინ $W = W_t, H = H_t$ და $q = q_t$. დაშვების შესაბამისად, ღვარცოფწარმოქმნელი მასის მოცულობის ცვლილება სიღრმესთან კავშირში მიიღებს სახეს:

$$W_0 = AH_0^K, \quad (14)$$

$$W_t = AH_t^K. \quad (15)$$

შესაბამისად, დაძრული მასის ხარჯების საანგარიშო დამოკიდებულებებს ექნება სახე:

$$q_0 = \frac{AH_0^K}{t_0}, \quad (16)$$

$$q_t = \frac{AH_t^K}{t_t}. \quad (17)$$

(16)-ის და (17)-ის გათვალისწინებით (12)-ში, გვექნება:

$$t = t_0 \left(\frac{H_0}{H_t} \right)^K. \quad (18)$$

ღვარცოფულ მასაში წნევის სიღრმეზე განაწილების თავისებურებიდან გამომდინარე მიღებულია, რომ:

$$P = \frac{\gamma H_0^2}{2} \left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right)^2 \varphi. \quad (19)$$

მე-(19) განტოლების ორივე მხარეს თუ გავყოფთ γ -ზე, მივიღებთ ზღვრული წონასწორული მდგომარეობის შესაბამის ღვარცოფის მოცულობას:

$$W = \frac{H_0^2}{2} \left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right)^2 \varphi. \quad (20)$$

საწყის მომენტში, როცა $t = t_0$, ღვარცოფის დაძრული მასის შესაბამისი ხარჯის სიდიდეს ექნება სახე:

$$q_0 = \frac{H_0^2}{2t_0} \left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right)^2 \varphi, \quad (21)$$

ხოლო t მომენტისათვის უწყვეტობის საფუძველზე, ხარჯის საანგარიშო დამოკიდებულებას ექნება სახე:

$$q_t = \frac{H_t^2}{2t} \left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right)^2 \varphi. \quad (22)$$

(21) განტოლებას თუ გავუტოლებთ (5)-ს, მივიღებთ:

$$H_0^{\frac{3}{2}} \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right) \varphi g} = \frac{H_0^2}{2t_0} \left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right)^2 \varphi. \quad (23)$$

(23) განტოლებიდან t_0 დრო, რომელიც დაძვრის საწყის მომენტს შეესაბამება, ტოლი იქნება:

$$t_0 = \frac{1}{2} H_0^{\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{h_0}{H_0}\right) \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{H_0}\right) \frac{\varphi}{g}}. \quad (24)$$

(18) განტოლებიდან t დროის შესაბამისი H_t ღვარცოვის სიღრმის საანგარიშო დამოკიდებულებას ექნება სახე:

$$H_t = H_0 \left(\frac{t_0}{t}\right)^{\frac{1}{K}}. \quad (25)$$

(24)-ის გათვალისწინებით (25)-ში, გვექნება:

$$H_t = \left(\frac{1}{2t}\right)^{\frac{1}{K}} H_0^{\frac{1+2K}{2K}} \left(1 - \frac{h_0}{H_0}\right)^{\frac{3}{2K}} \left(\frac{\varphi}{g}\right)^{\frac{1}{2K}}. \quad (26)$$

დაძრული მასის ხარჯის დროსთან კავშირი გამოისახება ფორმულით:

$$q_t = \left(\frac{1}{t}\right)^2 \frac{\varphi}{2} H_0^{\frac{1+2K}{2}} \sqrt{\left(1 - \frac{h_0}{H_0}\right)^7 \frac{\varphi}{g}}. \quad (27)$$

ხოლო დაძრული მასის სიჩქარის დროსთან კავშირს ექნება სახე:

$$V_t = \left(\frac{1}{2t}\right)^{\frac{2K-1}{K}} \varphi H_0^{\frac{2K^2-K-1}{2K}} \left(1 - \frac{h_0}{H_0}\right)^{\frac{7K-3}{2K}} \left(\frac{\varphi}{g}\right)^{\frac{K-1}{K}}. \quad (28)$$

თეორიულად A -ს მნიშვნელობაა: $A = \left(1 - \frac{h_0}{H_0}\right)^2 \varphi$, ხოლო $K = 2$ -ს. თეორიულად მიღებული A -სა და K -ს მნიშვნელობების სიზუსტის შემოწმების მიზნით, მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ გვესარგებლა საველე ექსპერიმენტული კვლევის მასალებით. ექსპერიმენტული კვლევის მასალად გამოყენებულია მდინარე არაგვის ღვარცოფული ხასიათის შენაკადებზე ნაკადის გავლის შედეგად გამოტანილი მყარი მასალის მონაცემები, რადგან ეს შენაკადები ღვარცოფების შესწავლის თვალსაზრისით კლასიკურ ხასიათს ატარებს. მათ მიერ ღვარცოფული გამოტანის მასის ფორმები, ანუ, ჩამომეწერილი ფართობების კავშირის სახე მის შინაგანი ხახუნის კუთხესთან გრაფიკის სახით მოცემულია 1-ელ ნახაზზე.

უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით β შინაგანი ხახუნის კუთხის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის ჩამომეწერის ფართობის სიმაღლესთან კავშირი გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებებით:

$$S_1 = 1.68H^{1.82}, \quad \text{როცა } \beta = 35^\circ; \quad (29)$$

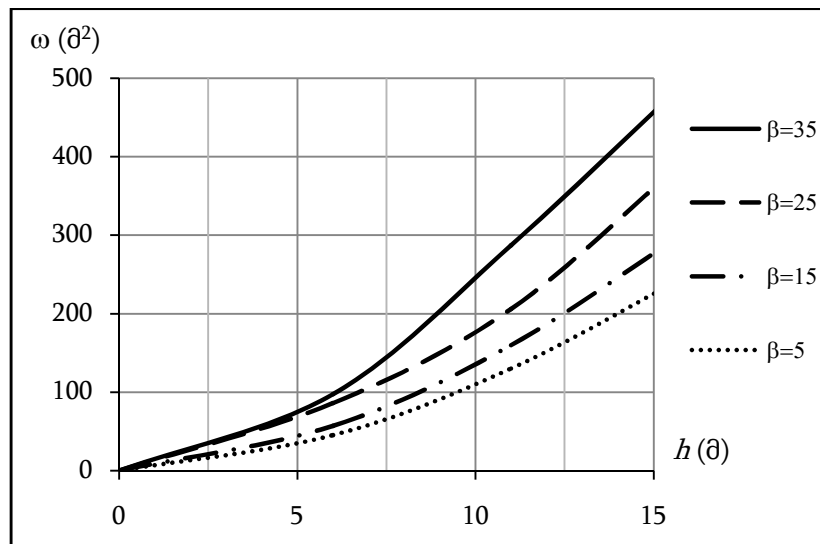
$$S_1 = 2.04H^{1.82}, \quad \text{როცა } \beta = 25^\circ; \quad (30)$$

$$S_1 = 2.61H^{1.82}, \quad \text{როცა } \beta = 15^\circ; \quad (31)$$

$$S_1 = 3.37H^{1.82}, \quad \text{როცა } \beta = 5^\circ. \quad (32)$$

მიღებული განტოლებების საფუძველზე, შესაბამისად, K -ს მნიშვნელობა $K = 1.81$, ხოლო A -ს საანგარიშო დამოკიდებულებას აქვს სახე:

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{1 + 0.625 \tan \beta}{0.08 + 0.55 \tan \beta} \right)^{0.64}. \quad (4.2.33)$$



ნახ. 1. $\omega = f(h)$ დამოკიდებულების გრაფიკი, როცა $\gamma = 2$ (ტ/მ³).

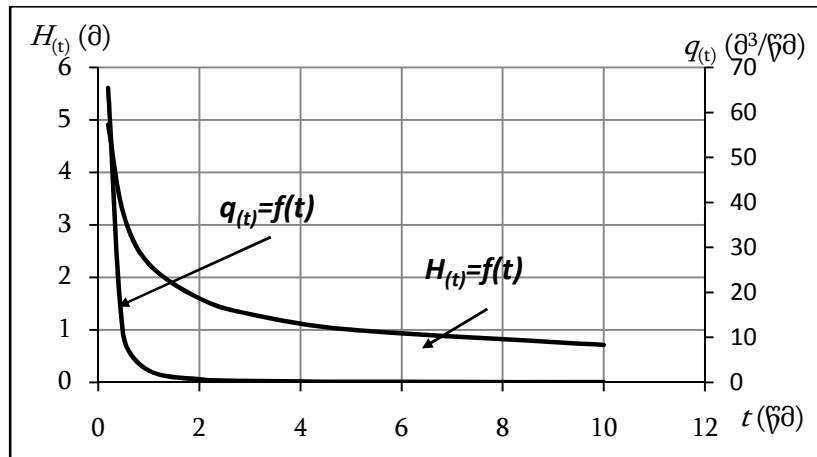
თუ თეორიულად მიღებულ A -სა და K -ს მნიშვნელობებს გავითვალისწინებთ (26), (27) და (28) განტოლებებში, მივიღებთ:

$$H_t = \sqrt{\frac{1}{2t}} H_0^{1.25} \left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right)^{0.75} \left(\frac{\varphi}{g} \right)^{0.25}, \quad (34)$$

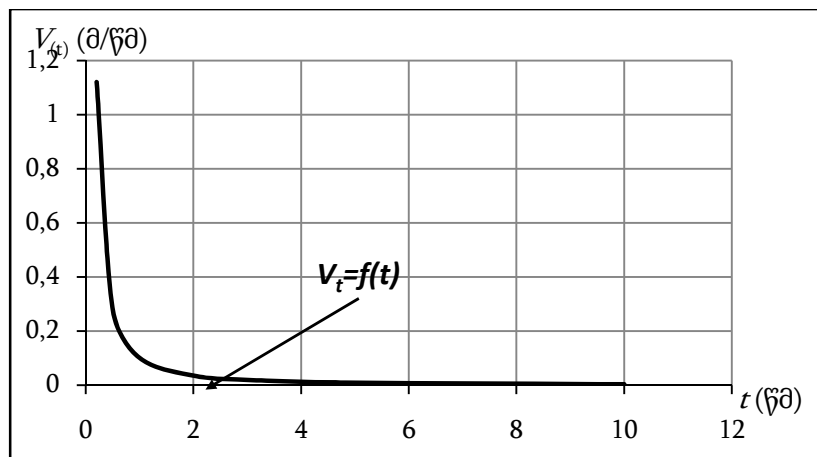
$$q_t = \left(\frac{1}{2t} \right)^2 H_0^{2.5} \left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right)^{3.5} \sqrt{\frac{\varphi}{g}}, \quad (35)$$

$$V_t = \frac{\varphi}{(2t)^{1.5}} H_0^{0.25} \left(1 - \frac{h_0}{H_0} \right)^{2.75} \left(\frac{\varphi}{g} \right)^{0.25}. \quad (36)$$

თვალსაზიროების მიზნით, ქვემოთ მოცემულია (ნახ. 2 და ნახ. 3) $H_t = f(t)$, $q_t = f(t)$ და $V_t = f(t)$ გრაფიკული დამოკიდებულებები.



ნახ. 2. $H_t = f(t)$ და $q_t = f(t)$ დამოკიდებულებების გრაფიკები,
როცა $H_0 = 5$ მ, $\rho = 15^\circ$ და $h_0 = 0.5$ მ



ნახ. 3. $V_t = f(t)$ დამოკიდებულებულებების გრაფიკი,
როცა $H_0 = 5$ მ, $\rho = 15^\circ$ და $h_0 = 0.5$ მ

3. დასკვნა

ხარისხობრივი ფუნქციების გამოყენებით მიღებულია ღვარცოფსაცავში დაგროვილი ღვარცოფული მასის სიმაღლის, ღვარცოფის ხარჯისა და მისი გადაადგილების სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულებები. კვლევის შედეგებმა დაადასტურა, რომ თეორიულად და ექსპერიმენტული მასალის საფუძველზე მიღებულ K -ს მნიშვნელობებს შორის განსხვავება არ აღემატება 10%-ს.

ლიტერატურა

1. ყრუაშვილი ი., კუხალაშვილი ე. ღვარცოფული ნაკადების დინამიკის ზოგიერთი საკითხები // საუს-სამეცნიერო შრომები, “საინჟინრო ეკოლოგიის საკითხები ჰიდროტექნიკურ მედიორაციაში”. 1996, გვ. 55-63.
2. ყრუაშვილი ი., ქაცარავა თ., კუხალაშვილი ე. ღვარცოფების შეშფოთებული ზონის საანგარიშო მახასიათებლები. აგრარული მეცნიერების პრობლემები // სამეცნიერო შრომათა კრებული. თბილისი. ტ. №1. 1997, გვ. 229-235.

შპს 628.2

წყლის რესურსების დაცვის გადაწყვეტილების მიღების რისკის ალბათური მოდელი

ზ. მეგრელიშვილი, ლ. თურმანიძე,

ზ. კალანდარიშვილი, ნ. დონდოლაძე

(ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია გარემოსადმი მიყენებული ზარალის გაანგარიშება, დამყარებული გამოყენებული ბუნებრივი რესურსების რაოდენობის ღირებულებაზე. ნაჩვენებია, რომ ზარალის სხვაობა, წარმოდგენილი მეთოდით და საქართველოს კანონმდებლობის მიხედვით განსხვავდებიან 1,4...250-ჯერ. მოყვანილია წყლის რესურსების დაცვის გადაწყვეტილების მიღების რისკის ალბათური მოდელი. მოცემულია გაანგარიშების შედეგების ცხრილები.

საკვანძო სიტყვები: გარემო; ზარალი; რისკი; ალბათური მოდელი.

1. შესავალი

ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების და გარემოს დაცვის გაუმჯობესებისათვის მნიშვნელოვან მიმართულებად წარმოგვიდგება ბუნებრივი რესურსების ადეკვატური ღირებულების ან ეკონომიკური შეფასების განსაზღვრა. ვერც ცენტრალიზებულად დაგეგმარებულმა და ვერც საბაზრო ეკონომიკამ ვერ მოახერხა შეეფასებინა სუფთა გარემოს და ბუნებრივი რესურსების რეალური მნიშვნელობა, დაედგინა მათი ადეკვატური ღირებულება. ზოგადი მიდგომაა ეკოლოგიური კეთილდღეობის ღირებულების შემცირება ან მისი ნულოვანი შეფასება. ეს მომენტი კარგად აქვს შეფასებული ე. ფონ ვაიცენეკერს: „ბიუროკრატიული სოციალიზმი დაინგრა იმიტომ, რომ არ აძლევდა ფასებს საშუალებას ეთქვათ ეკონომიკური სიმართლე. საბაზრო ეკონომიკას შეუძლია დადუპოს გარემო და თავისი თავი, თუ არ მისცემს ფასებს ეკოლოგიური სიმართლის თქმის უფლებას“ [1].

2. პირითადი ნაწილი

ბოლო ასწლეულის დასასრულს სამეცნიერო-ტექნიკურმა პროგრესმა კოლოსალურ მასშტაბებს მიაღწია და შეეხო ცხოვრების ყველა სფეროს. თავის უსაფრთხოებაზე ზრუნვამ აიძულა ადამიანი შეექმნა მოღვაწეობის სპეციალური სახე, რომელიც ემსახურება შექმნილი მდგომარეობის ანალიზს, პრობლემური სიტუაციების მართვის ღონისძიებების დამუშავებას. ასეთი მიმართულებაა ცოდნის ახალი სფერო – რისკის ანალიზი და შეფასება.

რისკის ანალიზთან დაკავშირებული სისტემატური სამუშაოები საზღვარგარეთ დაიწყო გასული საუკუნის 70-იანი წლების დასაწყისში და ეხებოდა საწარმოო ტექნოლოგიების რისკის შეფასებას [2]. ტექნოლოგიების ტრადიციული შეფასება, რომლებიც სრულდებოდა წარმოების და ფირმების დონეზე, ორიენტირებული იყო მხოლოდ მოცემულ ტექნოლოგიაზე. სტრატეგიულ დონეზე ტექნოლოგიების შეფასება კი მოითხოვდა გლობალურ მიდგომას, რომელიც თავის მხრივ ბიოსფეროს გაჭუჭყიანების შედეგების ადამიანზე გავლენის რისკის შეფასებას აქტუალურს ხდის.

მდგრადი განვითარების სტრატეგიის განსაზღვრა ბევრად არის დამოკიდებული ქვეყნის ეკონომიკის და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ურთიერთდამოკიდებულების გააზრებაზე. ნებისმიერი პროექტის მიღება, ან მისი ეკოლოგიური ექსპერტიზა უნდა ხორციელდებოდეს მხოლოდ ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების საფუძველზე, რომელიც გამოავლენს არა მხოლოდ კაპიტალურ და საექსპლუატაციო ხარჯებს, არამედ იმ ზარალსაც, რომელიც მოჰყვება გარემოში ნარჩენების დატოვებას – კერძოდ, გამონაბოლქვის ან ჩამდინარე წყლის სახით.

ჩამდინარე წყლების წყალსაცავში ჩაშვებისას გარემოსადმი მიყენებული ზარალის განსაზღვრა ბიოლოგიური, ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური ცვლილებების გათვალისწინებით პრაქტიკულად შეუძლებელია. გაჭუჭყიანების შედეგად მიღებული ცვლილებები შეიძლება გამოქვადებოდეს რამდენიმე ათეული წლის შემდეგ, როდესაც მიღებული შედეგების გამოსწორება გვიანი იქნება.

ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის სიდიდე შეიძლება წარმოვიდგინოთ სხვადასხვა დანახარჯების ან დანაკარგების ჯამის სახით [3].

$$U_i = \sum_{i=1}^n x_i q_i, \quad (1)$$

სადაც x_i -არის i -ური ფაქტორის ნატურალური ცვლილება;

q_i - i -ური ფაქტორის ფულადი შეფასება.

თუ x_i -ს გამოვსახავთ როგორც $x_i = V_i n_i$, და q_i -ს აღვნიშნავთ $q_{\text{ფ}}$ -ით, ჩამდინარე წყლების ჩაშვებისას გარემოსადმი მიყენებული ზარალი გამოითვლება ფორმულით [4]:

$$U_i = V_i n_i q_{\text{ფ}} \quad (2)$$

სადაც V_i არის წყალსაცავში ჩასაშვები ჩამდინარე წყლის მოცულობა დროის ერთეულში i -ური გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებით, მ³;

n_i - ჩამდინარე წყლის საჭირო განზავების ჯერადობა, ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის მისაღწევად i -ური ნივთიერების მიხედვით;

$q_{\text{ფ}}$ - წყლის რესურსების ეკონომიკური შეფასება (ბუნებრივი წყლის ფასი), ლარი/მ³.

ჩამდინარე წყლის განზავება i -ური ნივთიერების მიხედვით ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციამდე, განპირობებულია გარემოს თვითგამწმენდი თვისებით. ვინაიდან ბუნებრივი წყლები შეიძლება შეიცავდეს გამაჭუჭყიანებელ i -ურ ნივთიერებას, განზავების ჯერადობა გამოითვლება ფორმულით:

$$n_i = \frac{C_i}{C_{i\text{ზღვ}} - C_{i\text{ფ}}}, \quad (3)$$

სადაც C_i არის i -ური ნივთიერების კონცენტრაცია წყალსაცავში ჩასაშვებ ჩამდინარე წყალში, გ/მ³;

$C_{i\text{ზღვ}}$ - i -ური ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია წყალში, გ/მ³;

$C_{i\text{ფ}}$ - i -ური ნივთიერების კონცენტრაცია წყალსაცავში, გ/მ³.

(2) ფორმულაში ნამრავლი $V_i n_i$ წარმოადგენს ბუნებრივი წყლის რაოდენობას, რომელიც საჭიროა ჩამდინარე წყლის განსაზავებლად i -ური ნივთიერების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციამდე მისაღწევად. ამის გათვალისწინებით, (2) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$U_i = W_i q_{\text{ფ}} \quad (4)$$

სადაც W_i არის i -ური ნივთიერების განზავებისათვის საჭირო ბუნებრივი წყლის მოცულობა, მ³ დროის ერთეულში.

საქართველოს მოქმედი კანონმდებლობის მიხედვით, წყლის რესურსების სარგებლობისათვის გადასახადის ოდენობა განსხვავებულია და მერყეობს საბაზრო ღირებულების 10%-დან 3%-მდე [5]. თბოსადგურებისათვის და სარწყავი სისტემის საწარმოებისათვის გადასახადის ოდენობა შეადგენს ძირითადი ოდენობის 1%-ს, ჰიდროსადგურების საწარმოებისათვის – ძირითადი ოდენობის 0,01%-ს, ხოლო კომუნალური და სოფლის წყალსადენისათვის გადასახადი 1 კუბ. მეტრ წყალზე შეადგენს 0,01 თეთრს. ვინაიდან ბუნებრივი წყლის 1 კუბ. მეტრის საბაზრო ღირებულება შეადგენს 1,0 ლარს, მაშინ თანახმად [5]-ისა, წყლის რესურსების სარგებლობისათვის მინიმალური გადასახადი შეადგენს 3,0 თეთრს, თბოსადგურებისათვის – 1,0 თეთრს, ჰიდროსადგურებისათვის – 0,01 თეთრს, კომუნალური და სოფლის წყალსადენისათვის – 0,01 თეთრს.

მაგნე ნივთიერებით გარემოს გაჯუჭყიანებისათვის განსაზღვრული გადასახადები, საქართველოს მოქმედი კანონმდებლობის თანახმად, გარკვეულ შემთხვევაში არ შეესაბამება რეალურ გადასახადებს, რაც ინვესტორებს (მათ შორის, უცხოელებს) ინტერესს გაუჩენს დააბანდოს კაპიტალი ეკოლოგიურად სახიფათო პროექტებში, რაც თავის მხრივ, იაფი მუშახელის პირობებში დამატებით დიდ მოგებას დაუტოვებს მათ.

განვიხილოთ (1) – (4) დამოკიდებულებით დაანგარიშებული ზარალი, რომელსაც მიაყენებს გარემოს ერთი ტონა ნივთიერება, მოყვანილი [5] –ში (ცხრ. 1). შედეგების გამოთვლისას იგულისხმება, რომ წყალსაცავში მაგნე ნივთიერება არ იმყოფება. სხვა შემთხვევებისათვის განსაზღვრული წყლის რაოდენობა და ზარალის სიდიდე გაიზრდება. ბუნებრივი წყლის ღირებულება აღებულია ყველაზე მინიმალური – 0,01 თეთრი. მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ შემოთავაზებული მეთოდიკით დადგენილი ზარალი 1,4.....250-ჯერ აღემატება იმ გადასახადს, რომელიც გათვალისწინებულია საქართველოს კანონმდებლობით. ისიც უნდა ითქვას, რომ წყლის საბაზრო ღირებულების გათვალისწინებით მიღებული ზარალი მრავალჯერ გაიზრდება, ვინაიდან იზრდება ერთი კუბური მეტრი წყლის ღირებულება.

ამავე დროს, ყურადღება უნდა მივაქციოთ წყლის რაოდენობას, რომელიც საჭიროა ნივთიერების განსაზავებლად ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციამდე. საქართველოს მდინარეების უმრავლესობა ვერ აიტანს ასეთ დიდ ხარჯს. ეს ნათლად ჩანს მე-2 ცხრილიდან, რომელიც აგებულია [6–8] მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 1

**მავენე ნივთიერების ჩაშვებისას გარემოსათვის
მიყენებული ზარალის გაანგარიშების მონაცემები**

№	მავენე ნივთიერება	$C_{i\text{ზღვ}}$ [4]-ის მიხედვით მგ/ლ	მინიმალური წყლის რაოდენობა $C_{i\text{ზღვ}}$ -მდე განსაზავებლად, მ ³	გადასახადი ღარი	
				შემოთავაზებული მეთოდით	[4]-ის მი- ხედვით
1	2	3	4	5	6
1	ქლორიდები	350	2857	0,29	0,2
2	ტიტანი	0,1	10^7	1000	390
3	სელენი	0,001	10^9	1000000	39000
4	ტელური	0,01	10^8	10000	3900
5	ღარიშხანი	0,05	$2 \cdot 10^7$	2000	790
6	რკინა	0,5	$2 \cdot 10^5$	200	78
7	ალუმინი	0,1	10^7	1000	78
8	ბერილიუმი	0,0002	$5 \cdot 10^9$	500000	390000
9	ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების დასახელება				
	მინიმალური	10	10^5	10	390
	მაქსიმალური	0,001	10^9	100000	390
10	ნავთობპროდუქტები	0,05	$2 \cdot 10^7$	2000	780
	ბენზინი	0,1	10^7	1000	780
11	კეტონები (11 დასახელება)				
	მინიმალური	2,0	$5 \cdot 10^5$	50	780
	მაქსიმალური	0,02	$5 \cdot 10^7$	5000	780
12	ფენოლები	0,001	10^9	100000	39000

მძლავრი მდინარის (ცხრ. 2, პ.1) მაქსიმალური განსაზავებელი ხარჯის გამოყოფისათვის (ცხრ. 1, პ.3) დასჭირდება 680 სთ. ამ დროის განმავლობაში მდინარის წყალი 2,0 მ/წმ საშუალო სიჩქარით გაივლის 4896 კმ-ს, რაც გაცილებით აღემატება მის სიგრძეს. ეს კი ნიშნავს, რომ წყალსაცავში მავენე ნივთიერების კონცენტრაცია გაცილებით მეტი იქნება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე. ანალოგიური გამოთვლები შეიძლება გაკეთდეს ყველა მდინარისათვის.

ცნობილია, რომ დანაკარგები (მოგება) შეიძლება შეფასდეს როგორც ფულად ერთეულში, ასევე დროში ან მორალურ ფაქტორებში. ამდენად უნდა შეგვეძ-

ლოს მათი ერთმანეთთან შედარება. ამისათვის ხელსაყრელია ისინი დაგუკავშიროთ ფულად ერთეულს.

წარმოება პროდუქციის საწარმოებლად ხარჯავს x_0 ლარს. გარემოს დაცვისათვის გამწმენდი ნაგებობების აგება მოითხოვს x_1 ლარს. წარმოება დგება ცდუნების წინაშე (მორალური ფაქტორი), არ გადაიხადოს იგი და დახარჯოს x_0 ლარი, ან ააგოს გამწმენდი ნაგებობები, ე.ი. გაიღოს x_1 ლარი, რაც გამოიწვევს $(x_0 + x_1)$ ლარის ხარჯს.

ცხრილი 2

**ზოგიერთი მდინარეების
ჰიდროგეოლოგიური მონაცემები**

№	მდინარე	საშუალო მრავალწლიური ხარჯი მ ³ /წმ		დინების სიჩქარე მ/წმ	სიგრძე, კმ	ხარჯი მ ³ /სთ	გაჭუჭყიანება [2]-ის მიხედვით
		სათავეში	შესართავეში				
1	რიონი	10,3	409,0	0,3-4,2	337,0	1,47*10 ⁶	1
2	მტკვარი*	32,6	291,0	0,2-2,0	513,0	1,05*10 ⁶	2,3
3	ენგური	45,5	192,0	0,6-5,8	213	691200	2
4	ჭოროხი*	-	159,0	0,7-2,5	26,0	572400	-
5	ალაზანი	14,4	112,0	0,8-3,5	351,0	403200	3
6	ცხენის წყალი	23,0	90,4	0,5-1,5	176,0	325440	-
7	აჭარის წყალი	8,73	51,5	0,6-1,3	90,0	185400	-
8	ხობი	7,43	50,5	0,5-2,5	150,0	181800	3
9	სუფსა	2,56	46,0	0,5-1,2	108,0	165600	-
10	ნატანები	2,12	33,5	0,4-1,5	60,0	120600	3
11	მოქვა	4,50	18,1	1,0-1,5	47,0	65160	3
12	კინტრიში	4,25	17,3	0,7-1,8	45,0	62280	3
13	გუბის წყალი	7,55	16,4	0,2-0,4	36,0	59040	1
14	წოლოქი	0,66	7,03	0,3-2,5	24,0	25308	-
15	უოკვერა	1,79	6,11	0,5-3,5	20,0	21996	1
16	აჭყვა	-	1,66	0,1-1,1	19,0	5979	-

* საქართველოს ტერიტორიაზე

** დაბინძურება: 1 - განსაკუთრებული დონის დაბინძურება; 2 - მაღალი დონის დაბინძურება; 3 - დაბინძურება.

განვიხილოთ შემდეგი ვარიანტები:

1. არ გაიღოს x_1 ლარის ხარჯი;

- თანმდევი სიტუაცია – თუ გარემოს გატუტყუანება ეკოლოგებმა აღმოაჩინეს, მოსალოდნელია ჯარიმა x_2 ლარი (შესაძლო დანაკარგები $x_1 = x_2$; $x_1 > x_2$; $x_2 > x_1$).

2. გაიღონ x_1 ლარის ხარჯები;

- თანმდევი სიტუაცია – ω_0 – ეკოლოგები გამოჩნდებიან (ეკოლოგიური მონიტორინგი მუდმივია და მკაცრი (დროის ფაქტორი)) და ω_1 – ეკოლოგები არ გამოჩნდებიან (ეკოლოგიური მონიტორინგი იშვიათია).

შესაბამისად $p(\omega_0) = p$ ალბათობით ეკოლოგები გარემოს გატუტყუანებას აღმოაჩენენ და $p(\omega_1) = 1 - p = \bar{p}$ ტოლი ალბათობით გარემოს გატუტყუანებას ვერ შეამჩნევენ. ორი შესაძლო ვარიანტიდან მისაღებია ერთი:

– d_0 , აიგოს გამწმენდი ნაგებობები (არსებული გამწმენდი ნაგებობები მუშაობენ გამართულად);

– d_1 , არ აიგოს გამწმენდი ნაგებობები (არსებულ გამწმენდ ნაგებობების გამართულ მუშაობას შესაბამისი ყურადღება არ ექცევა).

განვიხილოთ ხარჯები სხვადასხვა სიტუაციებისათვის:

$L(\omega_1, d_1)$ – რაც ნიშნავს ხარჯს იმ შემთხვევაში, როცა მიღებულია d_1 გადაწყვეტილება და დგება ω_1 შედეგი;

$L(\omega_0, d_0)$ – არის სიტუაცია, როდესაც აიგო გამწმენდი ნაგებობები და მოვიდნენ ეკოლოგები.

მაგრამ, როდესაც ვლაპარაკობთ რისკებზე, მხედველობაში მისაღებია არა მხოლოდ ესა თუ ის ვარიანტები და მათი ხარჯები, არამედ შესაფასებელია სხვადასხვა საშუალო, ვინაიდან ზემოთ მოყვანილი სიდიდეები შემთხვევითი სიდიდეებია. საშუალოს საზომად გამოსადეგია მათემატიკური ლოდინი $ML(\omega_i, d_i)$, რომელიც წარმოადგენს d_i გადაწყვეტილებით მიღებულ რისკის მაჩვენებელს:

$$\rho(d_0) = L(\omega_0, d_0) \cdot p + L(\omega_1, d_0) \cdot \bar{p}; \quad (5)$$

$$\rho(d_1) = L(\omega_1, d_1) \cdot p + L(\omega_0, d_1) \cdot \bar{p}. \quad (6)$$

აქედან გამომდინარე, თუ $\rho(d_0) < \rho(d_1)$, მაშინ d_1 -ის მიღება არ შეიძლება (ვინაიდან რისკი d_0 -ის მიღებისას ნაკლებია, ვიდრე d_1 -ის მიღებისას) და პირიქით.

გარემოს დაცვის კონტროლის პერიოდულობის ნორმატივების თანახმად [9], შესაბამისი კატეგორიებით შემოწმება შეიძლება ჩატარდეს მე-3 ცხრილში მოყვანილი სიხშირის მიხედვით. გაანგარიშება გაკეთებულია ნავთობშემცველი ჩამდი-

ნარე წყლისათვის, ნავთობის კონცენტრაციით 2000გ/მ³-ზე, რომელიც გასაწმენდია ნავთობის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციამდე 0,05გ/მ³-ზე. გამწმენდი ნაგებობების ღირებულებაა 1740000 ლარი, ერთი კუბური მეტრი ჩამდინარე წყლის გაწმენდის ღირებულება 0,35 ლარი [10].

მიღებული მონაცემების მიხედვით, ყველა შემთხვევაში უმჯობესია წარმოებისათვის გამწმენდი ნაგებობის გამართული ექსპლუატაცია. ვინაიდან ეკოლოგიების მიერ შემოწმება ხორციელდება გეგმიურად, გამწმენდი ნაგებობების არაგება ან გაუმართავი მუშაობა წარმოებას მოგებას არ მოუტანს. ამ შემთხვევაში მოგება შეადგენს მხოლოდ 0,35 ლარს/მ³-ზე. ასეთი გამოთვლები შეიძლება გაკეთდეს ნებისმიერი სახის დაბინძურებაზე.

ცხრილი 3

გადაწყვეტილების მიღების რისკის გაანგარიშება

ალბათური მოდელის მიხედვით

№	კატეგორია და შემოწმების პერიოდულობა	p მოქმედების ალბათობა	ზარალი არსებული მეთოდით, ლარი/მ ³	ზარალი შემოთავაზებული მეთოდით, ლარი/მ ³	$\rho(d_0)$, ლარი/მ ³	$\rho(d_1)$, ლარი/მ ³	
						არსებული მეთოდით	შემოთავაზებული მეთოდით
1	თვეში ერთხელ	1/30	1,56	4,0	0,35	1,62	3,99
2	I კატეგორია, სამ თვეში ერთხელ	1/90	1,56	4,0	0,35	1,55	3,97
3	II კატეგორია ექვს თვეში ერთხელ	1/180	1,56	4,0	0,35	1,55	3,98
4	III კატეგორია, წელიწადში ერთხელ	1/365	1,56	4,0	0,35	1,56	4,0
5	IV კატეგორია, ხუთ წელიწადში ერთხელ	1/1825	1,56	4,0	0,35	1,56	4,0

3. დასკვნა

წყალსაცავში მავნე ნივთიერების ჩაშვებისას გარემოსადმი მიყენებული ზარალის აღრიცხვის სრულყოფისათვის მიზანშეწონილია სახელმწიფოში დადგენილი

იქონიერებს ერთი კუბური მეტრი ბუნებრივი წყლის გამოყენების ღირებულება რეგიონების მიხედვით, მიუხედავად საწარმოო დანიშნულებისა და საბაზრო მოთხოვნებისა. ეს არა მარტო გაზრდის სახელმწიფო შემოსავლებს, ხელს შეუწყობს ჩამდინარე წყლების გამოყენების საკითხების გადაწყვეტას და შეინარჩუნებს ბუნებას, ვინაიდან უკვე ფინანსებთან და წარმოების მოგებასთან იქნება დაკავშირებული.

ლიტერატურა

1. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. Учебное пособие – М.: ТЕИС, 1997. -272 с.
2. Никаноров А.М., Хоружая Т.А. Экология, М.: ПРИОР, 2001. - 304 с.
3. Четверев В.И.Экономическая эффективность использования природно-ресурсного потенциала. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. - 278 с.
4. მეგრელიშვილი ზ. წყლის დარბილების პროცესის და კათიონიტური დანადგარების ფუნქციონირების ტექნოლოგიური რეგლამენტის სრულყოფა სამრეწველო წყალმომარაგების სისტემებში. თბილისი: "ტექნიკური უნივერსიტეტი", 2005 – 286 გვ.
5. საქართველოს სახელმწიფო საგადასახადო დეპარტამენტის თავმჯდომარის ბრძანება №265, 1999 წლის 11 ნოემბერი, ქ. თბილისი, „ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობისათვის გადასახადის გამომანგარიშებისა და გადახდის წესის შესახებ“ ინსტრუქციის თაობაზე“ <https://matsne.gov.ge/index.php?>
6. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде. Издан. 2-е перер. и дополн. – Л.: Химия, 1975. - 456 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрографическое описание рек, озер и водохранилищ. Т. 9. Закавказье и Дагестан. Вып. 1. Западное Закавказье. Под ред. В.Ш.Цомая. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 578 с.
8. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. VI. Грузинская ССР. – Тбилиси. 1985. – 290 с.
9. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.(Введено письмом Ростехнадзора от 24.12.2004 № 14-01-333).
10. Установка для глубокой очистки сточных вод от нефтепродуктов электрохимическим методом. http://www.saveplanet.su/tehno_474.html.

შპს 628.2

მიწისქვეშა წყლებიდან ჯარბი რკინისა და მარბანეცის მოცილების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

გ. სოსელია, ნ. სოსელია, თ. კაპანაძე, ს. ჯაფარიძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია სოფ. ანაკლია-განმუხურის სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის გამოსაყენებელი მიწისქვეშა წყლებიდან რკინის Fe^{2+} და მანგანუმის Mn^{2+} ერთდროული მოცილების ან მათი რაოდენობის შემცირების მეთოდი.

2012-13 წლებში ჩატარდა სამრეწველო ექსპერიმენტი, როცა აიგო და დღემდე მუშაობს ნაგებობათა კომპლექსი, რომელიც შედგება ქიმიური ლაბორატორიისგან, საიდანაც სპეციალური დოზატორებით მიწისქვეშა წყლების დამწნებ მილს ეწოდება კოაგულანტი $Al_2(SO_4)_3 - 160$ მგ/ლიტრამდე $- Cl - 1.5$ მგ/ლიტრიდან 5 მგ/ლ. შემდეგ წყალი მიეწოდება აერატორს, აქედან სალექარ ავზებს. საშუალოდ ავზში PH-ის 9-10.5 ოდენობით გაზრდის შედეგად ხდება მანგანუმის ტუტე არეში გადაყვანა და წყალში გახსნილი უანგბადი უანგავს Mn^{2+} -ის ნაერთს, რომელიც ილექება ფილტრებში და პიროლუზიტის დახმარებით რკინასთან ერთად 100%-ით სცილდება წყალს. აღნიშნული მეთოდი გაცილებით იაფია იმ ხერხებთან შედარებით, სადაც კალიუმის პერმანგანატს იყენებენ.

საკვანძო სიტყვები: აერირება; რეაგენტი; ტუტე არე; პიროლუზიტი; კირის რძე; დაყოვნების ავზები; ჩქარი ღია ფილტრები; აქტიური ქლორი; მარგანეცის “შპატი”.

1. შესავალი

საქართველოს ტერიტორიაზე 26060 მდინარეა, 850 ბუნებრივი ტბა და წყალსაცავი. მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგი 301 მ³/წმ-ში. მათი გამოყენების არე ყოველწლიურად იზრდება, რადგან მიწისქვეშა წყლების

მოხმარება დამუშავების გარეშე უმეტეს შემთხვევაში უფრო მისაღებია, ვიდრე ზედაპირული წყლებისა, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს ზოგიერთ რეგიონში მიწისქვეშა წყალშემცავ ფენებში მაღალ მინერალიზებული მიწისქვეშა ნაკადებია, რაც ხელს უშლის მათ გამოყენებას როგორც სასმელ-სამეურნეო, ასევე საწარმოო წყალმომარაგების მიზნებისთვის, რადგან მათში საკმაოდ დიდი რაოდენობით გვხვდება რკინის, მარგანეცის, ფტორის და გოგირდწყალბადის ნაერთები. აქედან გამომდინარე, როდესაც მიწისქვეშა წყლები არ აკმაყოფილებს სასმელ-სამეურნეო და საწარმოო წყალმომარაგების მოთხოვნებს, საჭიროა მათი დამუშავება-გაწმენდა და არასასურველი ელემენტების ნორმატიულ სიდიდემდე დაყვანა.

2. ძირითადი ნაწილი

მანგანუმი-მარგანეცი მიეკუთვნება ბუნებაში საკმაოდ გავრცელებულ ელემენტს, რომელიც დედამიწის ქერქში არსებული ატომების საერთო რიცხვის 0,03%-ს შეადგენს.

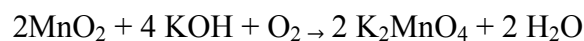
მარგანეცი განთავსებულია მთის სხვადასხვა ქანებში, ამასთან ერთად იგი გვხვდება ქანგბადისა და ნახშირმჟავა შენაერთებთან ნაცრისფერი და შავი “პიროლუზიტის” სახით $MnO_2 \cdot x H_2O$ და თეთრი მარგანეცის “შპატის” $Mn CO_3$ სახით. მარგანეცი იმდენად გაფანტულია მთიან ქანებში, რომ იგი ატმოსფერული ნალექებით ჩამორეცხება და უმეტესწილად ხვდება მიწისქვეშა წყლებში, წყალშემცავ ფენებში, მდინარეებში, საიდანაც ათასობით ტონა ზღვებსა და ოკეანეებში გადის, მიუხედავად ამისა, მარგანეცის შემცველობა ზღვის წყლებში ძალიან მცირეა (10^{-7} – 10^{-6} %). მეცნიერებმა დაადგინეს, რომ მარგანეცის დიდი რაოდენობა, რომელიც აღმოჩენილია ოკეანის სიღრმეებში (0.3%), განპირობებულია მუდმივი და თანდათანობითი დაჟანგვის გამო(გახსნილი ქანგბადის არსებობით წყალში). პრაქტიკულად უხსნადი ჰიდრატი მანგანუმის ორჟანგის $MnO_2 \cdot x H_2O$, რომელიც ოკეანის ფსკერზე ილექება, ბევრგან აღმოუჩენიათ ქვის მსგავსი წარმონაქმნების (კონკრეციების) სახით.

ბუნებრივ წყლებში მარგანეცი გვევლინება სხვადასხვა ნაერთის სახით. მიწისქვეშა წყლებში იგი წარმოდგენილია ორვალენტიანი მარგანეცის ბიკარბონატული ფორმით $Mn(HCO_3)_2$ და კარგად იხსნება წყალში. ზედაპირულ

წყლებში, თუ მათში საწარმოო ჩამდინარე წყლებია ჩაშვებული, იგი შეიძლება შეგვხედეს მარგანეცის სულფატის $MnSO_4$ სახით.

მიწისქვეშა წყლებში Mn^{2+} -ის კონცენტრაცია ძირითადად 0.5-დან 2-3 მგ/ლ. ფარგლებშია. შეიძლება ითქვას, რომ ზედაპირულ წყლებში მარგანეცის რაოდენობა უმნიშვნელოა, თუმცა ზოგიერთ წყალსატევში (ტბორებში) იგი იშვიათ შემთხვევაში აღწევს 3-4 მგ/ლ-ს,

ჩვეულებრივ პირობებში მდგრადი თვისებებით ხასიათდება ჟანგბადთან ნაერთი MnO_2 . მისი მიერთებით ტუტეებთან დამჟანგველებთან ერთად (მაგალითად O_2 ჟანგბადთან) წარმოიქმნება მარგანეცის მარილები (მუავები), რომელშიც მარგანეცი ექვსვალენტია



კალიუმის პერმანგანატი $KMnO_4$ პრაქტიკულად გასათვალისწინებელი ნაერთია. იგი შეფერილია იისფერ-წითელი ფერით. მარგანეცის იონი Mn^{2+} კარგად იხსნება წყალში და უმეტესად ვარდისფერი შეფერილობისაა.

მიწისქვეშა წყლები (ღრმა და საშუალო ჭაბურღილები), რომლებიც სასმელ-სამეურნეო მიზნებისთვის გამოიყენება, უნდა პასუხობდეს სტანდარტულ მოთხოვნებს სასმელ წყალში მარგანეცის შემცველობის ოდენობის შესახებ, კერძოდ, იგი არ უნდა აღემატებოდეს 0.1 მგ/ლ-ს. თუ წყალმომარაგების წყაროში გვაქვს მარგანეცის ნალექი ოთხვალენტიათი მუავას ჰიდრანტის $Mn(OH)_4$ სახით, მაშინ წყალი იღებს მუქ შავ შეფერილობას და მზა პროდუქციაზე (მაგ. ქსოვილზე) ტოვებს ლაქებს. ამავე ნალექს შეუძლია მინადულის სახით დარჩეს მიღებზე, ზოგიერთ შემთხვევაში რკინისა და მარგანეცის ნაერთის სახით, რაც იწვევს მილდენების კვეთების შემცირებას, აფერხებს წყლის მიწოდებას, ზრდის წნევის დანაკარგებს და მკვეთრად ცვლის სასმელი წყლის ორგანოლექტიკურ თვისებებს.

ცალკეული საწარმოები საკმაოდ მკაცრ მოთხოვნებს უყენებენ წყლის ხარისხს, სადაც სავარაუდოდ მარგანეცის შემცველობა დასაშვებზე მეტია, რადგან ისეთ საწარმოებში, რომელთა პროდუქცია ძირითადად ქაღალდია, Mn^{2+} -ის შემცველობა ნორმის დასაშვებ ფარგლებშიც კი არ უნდა იყოს. ასეთივე მოთხოვნებია წაყენებული ანაკლიის აკვაპარკის წყალმომარაგებისადმი.



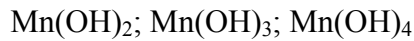
სურ. 1. ფოლადის წყალდენში რკინისა და მარგანეცის შემცველი წყლის მიერ მილის დიამეტრის $d_1=300$ მმ შემცირება 35-45%-ით, ხუთი წლის ექსპლუატაციის შემდეგ

აღნიშვნები: 1. ფოლადის მილი;
2. რკინის დანალექი $2Fe(OH)_3$;
3. მანგანუმის მკაფას ნალექი $Mn(OH)_4$

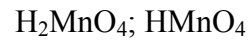
გარკვეული ინტერესი გამოიწვია მიწისქვეშ არსებულ წყაროებში ანაკლიის №1 და №2 ჭაბურღილმა, საიდანაც მოსახლეობას სასმელი წყალი მიეწოდებოდა. გამოსაკვლევი წყლის დასამუშავებლად მოვიძიეთ საზღვარგარეთის ტექნოლოგიები, რომლებიც დადებით შედეგს მოგვცემდა ორი ელემენტის რკინის Fe^{2+} და მანგანუმის Mn^{2+} ერთდროულ მოცილებაში. მოძიებულ იქნა ლიტერატურული წყაროების საკმაოდ დიდი რაოდენობა ცალკე რკინის და ცალკე მანგანუმის მოცილებაზე, მაგრამ ამ ელემენტების ერთდროულ მოცილებაზე საკმაოდ მწირი მასალა აღმოჩნდა. Fe^{2+} და Mn^{2+} თვისებებით თითქოს ერთმანეთს ჰგავს, მაგრამ სხვაობა მაინც დიდია. თუ Fe^{2+} ადვილად შეიძლება მოვაცილოთ – დავიყვანოთ ნორმატიულ მისაღებ მაჩვენებლებამდე აერაციის საშუალებით, „რაშიგის” რგოლების გამოყენებით, CO_2 -ის მოცილებით და შემდგომში ღია ჩქარ ფილტრებზე გაფილტვრით, მარგანეცის მოცილება მიწისქვეშა წყლებიდან უფრო საინტერესო ტექნოლოგიური პროცესებია, მის დამუანგველებთან და სხვა რეაგენტებთან დაკავშირებით.

მარგანეცის თვისებებს რაც შეეხება, იგი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სქემის მიხედვით:

გაძლიერებული ძირითადი თვისებები



გაძლიერებული მჟავას თვისებები



Mn(OH)_2 - ფუძე, პრაქტიკულად უხსნადია წყალში, მჟავებთან ურთიერთობისას ადვილად გვაძლევს ორვალენტიანი მარგანეცის შესაფერის მარილებს. მათი უმეტესობა ვარდისფერი შეფერილობისაა Mn^{2+} და იგი კარგად იხსნება წყალში. ჰიდრომჟავა სამვალენტიანი მარგანეცი Mn(OH)_3 თითქმის არ იხსნება წყალში და ძალიან სუსტი ფუძე აქვს, არამდგრადია და პრაქტიკულად არავითარი გამოყენება არა აქვს. ექვსვალენტიანი MnO_3 -ის ყველა წარმოებული და შვიდვალენტიანი მარგანეცი Mn_2O_7 განსხვავდება მაღალი მჟავას თვისებებით. სტექიომეტრიული თანაფარდობით 1 კგ კალიუმის პერმანგანატს შეუძლია დაჟანგოს 0.53 მგ. Mn^{2+} და 1.06 მგ. Fe^{2+}

ორვალენტიანი მარგანეცის დაჟანგვის სიჩქარე წყალში არსებული ჟანგბადით საკმაოდ მაღალი ხარისხითაა დამოკიდებული დასამუშავებელი წყლის PH-თან. როცა $\text{PH} < 8$ Mn^{2+} , ჟანგვის პროცესი პრაქტიკულად არ მიმდინარეობს. $\text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}$ და Mn^{4+} ჟანგვითი პროცესები წყალში გახსნილი ჟანგბადით საკმაოდ სწრაფად მიდის მხოლოდ მაშინ, როცა $\text{PH} > 9.5$.

ჩვენი ყურადღება მიიქცია PH-ის გაზრდით $\text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}$ და Mn^{4+} ორვალენტიანი მარგანეცის ეფექტურმა დაჟანგვამ. PH-ის გაზრდა შეიძლება ტუტეობის მომატებით. რკინის მოცილება შესაძლებელია აერაციით, დასამუშავებელი წყლის საღებურებში დაყოვნებით, შემდგომში ამ ხსნარის ფილტრებში გატარებით. ფილტრებში გამოყენებული გვაქვს “პიროლუზიტის”, დაფხვნილი 3-5 მმ-იანი ფრაქციის სახით, 10 სმ—ის სიმაღლის შრე; კირის რქე და კირის დაფხვნილი ფრაქცია.

ანაკლია-განმუხურის მიწისქვეშა წყლების დამუშავების მიზნით ჩატარებულ იქნა ექსპერიმენტები, როგორც ლაბორატორიული წესით მცირე 0.5-1 ლიტრის მოცულობის ცილინდრებზე, ასევე სამრეწველო დანადგარებზე, რომლებიც შედგებოდა ძირითადი ლაბორატორიით, სადაც მზადდებოდა ქლოროვანი კირის ხსნარი სხვადასხვა პროცენტული შემადგენლობით და კოაგულანტის $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

ხსნარი 80 მგ/ლიტრიდან 160 მგ/ლიტრამდე. №1 და №2 ჭაბურღილებიდან წყალი ფოლადის მილით მიეწოდებოდა აერატორებს, რომელთა სიმაღლე შეადგენდა 3 მეტრს, დიამეტრი-500 მმ-ს. აერატორები აღჭურვილია გამფრქვევი ნაცმებით, რომლებიც “რაშიგის” რგოლებზე აფრქვევს მიწოდებულ წყალს და ახდენს აერირებას, რაც განაპირობებს მიწისქვეშა წყლებიდან რკინის Fe^{2+} მოცილებას. აერაციის სრულყოფისათვის ჰაერის მისაწოდებლად მოწყობილია 2000 მ³-იანი რადიალური ვენტილატორები, ორივე მილზე. ლაბორატორიიდან ერთდროულად ვაწვდიდით კოაგულიანტს და ქლორს ხსნარს 1.3 მგ/ლიტრიდან $3.5 \div 4$ მგ/ლიტრამდე. საექსპერიმენტო კომპლექსში ჩართული №1 ავზი ასრულებდა დამყოვნების როლს, საიდანაც დაყოვნებული წყალი გადადიოდა შუალედურ ავზში №2, მათ შორის სინჯის აღება ხდებოდა მილზე განთავსებული ონკანიდან, ყოველი ერთი საათის შემდეგ. შუალედური ავზიდან წყალი გადადის ღია ჩქარ ფილტრებში, დიდი წინაღობის დრენაჟით ფოლადის პერფორირებული მილებით. ფილტრაციის სიჩქარეა 4.5-5 მ/საათი. სადრენაჟო სისტემის ზევით გამფილტრაჟი ფენაა სხვადასხვა გრანულომეტრიული შემადგენლობით: კვარცის ქვიშით 0.8-1.2 მმ, შრის სიმაღლე $h=500$ მმ; “პიროლუზიტის” შრით $h=100$ მმ, $d=3-5$ მმ, შემდეგ “პიროლუზიტის” ქვეშ კირის ფხვნილია 5-10 მმ, შრის სიმაღლე 150 მმ და ქვიშა ხრეშის 100 მმ-იანი ფენა და ბოლოს დრენაჟზე ღორღის მძლავრი ფენა 25-30 მმ-ის შრის სიმაღლით 500 მმ. ფილტრებიდან წყალი გადადის სუფთა წყლის რეზერვუარში №3, საიდანაც ტუმბოების საშუალებით წყალი მიეწოდება კოშკს მოცულობით $W=240$ მ³. სატუმბო დანადგარებზე წყალი ლაბორატორიულად მოწმდება და ხდება მისი შედარება საწყის ხარისხობრივ მაჩვენებლებთან. როდესაც გადის საფილტრაჟო დრო 10-10.5 საათი, ფილტრები (გამფილტრაჟი ფენა) ექვემდებარება გარეცხვას. გასარეცხი წყალი ეწოდება კოშკიდან. დაღეჭილი რკინისა და მარგანეცის ლამი ამოდის და ხდება მისი გადღვრა გზისპირა კიუვეტში. 10 წუთის გარეცხვის შემდეგ, ფილტრში წყლის მიწოდება განახლდება და იწყება ფილტრაცია. მანგანუმის მთლიანად მოცილების ყველაზე კარგი ეფექტი მიღებულია $PH=9 \div 10.5$, რისი შედეგიცაა ეკოლოგიურად ჯანსაღი წყალი. შედარებისთვის ვისარგებლებთ სამეცნიერო ფირმა “გამა“-ს მიერ 19.03.2012 წელს ჩატარებული ანალიზების შედეგებით:

განსასაზღვრელი კომპონენტი	ანაკლია- ჭაბურღილი №1	ანაკლია- ჭაბურღილი №2
რკინა მგ/ლ	0.04	0.36
მანგანუმი მგ/ლ	1.16	1.16

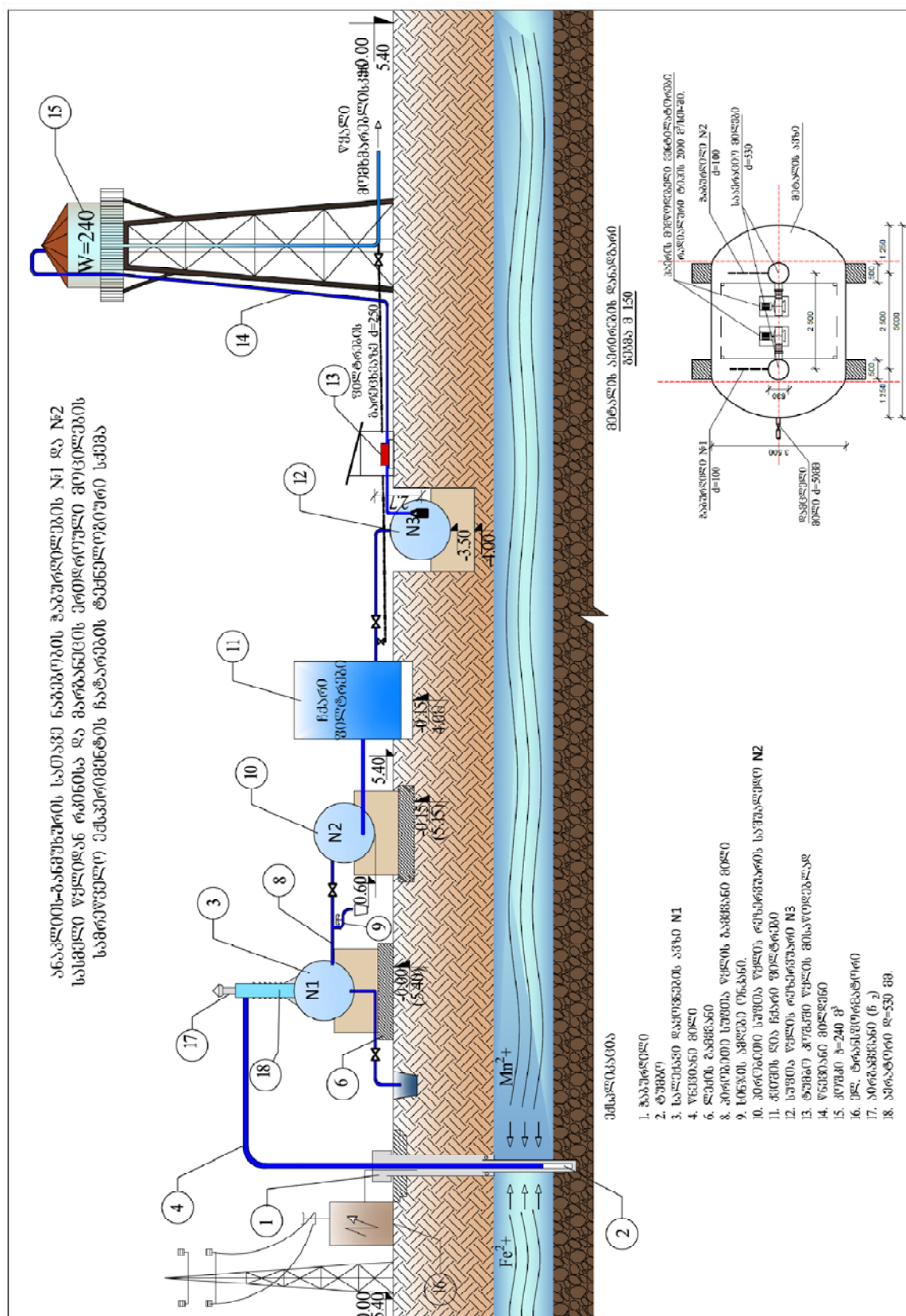
**მიღებული ტექნოლოგიით 2012 წლის 25 ივნისს
ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები
(ანაკლიის აკვაპარკი)**

განსასაზღვრელი კომპონენტი	ანაკლია- ჭაბურღილი №1	ანაკლია- ჭაბურღილი №2	აკვაპარკი
რკინა მგ/ლ	0.00	0.00	0.00
მანგანუმი მგ/ლ	0.00	0.00	0.00

ჩატარებული ექსპერიმენტი საფუძვლად დაედო გამართვით სამუშაოებს, სადაც დადგენილ იქნა პიროლუზიტის და $Al_2(SO_4)_3$, კირის და აერირების გამოყენების უპირატესობა და ეფექტურობა, იგივე პირობებში წყლის კალიუმის პერმანგანატით დამუშავებასთან შედარებით.

სამრეწველო ექსპერიმენტის ტექნოლოგიური ნაგებობების თანამიმდევრობა მოცემულია ექსპერიმენტის მუშა სქემაზე, რომელმაც რკინისა და მარგანეცის ერთდროული მაღალეფექტური მოცილების შედეგად სტიმული მოგვცა აღნიშნული საკითხის შემდგომში საფუძვლიანად დამუშავებისათვის.

როგორც ზემოთ მოცემული ცხრილებიდან ჩანს, მიწისქვეშა წყლებიდან რკინისა და მანგანუმის ერთდროული მოცილება შესაძლებელია 100%-ით, თუ მომხმარებელს ექნება არა კალიუმის პერმანგანატის, რაც გაცილებით ძვირია, არამედ Cl , $Al_2(SO_4)_3$ ალუმინის სულფატის, პიროლუზიტის გამოყენების მოთხოვნა.



3. დასკვნა

- მიწისქვეშა წყლებში არსებული მანგანუმისა და რკინის ერთდროული მოცილების მიზნით დამუშავდა მეთოდოლოგია, რომლის მიხედვითაც სამრეწველო ექსპერიმენტების ჩატარების დროს გამოყენებულ იქნა ხსნარები, რომლებიც აქამდე არ იყო გამოყენებული;
- მიწისქვეშა წყლების დამუშავება ხდება აერირებით კოაგულანტის $Al_2(SO_4)_3$ ხსნარით ქლორის ხსნართან ერთად, შემდგომში ღია ჩქარ ფილტრებში გატარებით;
- წყლის PH გაზრდით $9 \div 10.5$ -მდე ერთეულამდე გუცვლით ვალენტობას მანგანუმს და რკინას, რაც საკონტაქტო რეზერვუარებში ლექავს რკინის ჟანგსა და მანგანუმს;
- ჩქარი ღია ფილტრები ასრულებს მანგანუმისა და რკინის მოცილების ტექნოლოგიურ ციკლს, გამფილტრავ ფენაში “პიროლუზიტის” და კირის ფხვნილით.

კალიუმის პერმანგანატის გამოყენებასთან შედარებით მაგნიუმის მოცილება წყლიდან პიროლუზიტით ფილტრის ჩატვირთვის დროს ზრდის ეკონომიკურ ეფექტს.

ლიტერატურა

1. Золотова Е.Ф., Асс Г.Ю. Очистка воды от железа, фтора, марганца и сероводорода. М.: Стройиздат, 1990 г.
2. Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод. М.: Стройиздат, 1999 г.
3. Der Rohrsanierer – Informationen über sanierungsbedürftige erdverlegte Rohrsysteme München, 2005.
4. JAWWA, 1969, №4, p 57 (Реклама фирмы “Permutit”).

УДК 591.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛИБДЕНО-ШЕЕЛИТОВЫХ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

И.Д. Алборов, В.Б. Заалишвили, С.А. Бекузарова, Г.П. Хубаева
(Грузинский технический университет)

Резюме: *Рассмотрено применение молибдено-шеелитовых отходов ОАО «Победит» в строительных материалах, что целесообразно не только с точки зрения охраны окружающей среды, но и экономически выгодно для предприятия.*

Ключевые слова: *минеральное сырье; молибдено-шеелитовые отходы; пиротехнология; тяжелые металлы; органический носитель.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Еще в начале 30-годов академик А.Е. Ферсман выдвинул идею о необходимости комплексного использования минерального сырья. «Комплексная идея есть идея экономическая, создающая максимальные ценности с наименьшей затратой средств и энергии, но это идея не только сегодняшнего дня, это идея охраны наших полезных богатств от хищнического расточения, идея использования сырья до конца, идея возможного сохранения наших природных запасов на будущее. Эта идея дает максимально эффективное использование производительных сил, открывая пути для приложения самых высоких технических методов».

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В условиях, когда масштабы антропогенного воздействия на окружающую среду достигли таких размеров, что под угрозу поставлена жизнь на планете, охрана окружающей среды и рациональное природопользование выходят на передний план и являются важнейшими национальными и межгосударственными задачами, успешное решение которых неразрывно

связано с обеспечением высокого уровня профессиональной подготовки специалистов в данной области.

В регионе примерно 185 лет функционирует горно-металлургический комплекс с пиротехнологией получения полиметаллов, что отрицательно влияет на состояние биосферы региона и продолжает влиять на демографические показатели населения г. Владикавказа и его окрестностей. Мониторинговыми исследованиями установлены главные факторы загрязнения геосфер, включающие выделение загрязняющих веществ из открытых свалок металлургических отходов и отходов обогатительного производства, а также выбросы металлургических производств в атмосферу города. Таким образом, дальнейшая деградация окружающей среды снижает жизненный потенциал населения, может привести к устойчивым отрицательным демографическим показателям и патологическим отклонениям проживающего в этих условиях населения. Поэтому разработка технологических решений по использованию вторичных ресурсов молибдено-шеелитового производства, научное обоснование принципов вовлечения занимаемых ими территорий в хозяйственное использование и создание механизма регулирования экологией городской агломерации г. Владикавказа являются актуальной задачей настоящего времени, а именно, использование трансформированных и фактических молибдено-шеелитовых шлаков в производстве бетона на Буронском бетонном заводе, расположенном в поселке Бурон на правом берегу реки Ардон.

Экспериментально установлено, что отходы молибдено-шеелитового производства, складываемые на открытом поле в индустриально-селитебной части городской среды, интенсивно загрязняют атмосферный воздух, способствуя повышению содержания сопутствующих химических элементов Mo, W, Fe, SiO₂, Si, Na в количествах, превышающих допустимые уровни в 2,6–3,5 раза в пределах 5-километровой зоны.

Доказана технологическая возможность использования молибдено-шеелитовых отходов. Разработан испытательный состав для внесения отходов молибдено-шеелита в качестве мелкого заменителя в производство бетона, на основании чего выведена формула изобретения «Патент № 2521293»: способ приготовления бетонной смеси, включающий смешивание портландцемента с отходами промышленности, отличающийся тем, что в качестве дополнительного сырья используют молибдено-шеелитовые отходы и органический наполнитель – измельченные кукурузные кочерыжки в следующем соотношении компонентов, мас. %:

портландцемент	25-30
щебенка	12-15

песок	15-18
молибдено-шеелитовые отходы	9-18
кукурузные кочерыжки	7-8
вода	остальное

Молибдено-шеелитовые отходы отобраны из отвалов, расположенных в северо-восточной части г.Владикавказа. В соответствии с заключением специализированной лаборатории при Ростовском государственном университете, состав сырья удовлетворяет требованиям экологической безопасности (от 25.02.2000г. № 301/285).

Молибдено-шеелитовые отходы после очистки от растворов тяжелых металлов содержат: Мо общий – 2.5-3.0%, Мо выщелаченный – 0.7-1.0%, Cu – 30.5%, Fe – 12.4%, S – 15%. Кукурузные кочерыжки – отходы сельскохозяйственного производства - обычно используются в промышленности для производства фурфурола и активированного угля. Химический состав стержня (отсутствие смол, воска, тяжелых металлов (нейтральное pH)) обеспечивает дополнение в бетон – идеального органического носителя, в состав которого входят: лигнин – 8%, целлюлоза – 42% и другие, безопасные для окружающей среды, вещества. Кроме того, кукурузные кочерыжки обладают высокой сорбционной способностью поглощать вредные для жизнедеятельности вещества (радионуклиды, тяжелые металлы и др.). При подготовке бетонной смеси дозируют сырьевые компоненты. Песок, щебенку и портландцемент смешивают, добавляя молибдено-шеелитовые отходы, измельченные кочерыжки и воду. Полученную бетонную смесь укладывают в металлические формы для затвердевания с последующей транспортировкой готовой продукции.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изобретение относится к способу производства строительных материалов, в частности, к технологии приготовления бетонных смесей, и может найти применение при выполнении монолитных бетонных работ для изготовления стеновых блоков, которые могут быть использованы при возведении складских помещений, гаражей и ограждений. Технический результат заключается в повышении прочности бетона и получении экологически безопасной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фергюссон Г.А., Филипс М.С. Деятельность и различные вопросы, связанные с обеспечением качества воздуха // Проблемы мониторинга и охраны окружающей среды. Л., 1989, с. 22.
2. Алборов И.Д. Технология управления экологической безопасностью окружающей природной среды на горных предприятиях Северного Кавказа. Владикавказ, 1999 г., с. 7-15.
3. Алборов И.Д. Государственный доклад Министерства экологии РСО- А // Вестник МАНЭБ, №9, 1999.
4. Попов Л.Н. Лабораторный практикум по предмету «Строительные материалы и детали». Москва: Стройздат, 1970 г.
5. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Калуга: изд-во Н. Бочкаревой, 2003 г.
6. ПНООЛ ООО «Стройкомитет».

აბროინჟინერია

შპს 591.4

მოზარდი პირუტყვის სახორცედ გამოზრდის ტექნოლოგია და ხორცის ხარისხის გაუმჯობესების გზები

მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: მეძროხეობაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ხორცის და რძის წარმოებას, რომლისგანაც ამზადებენ ისეთ პროდუქტებს, როგორიცაა ყველი, რძემჟავა პროდუქტები, კარაქი. დეტალურად არის განხილული ძროხის მოზარდულის გამოზრდის თავისებურებანი და მისაღები პროდუქციის მაღალხარისხოვნება, რაც ესოდენ აუცილებელია მომხმარებლისათვის ჯანსაღ საკვებად. მოცემულია რიგი ფაქტორები და წინადადებები, რაც შემდგომში უზრუნველყოფს მაღალხარისხიანი პროდუქციის მიღებას.

საკვანძო სიტყვები: ძროხა; მოზარდი; ცილა; ცხიმი; ჯიშე; ქსოვილი; სილოს-კონცენტრატი; ქენუ-კონცენტრატი; ჯიშების დასახელება.

1. შესავალი

მსოფლიოში სოფლის მეურნეობის განვითარებას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, რადგან მოსახლეობის მატება მოითხოვს მათ დაკმაყოფილებას სასურსათო და სხვა დანიშნულებით გამოსაყენებელი პროდუქტებით, რომელთაგან გადამწყვეტია მეძროხეობა. ძროხის ხორცი და რძე ცხოველური ცილებით არის მდიდარი, რომელთა ყოველდღიური მიღება ადამიანისათვის, განსაკუთრებით კი მოზარდისათვის, ფიზიოლოგიური მოთხოვნილებითაა აუცილებელი. ასე მაგალითად, ფიზიოლოგიური ნორმით ყველა ზრდასრულ ადამიანს წელიწადში, სამედიცინო გაანგარიშებით, ესაჭიროება სხვადასხვა სახის ხორცი 80 კგ-მდე, 300კგ-მდე რძე, ყველი, კარაქი და რძემჟავა პროდუქტები (ერთად აღებული) და 200 ცალი კვერცხი.

2. ძირითადი ნაწილი

ძროხის სახორცედ გამოზრდის ძირითადი მიზანია გამოვიყენოთ კუნთოვანი, ცხიმოვანი, ძელოვანი ქსოვილთა ზრდისა და ფორმირების ასაკობრივი კანონზომიერებანი და ამის საფუძველზე მივიღოთ დიდი რაოდენობით მაღალხარისხოვანი ხორცი საკვების ეკონომიური დანახარჯებით პროდუქციის ერთეულზე.

მოზარდის კუნთოვანი ქსოვილი ინტენსიურად იზრდება დაბადებიდან პირველი 6-8 თვის განმავლობაში. ამ პერიოდში ნივთიერებათა ცვლაში ჭარბობს ცილის სინთეზის პროცესი, რაც განსაზღვრავს საკვების აზოტის მაქსიმალურ რაოდენობასა და გამოყენებას. ცოცხალი მასისა და ასაკის ზრდასთან ერთად, საკვების აზოტის დაგროვება და გამოყენება მცირდება. ძროხის მეხორცეული პროდუქტიულობის ფორმირების ძირითად ბიოლოგიურ კანონზომიერებას წარმოადგენს ცოცხალი მასის ნამატში ცხიმის რაოდენობის გაზრდა, რაც ცხოველის ასაკის ზრდასთან ერთად მატულობს; ეს ნათლად ჩანს ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში.

მოზარდის მოზერის 1 კგ მასის ნამატის
ქიმიური შედგენილობა და ენერგიის შემცველობა

სხეულის ასაკი კგ	წყალი გ/კგ	ცილა გ/კგ	ცხიმი გ/კგ	ნაცარი გ/კგ	ენერგია მგ/ჯ	ცილის ენერგიის შეფარდება საერთო ენერგიასთან
50	719	169	70	42	6,8	59
100	715	167	78	40	7,1	56
200	691	165	106	38	8,1	48
300	612	163	189	36	11,4	34
400	478	161	328	33	16,9	23
500	279	159	522	30	24,6	15

ცხოველის ზრდის პროცესში ცილის შემცველობა ცოცხალი მასის ნამატის შემადგენლობაში უმნიშვნელოდ მცირდება იმ დროს, როდესაც ცხიმის რაოდენობა თითქმის 7-ჯერ იზრდება. ამასთან, ენერგიის შემცველობა იზრდება 6,8-დან 24,6 მჯ/კგ-მდე.

ცხოველის ქსოვილების დიფერენცირებული ზრდა შესაძლებლობას იძლევა, კვების დონისა და ხარისხის რეგულაციით ვიმოქმედოთ ცხოველის სხეულის

შედგენილობაზე. ულუფის შედგენილობის ცვლილებით შეიძლება ცხოველის სხეულის შედგენილობის განსაზღვრული დონით შეცვლა.

პირუტყვის გამოზრდის დროს საკვების ანაზღაურება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ცოცხალი მასის ნამატის ქიმიურ შედგენილობაზე. რაც მეტი ცხიმია და ნაკლები პროტეინი ნამატში, მით მეტი საკვები ენერგია იხარჯება მის წარმოსაქმნელად.

გამოსაზრდელი მოზარდის კვების ნორმებმა და ტექნოლოგიამ უნდა უზრუნველყოს მაღალხარისხოვანი საქონლის ხორცის მიღება, რომელიც დააკმაყოფილებს მასზე მომხმარებელთა თანამედროვე მოთხოვნილებებს; განსაკუთრებით დიდი მოთხოვნილებაა ზომიერად მჭლე ხორცზე, რომელშიც ცილისა და ცხიმის ოპტიმალური შეფარდებაა (2,0-1,0:1, საშუალოდ კი 1,5:1). მეხორცულ პროდუქტიულობასა და ხორცის ხარისხის ფორმირებაზე დიდ გავლენას ახდენს ულუფაში არსებული ენერგიის რაოდენობა.

ცხოველის მეხორცული თვისებები და ხორცის ხარისხი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ულუფის ბიოლოგიურ სრულფასოვნებაზე, განსაკუთრებით ვიტამინების შემცველობაზე მასში. მეხორცული მიმართულების მოზარდის გამოზრდის დროს სილოს-კონცენტრაში D და A ვიტამინების გამოყენება აუმჯობესებს ხორცის საგემოვნებო და კულინარულ-ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებს, ზრდის ტანხორცის მასას და საკლავ გამოსავალს. D და A ვიტამინების დადებითი გავლენა განსაკუთრებით მკვეთრად ვლინდება იმ მოზარდულის დახურულ შენობებში შენახვისას, რომლებსაც აქვთ სასეირნო-საკვები მოედნები.

პირუტყვის ინტენსიური გამოზრდის და სუქების დროს, კვების საკითხებიდან პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს ულუფის სრულფასოვნებას, საყუათო და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მათ დაბალანსებას; კერძოდ, გამოყენებული უნდა იქნეს შემდეგი სახის ულუფები, რომელშიც შევა: სილოს-კონცენტრატი, ჟენჟო-კონცენტრატი და განსაკუთრებით სრულფასოვანი საკვებნარევით.

ცხოველის გამოზრდის ორგანიზაცია და დაკვლის ვადები უნდა დაიგეგმოს მოცემული ჯიშის ბიოლოგიის გათვალისწინებით.

მალმწიფადი მეხორცული ჯიშების ცხოველთა ინტენსიური გამოზრდის და გასუქების შემთხვევაში, შესაძლებელი ხდება მათი რეალიზაცია 16 თვის ასაკამდე. სპეციალიზებული მეხორცული ჯიშები: ჰერფორდი, აბერდინ-აგუსი, შორტბორნი, სანტა-ჰერტრუდა; ამიტომ, დაკვლის ოპტიმალურ ვადად შეიძლება ჩაითვალოს 16 თვის ასაკი და 450-500 კგ ცოცხალი მასა. ამ ასაკში მალმწიფადი ჯიშის ცხოვე-

ლები იძლევიან მასიურ ნაკლავს, „მარმარილოსებრ“ ხორცს. დაკვლის ვადების გადაწევა იწვევს საკვების ანაზღაურების შემცირებას, ნამატის თვითღირებულების გაზრდას, ხორცში ცხიმის შემცველობის ზრდასა და მჭლე ხორცის გამოსავლის შემცირებას.

ისეთი სპეციალური მეხორცული ჯიშები, როგორიცაა: შაროლე, კინსკი, ლიმუზინი და მათი ნაჯვარები, ხასიათდება მაღალი მეხორცული თვისებებით და უფრო გვიან მწიფადი არიან; ამიტომ, ამ ჯიშის დაკვლის ოპტიმალურ ვადად ითვლება არაუმეტეს 18 თვე და 550-600 კგ ცოცხალი მასა.

მერძეული და მერძეულ-მეხორცული ცხოველის დაკვლის ოპტიმალურ ვადად, ინტენსიური გამოზრდიდან და სუქებისას ითვლება 18 თვე და 450-500 კგ ცოცხალი მასა.

3. დასკვნა

მაღალხარისხიანი ხორცის მისაღებად, სადაც გათვალისწინებული იქნება მომხმარებლის მოთხოვნილება მჭლე ხორცზე და ხარისხობრივ მაჩვენებელზე, აუცილებელია სპეციალისტების მიერ დაცული იქნეს მინიმუმ შემდეგი ფაქტორები: 1. მოვლა-შენახვის და გამრავლების დროს მაქსიმალურად იქნეს გათვალისწინებული ცხოველისთვის იმ ოპტიმალური პირობების დაცვა, რაც სტანდარტით არის გათვალისწინებული; 2. მოხდეს ცხოველისთვის ორგანიზებული და ნორმით გათვალისწინებული დაბალანსებული ულუფების მიწოდება, სადაც დაცული იქნება სეზონურობა და ზაფხულის პერიოდში მათი მოციონი; ეს უკანასკნელი დადებითად მოქმედებს მათ პროდუქტიულობაზე; 3. სისტემატურად მიმდინარეობდეს ვეტერინარული ღონისძიებების გატარება როგორც დეზინფექციის, ასევე პროფილაქტიკური, დაავადებული ცხოველის გამოვლენა და მკურნალობის გათვალისწინებით; 4. ფერმერის მიერ წინასწარ უნდა იქნეს დაკვლის ორგანიზება გაწერილი, ხორცის შემოწმების ვარგისიანობის ჩატარების პირობები და ხორცის ხარისხის ვარგისიანობაზე მათი პასუხისმგებლობა.

ლიტერატურა

1. ბოგდანოვი გ. სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა კვება. 1990.
2. ჭკუასელი ა., თოდუა დ. და სხვ. სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა კვების პრაქტიკური. 2009.

შპს 591.4

მეზოცვრობაში გამოყენებული საკვები საშუალებები

ნ. ორჯანელი, მ. ცინცაძე, ნ. ნატროშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია დღევანდელი მოთხოვნილებები. მასში ნათლად არის წარმოდგენილი ყველა ის სარეზერვო ნედლეული (ზოგი მზა სახით, ზოგი ანარჩენის სახით), რაც წაადგება დღევანდელი მეზოცვრობის დარგს, რათა მივიღოთ მაღალხარისხიანი ხორცი, ტყავ-ბეწვეული და დარგი იყოს რენტაბელური.

საკვანძო სიტყვები: ბოცვერი; ანარჩენი; ვაშლის ნაქაჩი; ციტრუსის ანარჩენი; მევენახეობის ანარჩენი; ბუმბულის ანარჩენი.

1. შესავალი

ქვეყნის ეკონომიკური საკითხის გადასატრელად დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს მეცხოველეობის განვითარებას. სოფლის მეურნეობის პროდუქტების ინტენსიური წარმოება დიდ როლს ასრულებს ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური პირობების გაუმჯობესებაში. ამ მხრივ კი აუცილებელია გამოვიყენოთ ყველა ის რეზერვი, რომელიც ხელს შეუწყობს ხორცის წარმოების ზრდას. აღსანიშნავია მეზოცვრობა, რომელიც მთელი რიგი დადებითი თვისებებით ხასიათდება. მეზოცვრობა არის მალმწიფადი და მრავალნაყოფიერი დარგი, ასევე მისი ხორცი არის დიეტური თვისებების მატარებელი, კერძოდ მისი ხორცი არ შეიცავს ქოლესტერინს და სასარგებლოა როგორც ბავშვებისათვის, ასევე ხანდაზმული ადამიანებისათვის.

მეზოცვრობის განვითარების ძირითად რეზერვად გვევლინება მტკიცე საკვები ბაზის შექმნა, ბოცვრის რაოდენობრივი სულადობის და მათი ცოცხალი მასის გაზრდა, აგრეთვე მათი კონდიციურ ფორმაში მოყვანა და ახალი ჯიშების შექმნა.

2. ძირითადი ნაწილი

კვების ტიპი დიდ გავლენას ახდენს ბოცვრის ზრდა-განვითარებაზე. ხშირ შემთხვევაში ინტენსიური კვების დროს ხდება მოზარდი ბოცვრის სწრაფი, კუნთოვანი ნაწილის განვითარება და ამავე დროს ვლებულობთ მაღალი ხარისხის პროდუქციას. ჩარლზ დარვინი აღნიშნავდა, რომ გაუმჯობესებული სრულფასოვანი კვება მაღლა სწევს ხორცის პროდუქტიულობას, ხოლო კულემოვი აღნიშნავდა, რომ მალმწიფადობის ფუნქციის აწევა და ხორცის პროდუქტიულობის გაზრდა დიდად არის დაკავშირებული კვებასთან, იგი ამბობდა: „ზრდა უხვი კვებით შეიძლება დავაჩქაროთ, ხოლო მწირით შევანელოთ, პირველ შემთხვევაში ცხოველი სრულად ავლენს მალმწიფადობას, ხოლო მეორე შემთხვევაში – პირიქით.“

საზღვარგარეთის ქვეყნებში მებოცვრეობის მაღალპროდუქტიულობა განპირობებულია იმით, რომ საკვების შემზადება ხდება სამრეწველო საფუძველზე დაყრდნობით, სადაც ნარევს ამზადებენ იმ საჭირო ნედლეულისგან, რომელიც განაპირობებს ცხოველის მაქსიმალურ პროდუქტიულობას.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში ამზადებენ ისეთ ულუფას, რომელიშიც 50% პარკოსანი ბალახის ფქვილი შედის, ასევე გერმანიის რესპუბლიკაში ძირითად საკვებში დიდი რაოდენობით შედის ბალახის ფქვილი. განსხვავებით სხვა ქვეყნებისაგან დანიაში კომბსაკვების დასამზადებლად იყენებენ ორი-სამი სახის ზეთოვანი კულტურების შროტს. მეცნიერები აქვე მიუთითებენ, რომ ბამბის შროტის დიდი რაოდენობით გამოყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს მოზარდის სიკვდილი.

რიგი მეცნიერები აღნიშნავენ, რომ ულუფაში ნედლი პროტეინის ოპტიმალური ნორმა უნდა იყოს 15%-დან 25%-მდე, ხოლო რაც შეეხება ცხიმს, იგი ჯერჯერობით არ არის შესწავლილი; მიუხედავად ამისა, თეგერეი ადასტურებს, რომ მცენარეული ზეთის 5%-დან 25%-მდე დამატება აუმჯობესებს ბოცვრის ზრდას.

ექსპერიმენტული მებოცვრეობის სადგური „ფონტანა“ ნედლი უჯრედანის არსებობაზე რაციონში რეკომენდაციას იძლევა 14-20%-მდე, ასევე მიუთითებენ, რომ ბოცვრის ზრდისათვის არ არის აუცილებელი K ვიტამინი, მაგრამ გამრავლებისათვის კი აუცილებელია.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან ჩანს, რომ საკვები ბაზის განმტკიცება ერთ-ერთი ძირითადი საშუალებაა, რომელიც ხელს შეუწყობს ჩვენს ქვეყანაში მებოცვრეობის განვითარებას. ბოლო წლებში როგორც მეცნიერების, ისე მეწარმეების

მხრივ საგრძნობლად დიდი ყურადღება დაეთმო იმას, რომ სრულად გამოიყენონ სოფლის მეურნეობის და მრეწველობის წარმოების შედეგად მიღებული ანარჩენები მეცხოველეობაში, კერძოდ კი მებოცვრობაში.

როგორც ლიტერატურული წყაროებიდან ჩანს, უნგრეთში ატარებდნენ ცდას 5-კვირიან ახალზელანდიური ჯიშის ბოცვრებზე, სადაც გამოიყენეს ვაშლის ნაქაჩი 10%-ის ოდენობით, რომელიც ულუფაში შეჰქონდათ ფქვილის მაგიერ. ჩატარებული ცდებმა დადებითი შედეგი უჩვენა როგორც ზრდის, ისე პროდუქტიულობის მიხედვით. ანარჩენების სახით იტალიაში გამოიყენეს მარცვლოვანის ჩალა მექანიკური დამუშავების შემდეგ, ასევე გამოიყენეს ტომატის ანარჩენი-10%, შვრიის შესაცვლელად. იტალიაში ასევე გამოიყენეს ციტრუსის, შაქრის ჭარხლის, ყურძნის ნაქაჩები გარკვეული ტექნოლოგიების გამოყენებით.

გერმანიაში მშრალი წიწვი დაამატეს საკვებზე, რომელიც მდიდარია უჯრედანით და რომლის მიღებაც აუცილებელია ბოცვრის ორგანიზმისათვის.

უნგრეთში ანარჩენების სახით ანგორას ჯიშის ბოცვრებში გამოყენებულ იქნა ფრინველის ბუმბულის ფქვილი 2-6%. ფქვილის დასამზადებლად ბუმბულს ამუშავებდნენ გოგირდმუავას ან კალციუმის ფოსფატით. საკვებზე მისმა დამატებამ შეამცირა ცილოვანი საკვების შემცველობა ულუფაში, რამაც გარკვეული ეკონომიკური მაჩვენებელი აჩვენა. რეკომენდაციაში ნაჩვენებია, რომ ბოცვრის რეალიზაციამდე 1-2 კვირით ადრე, უნდა შეწყდეს ბუმბულის ფქვილის მიცემა, რათა არ მოხდეს ხორცის ხარისხის დაცემა. სლოვაკიაში სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში ჩატარდა ცდები, სადაც გრანულირებულ კომბსაკვებში შეიტანეს 15-25% ქაღალდის ანარჩენი. საკვებში მიმოცვლის ენერგიის მოთხოვნილება 1 კგ მშრალ ნივთიერებაზე შეადგენდა საკონტროლო ჯგუფში 11,5 მჯ, ხოლო საცდელში 11,0 მჯ-ს. სადღეღამისო წონამატი იყო-საკონტროლოში 24,4 გ, ხოლო საცდელში-23,6 და 23,9გ. ამის შედეგად, სლოვაკიის მეცნიერები იძლევიან რეკომენდაციას მებოცვრობაში 15-25% ქაღალდის ანარჩენების გამოყენების შესახებ. იტალიაში გამოიყენეს ტკბილი წიწაკის ანარჩენი ფქვილის სახით, რომლის პროცენტული შედგენილობა ასე გამოიყურება: ნედლი პროტეინი 21,4%, ნედლი უჯრედანა 29,33%, ნაცარი 14,55%. თავისუფალი ენერგია იყო 17,75 მჯ/კგ. ცდა ჩაატარეს 3 ჯგუფში, რომელიც დაკომპლექტებული იყო მოზარდით. საცდელ ჯგუფში დაუმატეს 4% და 8% ფქვილი. სადღეღამისო წონამატი მაღალი იყო მესამე ჯგუფში 34,47 გ. საკვების

დანახარჯი 1 კგ წონამატზე თითქმის ერთნაირი იყო. ასევე არ იყო განსხვავება ბოცვრის ხორცის ხარისხში.

იტალიაში ბოცვრის საკვებად გამოყენებულ იქნა მზესუმზირის ჩენჩო, რომელიც დამუშავებული იყო მწვავე ნატრით და მის გარეშე. მასას აგრანულირებდნენ და ასე ეძლეოდა ბოცვერს. კვლევიტ დადგინდა, რომ აღნიშნული საკვები დადებითად მოქმედებდა მის პროდუქტიულობაზე.

საფრანგეთში ანარჩენის სახით გამოიყენეს სელის ნამჯა, რომელიც მდიდარია ნედლი უჯრედანით (68%), რის გამო მას ძირითადად იყენებდნენ ბოცვრის სუქების დროს. ცდებში ოთხი ჯგუფიდან პირველს ეძლეოდა ჩვეულებრივი კომბინირებული საკვები, ხოლო დანარჩენ სამ ჯგუფს ნამჯის მაგიერ სელის ანარჩენი 5-10%-მდე, სადაც ჯგუფების ზრდის ინტენსივობა 20%-ით მაღალი იყო საკონტროლოსთან შედარებით. დღესდღეობით არსებობს ბოცვრის ორმაგი კვება: 1. კომბინირებული კვების ტიპი, რომელშიც ჩართულია სხვადასხვა კონცენტრატი და ცილოვან-ვიტამინოვანი საკვები (მწვანე ბალახი, ბალახის ფქვილი, წვნიანი საკვები); 2. მშრალი კვების ტიპი ჩვეულებრივ გამოიყენება სრულფასოვანი გრანულირებული კომბინირებული საკვები.

მოხარდ ბოცვრებზე საგრძნობლად მოქმედებს კომბინირებულ საკვებში პროტეინის დონე. 45-90 დღემდე ბოცვერს ესაჭიროება 13% პროტეინი კომბინირებულ საკვებში, ხოლო მის ზევით – 12,3 % პროტეინი.

მეცნიერების მიერ შესწავლილ იქნა ასევე თევზის ფქვილი, რომელიც გამოირჩევა მაღალი ცხოველური პროტეინის შემცველობით. საუკეთესო შედეგს მივიღებთ თუ მას ჩავრთავთ კომბინირებულ საკვებში. თევზის ფქვილის მწარმოებელი ხუთი ქვეყანაა-პერუ, ჩილე, ნორვეგია, ისლანდია და დანია.

მეცნიერთა მონაცემებით დადგენილია, რომ ბოცვერი, რომელიც ხანგრძლივად დებულობს ერთსა და იმავე საკვებს ცუდ შედეგამდე მიდის. ამიტომ აუცილებელია ბოცვრის კვების პერიოდული განახლება. გრანულირებული საკვების მიცემის დროს ბოცვერს უნდა ეძლეოდეს უხეში საკვები, რომელიც ულუფაში ზრდის უჯრედანის შემცველობას, რაც აუმჯობესებს პროდუქტიულობას.

მეცნიერთა ჯგუფი თვლის, რომ ბოცვრის სასუქი სულადობის რაციონში უნდა ჩაირთოს შედარებით იაფფასიანი საკვები საშუალებები (მოხარშული კარტოფილი, თივის ფქვილი, ქატო, სამზარეულო ანარჩენები და სხვ.). თივა დღეში უნდა მიეცეს 50-60 გრამის ოდენობით და გასუქება უნდა გაგრძელდეს 14-20 დღე.

ამჟამად, მებოცვრობაში გამოიყენება კომბინირებულ საკვებში ჩართვით ვაშლის ნაქაჩი, ციტრუსი, ჩაის, შაქრის ჭარხლის წარმოების, ბადრიჯნის ფოჩის და ტყის წარმოების ანარჩენები, ასევე ასკილის, სვიისა და მევანახეობის ანარჩენი, ხოლო ცხოველური წარმოშობის ანარჩენი არის აბრეშუმის ჭიის ჭუპრის ფქვილი.

3. დასკვნა

მებოცვრობის დარგი დღესდღეობით წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად და შემავსებელ დარგს მეცხოველეობის სფეროში, რომელიც ძალიან სწრაფად იძლევა შთამომავლობას და პროდუქციას ხორცის და ტყავ-ბეწვეულის სახით მსუბუქი მრეწველობისათვის. ამიტომ, მათი ზრდა-განვითარებისათვის, როგორც წვრილმა, ისე მსხვილმა ფერმერებმა უნდა მიიღონ ის რეკომენდაციები და წინადადებები, რომლებიც ამ სფეროს მეცნიერების მიერ იქნება მიწოდებული, შეძლებისდაგვარად მოახდინონ მებოცვრობის დარგის შემდგომი განვითარება და მისი რენტაბელურობა.

ლიტერატურა

1. ორჯანელი ნ. ბოცვრის რაციონალური კვების ტიპის დამუშავება საქართველოს პირობებში. 2011.
2. ბოგდანოვი გ. სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა კვება. 1990.

შპს 591.4

მეცხოველეობაში არაბალანსირებული კვების ფაქტორის გავლენა ცხოველების პროდუქტიულობაზე

მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი, გ. ცქეიტინიძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: ცხოველთა კვებაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია დაბალანსებული ულუფის მიწოდება ცხოველზე. წინამდებარე ნაშრომში განხილულია არაბალანსირებული კვების ფაქტორის გავლენა ცხოველის პროდუქტიულობაზე.

საკვანძო სიტყვები: კვება; არაბალანსირებული; ძროხა; ცხვარი; ღორი; ქენჯი; დღლაბი კონცენტრირებული; ნედლეული; ანარჩენი.

1. შესავალი

სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი დარგის, მეცხოველეობის მთავარი დანიშნულება იმაში მდგომარეობს, რომ მზარდი რაოდენობით აწარმოოს კვების პროდუქტები მოსახლეობისათვის და ნედლეული მრეწველობისათვის. ამის უზრუნველსაყოფად ყველაზე მნიშვნელოვან როლს მეცხოველეობაში ასრულებს მოშენება-შენახვის და კვების სწორი ორგანიზაცია, სადაც გათვალისწინებულია ცხოველთა მოთხოვნილება ენერგიაზე, საზრდო და ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებზე, რის საფუძველზეც დამუშავდა კვების ნორმები თითოეული სახის ცხოველისათვის სქესობრივ-ასაკობრივი ჯგუფების და დატვირთვის მიხედვით.

2. ძირითადი ნაწილი

დაბალანსებული საზრდოობის თეორიიდან გამომდინარე, ადამიანი დღე-ღამეში უნდა ღებულობდეს: წყალს – 2ლ, სხვადასხვა ცილებს – 80-100 გ(მათ შორის დაახლოებით 50% უნდა მოდიოდეს ცხოველურ ცილებზე), ნახშირწ-

ელებს – 400-500 გ, ცხიმებს – 80-100გ (მათ შორის 90% უნდა მოდიოდეს ცხოველურ ცხიმებზე), ვიტამინებს – 0,1გ, მარილებს 20 გრამამდე (მ.შ. სუფრის მარილს – 10 გ).

სამწუხაროდ, მსოფლიოს სტატისტიკური მონაცემები გვამცნობს, რომ პლანეტის მცხოვრებთა მხოლოდ გარკვეული ნაწილია უზრუნველყოფილი კვების იმ რაოდენობის პროდუქტებით, რაც მეცნიერულად დასაბუთებული ნორმებითაა გათვალისწინებული. ამის მიზეზი მრავალი ფაქტორი არსებობს, კერძოდ ყველაზე მთავრია შემდეგი:

1. განვითარებად ქვეყნებში სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების წარმოების დაბალი დონე;
2. არასაკმარისი ყურადღება, რომელსაც მსოფლიო მეცნიერება უთმობს საკვები რესურსების გადიდების პრობლემას და ასევე მათ გასაწყობებას.
3. ჩვენ პლანეტაზე მოსახლეობის ზრდის მაღალი ტემპი – იგივე დემოგრაფიული აფეთქება.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული რომ გადაწყდეს, საჭიროა მეცხოველეობის დარგის შემდგომი ამაღლება, სადაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება საკვები ბაზის განვითარების ღონისძიებას და ცხოველთა სწორი კვების ორგანიზაციას. კვება კი თავისთავად წარმოადგენს ადამიანის მიერ ორგანიზებულ, კონტროლირებულ და რეგულირებულ სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა საზრდოობას.

მეცნიერება, სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა კვების შესახებ დაკავშირებულია ისეთ დისციპლინებთან, როგორიცაა ბიოქიმია და ფიზიოლოგია, აგრეთვე მომშენებლობა, მეძროხეობა, მეცხვარეობა, მეფრინველეობა და ა.შ.

საგნის დანიშნულებაა ძირითადად კვების ულუფებისა და სქემების ამუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს ცხოველთა პროდუქტიულობის გენეტიკური პოტენციალის მაქსიმალურ რეალიზაციას და ჯანმრთელობას, რაც შეიძლება მეტი ხნის განმავლობაში.

სადღეისოდ დადგენილია, რომ ცხოველის არაგადამდები დაავადებების ნახევარზე მეტი გამოწვეულია ნივთიერებათა ცვლის დარღვევით, რომელიც არაბალანსირებული საზრდოობის შედეგს წარმოადგენს, ასევე ცხოველის დაავადება შეიძლება გამოწვეული იყოს არასწორი ტექნოლოგიით.

არაბალანსირებული კვების შედეგად ცხოველის ორგანიზმში ირღვევა ცილოვანი, ნახშირწყლოვან-ცხიმოვანი, მინერალურ-ვიტამინოვანი მიმოცვლის ნორმალური მსვლელობა და ამ ნიადაგზე ვითარდება დაავადება.

ძროხას, ღორს, ცხვარს და ასევე საბეწვე ნადირს ბაგურ პერიოდში უზრუნველყოფენ დაავადება კეტოზი. მისი მიზეზები შემდეგია: ულუფაში შაქრის, სახამებლისა და უჯრედისის არასაკმარისი რაოდენობა და კეტოგენური მოქმედების მქონე საკვების ჭარბი ოდენობა, არასრულფასოვანი და ერთფეროვანი კვება, მუდმივად ნიადაგზე მოყვანილი საკვების გამოყენება, მაღალკონცენტრირებული კვების ტიპი ადვილ-სსნადი ნახშირწყლების არასაკმარისი შემცველობით; ერბომჟავას და 30%-ზე მეტი ძმარმჟავას შემცველი სილოსით ხანგრძლივი კვება, უხარისხო სენაჟით კვება, ასევე გადამჟავებული ქენოსა და ბუყის დიდი რაოდენობით გამოყენება. თანამგზავრ მიზეზებს წარმოადგენს შენახვის ზოოჰიგიენური პირობების დარღვევა, მოციონისა და წყლის უქონლობა.

კეტოზით დაავადებული ფურის სისხლსა და შარდში არსებითად იცვლება ნახშირწყლოვან-ცხიმოვანი და ენერგეტიკული მიმოცვლის მეტაბოლიტების შემცველობა, იცვლება რძის შედგენილობაც.

კეტოზის აღმოჩენისას აუცილებელია ყველა ცხოველს შეუმცირდეს ცილით და ცხიმით მდიდარი საკვები და შეიცვალოს იგი ნახშირწყლოვანი საკვებით. ავადმყოფი ცხოველის ულუფაში უნდა ჩაირთოს 5-10 კგ ჭარხალი, კარტოფილი, სტაფილო; კოპტონი და შროტი უნდა შეიცვალოს შვრიით ან ქერით, სასურველია 1-2 კგ ბადავი. აუცილებელია აქტიური მოციონი და ცურის ულტრაიისფერი დასხივება.

ვიტამინების ნაკლებობით გამოწვეული დაავადებები. უკმარისობის ხარისხის მიხედვით, ამ დაავადებებს უწოდებენ ჰიპოვიტამინოზს (ნაწილობრივ უკმარისობა) ან ავიტამინოზს (ორგანიზმში ვიტამინების სრული უქონლობა).

3. ღასკვნა

ჰიპოვიტამინოზი ძალიან ნელა ვითარდება და მისი დიაგნოზირება პრაქტიკულად შეუძლებელია. ერთი ან რამდენიმე ვიტამინის ნაწილობრივი ნაკლებობა გავლენას ახდენს ცხოველის პროდუქტიულობასა და ორგანიზმის რეზისტენ-

ტობაზე. ჰიპოვიტამინოზი უარყოფით გავლენას ახდენს ნაყოფის განვითარებაზე მაკე ცხოველში და შეიძლება აბორტის ან სუსტი ნამატის მიზეზიც გახდეს.

A-ავიტამინოზი-ქსეროფტამია ყველა სახის ცხოველში ვითარდება კაროტინის უკმარისი შემცველობის დროს, ერთფეროვანი კვების ნიადაგზე. მის განვითარებას ხელს უწყობს ულუფაში ცხიმის დაბალი დონე, ხოლო მცოხნავეებში-ნიტრატების გადიდებული შემცველობა საკვებში.

A ვიტამინის უკმარისობა უარყოფით გავლენას ახდენს მიმოცვლის ბევრი სხვა პროცესის მსვლელობაზეც, რის შედეგადაც ცხოველი დაბეჩავენებულ, შეწუხებულ სახეს იღებს და წინასწარგანწყობილია სხვადასხვა დაავადებისადმი.

A-ავიტამინოზის განვითარების ნიშნებია: „ქათმის სიბრმავე“ – საღამო ჟამს მხედველობის გაუარესება, ბეწვის ან ბუმბულის აბურძგნა, განაყოფიერების უნარის დაქვეითება, მოზარდეულში სახსრების შესიება.

D-ავიტამინოზი (რაქიტი) ყველა სახის ცხოველში ვითარდება ზამთრის პერიოდში. D ვიტამინის საკვების წყაროს წარმოადგენს მზეზე გამშრალი თივა. ცხოველში მისი ძირითადი მარაგი იქმნება გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში.

D-ავიტამინოზის განვითარების მიზეზი არის არასაკმარისი ინსოლაცია და ულუფაში თივის შეუტანლობა. რაქიტის განვითარებას ხელს უწყობს ულუფაში ცხიმის ნაკლებობა, კალციუმის და ფოსფორის უკმარისობა ან მათ შორის შეფარდების დარღვევა.

რაქიტის ნიშნები ასეთია: მუხლისა და სახტომი სახსრების გამსხვილება, ტკივილები მოძრაობისას, შესაძლოა ნეკნების შესიება გულმკერდის ძვალთან შეერთების ადგილებში, ძვლების დარბილება და გამრუდება. რაქიტით ავადდება მოზარდეული ზამთარში და ადრე გაზაფხულზე დაბადებული, რადგან დედის ორგანიზმს არ შეუძლია განვითარებად ნაყოფში D ვიტამინის მარაგის შექმნა.

რაქიტის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ცხოველი გვყავდეს მოციონზე და მიეცეს ამ ვიტამინით მდიდარი საკვები ან შემცველი პრეპარატები.

E-ავიტამინოზის გამომწვევი მიზეზებია: დარღვევები ცხოველის საზრდოობაში მისი ინტენსიური ზრდისას, მცენარეებში ნიტრიტების შემცველობის გაზრდა აზოტოვანი სასუქების მაღალი დოზების გამოყენების შედეგად. ნიადაგში სელენის დაბალი დონე. მოზარდეულში მჟღავნდება კუნთების სითეთრის დაავადება, რო-

მელიც გულის უკმარისობით, დამბლით და კუნთების დისტროფიით ხასიათდება. ამ ვიტამინის ნაკლებობა ზრდასრულ ცხოველებში იწვევს სასქესო ფუნქციების დენორმალიზებას და შეიძლება უნაყოფობის მიზეზიც გახდეს.

უნდა გვახსოვდეს, რომ ცხოველებში ავიტამონოზის განვითარებას ხელს უწყობს უხარისხო, განსაკუთრებით ცხოველური წარმოშობის საკვების გამოყენება, ულუფაში შაქრის ჭარხლის და ჭარხლის ფოჩის, აგრეთვე მისგან დამზადებული სილოსის დიდი ხვედრითი წილი, განსაკუთრებით საშიშია უხარისხო, დამძაღებული კომბინირებული საკვების მიღება და ასევე წყლის რეჟიმის დარღვევა.

მინერალურ ნივთიერებათა მიმოცვლის დარღვევით გამოწვეული დაავადებები: ცხოველებში ფართოდ გავრცელებული დაავადების – ოსტეოდისტროფიის მიზეზია ულუფაში კალციუმის და ფოსფორის უკმარისობა, მათ შორის დარღვეული ბალანსი. იგი მუდგანდება ძელოვანი ქსოვილის დისტროფიული ცვლილებებით ოსტეომალაციის, ოსტეოპოროზის ან ფიბროზული ოსტეოდისტროფიის ფორმით.

შპს 591.4

მეფრინველეობაში სარემონტო მოზარდის ზრდის განვითარების ღონამიკა

მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი, გ. ცქვიტინიძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: მეფრინველეობაში სარემონტო მოზარდის გამოზრდა, როგორც ნაჩვენებია მოცემულ სტატიაში, დამოკიდებულია ფრინველთა შენახვის სისტემაზე. ყველაზე კარგი შედეგი აჩვენა შუა იარუსზე მეოფმა მოზარდმა. ამიტომ, აღნიშნული კვლევა შეიძლება საფუძვლად დაედოს სარემონტო მოზარდის გამოზრდის დროს.

საკვანძო სიტყვები: სარემონტო მოზარდი; იარუსი; სადედე გუნდი; კვერცხის ინკუბაცია; სამამლე ფორმა.

1. შესავალი

მეფრინველეობა, როგორც მეცხოველეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი დარგი, ვითარდება კონცენტრაციის, სპეციალიზაციის და ინტენსიფიკაციის გზით, რაც უზრუნველყოფს თანამედროვე ტექნოლოგიით დარგის სწორ მართვას, საწარმოო პროცესების მექანიზაციის და ავტომატიზაციის მაღალ დონეს, ფრინველის პროდუქტიულობის მკვეთრ ზრდას და ამასთან დაკავშირებით, მაღალ ეკონომიკურ ეფექტურობას.

2. ძირითადი ნაწილი

გამოშვებული პროდუქციის სახეობის მიხედვით სპეციალიზებულ მეფრინველეობის საწარმოები განსხვავდებიან წარმოების ტექნოლოგიური ციკლით. იგი შეიძლება იყოს: სრული დახურული ციკლი და არასრული დაუმთავრებელი ციკლით, წარმოების ცალკეული პროცესების ვიწრო სპეციალიზაციით.

მსხვილ მეფრინველეობის ფაბრიკებში კვერცხის წარმოების ტექნოლოგია მიმდინარეობს დახურული ციკლით, რაც გულისხმობს, რომ კვერცხის წარმოების ყველა ტექნოლოგიური რგოლი, როგორიცაა: სადედე გუნდი, კვერცხის ინკუბაცია, სარემონტო მოზარდის გამოზრდა, სამრეწველო გუნდის საამქროები, კვერცხის დახარისხება და შეფუთვა, ფრინველის დაკვლა და გადამუშავება, წარმოების ნარჩენების გადამუშავება. ვეტ-სანიტარული ობიექტი განლაგებულია ფაბრიკის ტერიტორიაზე და ყველა საამქრო ერთმანეთთან დაკავშირებულია ზუსტი ტექნოლოგიური გრაფიკით.

სამრეწველო მოზარდი ისეთი მოზარდია, რომლითაც ხდება სადედე და სამრეწველო ფრინველის შეცვლა. მეკვერცხულ ფაბრიკებში სარემონტო მოზარდი ორია, ერთი სადედე გუნდის, მეორე სამრეწველო გუნდის შესაცვლელად.

სადედე გუნდის შესაცვლელად სარემონტო მოზარდი არის როგორც სადედე, ასევე სამამლე ფორმის. ყოველი ერთი დედლის შესაცვლელად სადედე გუნდისათვის იყენებენ 1,5 სქესზე დარჩეულ წიწილას, ხოლო სქესზე გაურჩეველს – 3 წიწილას, ასევე ყოველი მამლის შესაცვლელად იყენებენ 4 სქესზე გარჩეულ წიწილას.

მკვლევართა მონაცემებით, ახალგამოჩეკილ მოზარდს განვითარების პირველ პერიოდში მეტი სითბო ესაჭიროება ვიდრე შემდგომ პერიოდში. ახალგამოჩეკილ მოზარდს თერმორეგულაციის მექანიზმი სუსტად აქვს განვითარებული; ამიტომ, სხეულის ნორმალური ტემპერატურის შესანარჩუნებლად მეტ სითბოს მოითხოვს. დიდი ყურადღება ექცევა ასევე ტენიანობისა და განათების ხანგრძლივობის ნორმატივების დაცვას, რაც ხელს შეუწყობს პროდუქტიულობის გადიდებას, გადამდები დაავადებების აღკვეთას და დაწეურების რეჟიმს.

მოცემული ცხრილიდან ჩანს, რომ მეცნიერულად სარემონტო მოზარდს პირველ პერიოდში ესაჭიროება მაღალი ტემპერატურა და ტენიანობა, ასევე სინათლის ხანგრძლივობა, ხოლო ასაკის მატებასთან ერთად კლებულობს, როგორც ტემპერატურა, ტენიანობა და სინათლის ხანგრძლივობა. გარდა ამისა, მნიშვნელოვანია წყლის მიწოდების რეგულაცია.

სარემონტო მოზარდსათვის ტემპერატურის, მიკროკლიმატის და სინათლის რეჟიმი

ფრინველის ასაკი დღეებში	ტემპერატურა		ჰაერის ტენიანობა %	სინათლის ხანგრძლივობა საათებში
	გალიაში	დარბაზში		
ერთდღიანი	33-32	31-30	70	22
1-5	30-29	38-27	70	22
6-10	28-26	26-24	65	21
11-20	26-24	24-22	60	19
31-40	22-20	20-18	55	15
41-60	20-18	18-16	55	14
60 დღის ზევით	20-18	18-16	55	14

მეცნიერულად რეკომენდებულია ერთდღიანი სარემონტო მამლების ცალკე გამოზრდა, რადგან მათი შემდგომი სქესობრივი აქტიურობა და გამოყენების ვადაც უფრო ხანგრძლივია.

როდესაც სარემონტო მოზარდის მამლები გალიურ სისტემაშია, მათ ათავსებენ 4-6 კვირისას 10-12 ფრთის ოდენობით, ხოლო 6-13 კვირამდე 7-8 ფრთის ოდენობით.

მამლების მეორე გადარჩევას ახდენენ 20-24 კვირის ასაკში, ექსტერიერის და სპერმის ხარისხის მიხედვით. სადღე გუნდისათვის ტოვებენ 1800-2000 გრამი ცოცხალი მასის მამლებს, რომელთაც აქვთ კარგად განვითარებული ბიბოლო, ღრმა მკერდი, ფართოდ გადგმული და მაგარი ფეხები; ექსტერიერის შეფასების შემდეგ, აფასებენ სპერმის ხარისხს. სპერმა უნდა მივიღოთ მასაჟის მეთოდით. დაწუნებული მამლები გადადის სასუქ განყოფილებაში.

3. ღასკვნა

მეცნიერული კვლევის საფუძველზე, რომლის დაკვირვება ხორციელდებოდა სამსართულიანი იარუსების შემთხვევაში მოზარდის გამოზრდისას, გალიური შენახვის სისტემის დროს იარუსებზე მოზარდის ზრდა-განვითარება არაერთნაირად მიმდინარეობდა, კერძოდ სამივე იარუსზე განაწილებული იყო ერთი ასაკის და თა-

ნაბარი მასის ერთდღიანი მოზარდი; მათი მასის ზრდის დინამიკა და ცხოველმყოფელობა შესწავლილ იქნა დეკადურად (10, 20, 30 და ბოლოს 60 დღის ასაკში).

წიწილების დეკადური აწონვისას ყველაზე კარგი შედეგი აჩვენა შუა იარუსის სულადობამ. ასე მაგალითად, 20 დღის ასაკი წიწილის მასამ შეადგინა 99,28 გ, ხოლო 30 დღის ასაკში დედლებმა 155,2 გ, ხოლო მამლებმა 170,9 გ, შესაბამისად 60 დღის ასაკში – დედლებმა 477,1 გ და მამლებმა 659,3 გ. მესამე იარუსზე მოთავსებულებმა კი 20 დღის ასაკში 98, 9 გ, 30 დღის ასაკში დედლებმა 154,1 გ და მამლებმა 157,9 გ; შესაბამისად, 60 დღის ასაკში – 433,2 და 639,1 გ.

ამრიგად, შუა იარუსზე მოთავსებულმა მოზარდმა ცოცხალი მასით გადააჭარბა მესამე იარუსზე მოთავსებულ მოზარდს, 30 დღის ასაკში დედლებმა 0,75-ით, მამლებმა 1,7%-ით, ხოლო 60 დღის ასაკში – დედლებმა 0,9%-ით და მამლებმა 3,0%-ით.

პირველ იარუსზე მოთავსებულ მოზარდს, მეორე იარუსის მოზარდმა კვლავ გადააჭარბა 1,2 %-ით დედლებს, და მამლებს 4,2%-ით.

მეცნიერული მონაცემებით ასევე დადგინდა, რომ შუა იარუსზე მოთავსებული წიწილები გამოირჩეოდნენ სიცოცხლის უნარიანობითაც. ამრიგად, სხვაობა ჩამოყალიბდა გამოზრდის პროცესში შექმნილი ოპტიმალური რეჟიმით.

ცხოველმყოფელობად მიჩნეულია სარემონტო მოზარდის შენარჩუნება. საუკეთესო შენარჩუნების პროცენტი იქნა მიღებული მეორე იარუსზე (95,5%), ხოლო დანარჩენ პირველ-მესამე იარუსზე შესაბამისად (90,5%; 94,0%). ასევე პირველ ხუთ დღეს მოზარდის დანაკარგი პირველ-მესამე იარუსზე მეტი იყო, ვიდრე მეორეზე. მეორე იარუსზე მოზარდის შენარჩუნება 30 დღემდე 5%-ით მეტი იყო პირველ იარუსთან შედარებით და 1,5%-ით მეტი – მესამე იარუსთან შედარებით.

კვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ მეორე იარუსზე ტემპერატურის და სინათლის ზემოქმედება დადებითად აისახება ჩანასახის ზრდა-განვითარებაზე. ეს კი საწინდარია მაღალი პროდუქტიულობის.

არქიტექტურა

შპს 72

გარეთუბნის არქიტექტურული თავისებურებანი

თ. ქუთათელაძე, გ. ბაგრატიონ-დავითაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: ძველი თბილისი თავისი ვიწრო ქუჩებით სამიარუსიანი ბაზრის მოედნებით, სახელოსნოებითა და სავაჭრო რიგებით XIX-ის შუაში უკვე არ პასუხობდა ქალაქის მოთხოვნებს, რომელიც თანდათან გადაიქცა ადმინისტრაციულ-ეკონომიკურ და კულტურულ ცენტრად კავკასიაში. ქალაქის კედლის გარეთ დაიწყეს შენობების აგება, ამ რაიონს გარეთუბანს უწოდებდნენ. გარეთუბანი პირობითად დაყოფილი იყო რამდენიმე უბნად: სოლოლაკი, მთაწმინდა, ვერე, მუხრანბატონის უბანი. იმ დროს შექმნილი საცხოვრებელი სახლების და საზოგადო შენობების უმეტესობა დღეს ქვეყნის კულტურულ მემკვიდრეობას შეადგენს.

საკვანძო სიტყვები: გარეთუბანი; სოლოლაკი; მთაწმინდა; სახელოსნოები; მოედნები; შენობები.

1. შესავალი

„გარეთუბანს“ ეძახდნენ იმ ადგილს, რომელიც ქალაქის ციხის კედლის გარეთაა, პირველად ამ ტერმინს XVI ს-ის შუაწლებიდან მოიხსენიებენ.

1735 წ. ვახუშტი ბაგრატიონის მიერ შედგენილ ქალაქის რუკაზე ეს რაიონი აღნიშნულია როგორც „ქალაქი“ ან „დიდმის გზა“, მოგვიანებით „გზა რუსეთში“. ეს გზა ამჟამინდელი რუსთაველის გამზირის გასწვრივ მიდიოდა, სადაც ვარდების რევოლუციის მოედანია. ამ რუკაზე სამი ეკლესიაა: სომხური, კალათუბნის და ქაშუეთის. ამ დროს გარეთუბანში სახლობდნენ ხელოსნები, მჭედლები, ქვის ოსტატები, მეთუნეები და სხვ. გარეთუბანი პირობითად დაყოფილი იყო რამდენიმე უბნად: სოლოლაკი, მთაწმინდა, მუხრანბატონის უბანი.

2. ძირითადი ნაწილი

XVIII საუკუნიდან ქალაქის კედლის გარეთ დაიწყო შენობების აგება ამ რაიონს გარეთუბანს უწოდებდნენ. გარეთუბანი პირობითად დაყოფილი იყო რამდენიმე უბნად: სოლოლაკი, მთაწმინდა, მუხრანბატონის უბანი. იყო უფრო მცირე კვარტლები, რომლებიც ამ მიკრორაიონში შედიოდა: ბოშისუბანი (აქ ბოშები ჩერდებოდნენ), ვანკის უბანი. სადაც XV-XVI საუკუნეებში აშენებული იყო სომხური სამგუმბათოვანი ეკლესია-ვანკი. ტაძრის კომპლექსში შედიოდა რეზიდენცია, საცხოვრებელი ნაწილი, აგუსაკოვის სარკოფაგი, სამიარუსიანი სამრეკლოს გალავანი. ტაძრიდან მიდიოდა რამდენიმე ქუჩა, რომელიც ატარებდა ტაძრის სახელწოდებას, მცირე და დიდი ვანკის ქუჩა, ვანკის შესახვევი და ვანკის ჩიხი.

XIX ს-დან გარეთუბანი აქტიურად შენდებოდა. მას უწოდეს ახალი ქალაქი. ის განსხვავდებოდა ძველისაგან, რომელიც ქალაქის კედლის შიგნით იყო. ძველი თბილისი თავისი ვიწრო ქუჩებით, სამიარუსიანი ბაზრის მოედნებით, ხელოსნებისა და სავაჭრო რიგებით XIX ს-ის შუაში უკვე არ პასუხობდა ქალაქის მოთხოვნებს, რომელიც თანდათან გადაიქცა ადმინისტრაციულ-ეკონომიკურ და კულტურულ ცენტრად სამხრეთ კავკასიაში.

ქალაქის კედლის გარეთ დაიწყო ახალი თანამედროვე შენობების აგება. პროექტებს ამტკიცებდა უშუალოდ ნამესტნიკი და მოგვიანებით ქალაქის მმართველობა. ახალი ქალაქის გეგმას, რუსი სამხედრო ტოპოგრაფები ადგენდნენ და რომელმაც განსაზღვრა ამ რაიონის ამჟამინდელი სახე. ახლოს იმ ადგილთან, სადაც ახლა შოთა რუსთაველის მოედანია, იყო მოსკოვის კარიბჭე – გარეთუბნის პოლიციის უბანი და შლაგბაუმი. კარიბჭე იყო მოთავსებული ხის ხიდზე, ხევზე, აქედან კიდევ ერთი ძველი დასახლებაა „მოსკოვის ბაღი“.

XIX ს-ის 70-იან წლებში ხევი ამოავსეს და იქვე ახლოს წარმოიშვა სამხედრო დასახლება ზედა ვერე, სადაც მიყვავართ ძმებ კაკაბაძეების ქუჩას.

XIX ს-ის დასასრული და XX ს-ის დასაწყისი - ეს ერთგვარი რენესანსია ქალაქის ისტორიაში. სწორედ ამ დროს დაიწყო თბილისმა სწრაფად ზრდა. გაჩნდა პრაქტიკული რაიონები, სადაც სახლდებოდნენ ცნობილი ადამიანები, ბურჟუაზია და ინტელიგენცია - ესენია: სოლოლაკი, მთაწმინდა, ვერე. ნაკლებ შეძლებული ქალაქელები ცხოვრობდნენ კალასა და ავლაბარში. ეს იყო ხელოსნებისა და ვაჭრების რაიონი. კალა და მეტეხი, ქალაქის ყველაზე ძველი რაიონები ძველთაგა-

ნავე მოთავსებული იყო ნარიყალას ციხის შიგნით. ისინი წარმოადგენდნენ ქალაქს. მტკვრის მეორე ნაპირზე – კუკიასა და ჩუღურეთში სახლდებოდნენ ძირითადად ჩინოვნიკები და ჩამოსახლებული გერმანელები.

თბილისის ცენტრალური რაიონი გარეთუბნის ერთ-ერთი მიკრორაიონია. მთაწმინდა გადაჭიმულია სოლოლაკიდან ვერემდე, მთაწმინდის ფერდობზე რუსთაველის გამზირის ზევით. ამ რაიონის განაშენიანება დაიწყო 1810-1820წწ. და ერთ-ერთი პირველი აქ აშენებული იყო კავკასიის არმიის შტაბი, გაუპტეახტა, არსენალი და კავკასიაში სამოქალაქო და სამხედრო მთავარმმართველის სახლი.

ამის შემდეგ გარეთუბანში, კერძოდ, მთაწმინდაზე, დაიწყეს დასახლება არისტოკრატიის წარმომადგენლებმა, სამხედროებმა და სამოქალაქო ჩინოვნიკებმა, ვაჭრებმა და მეწარმეებმა. აქვე დაიწყო სასტუმროების და თეატრების, მაღაზიების და ბანკების, საზოგადო და ადმინისტრაციული შენობების აგება, რამაც განსაზღვრა რაიონის პრესტიჟულობა.

სოლოლაკის განაშენიანებას თავდაპირველად ქაოსური ხასიათი ჰქონდა, მაგრამ მალე კავკასიაში მეფისნაცვალის სურვილით ქალაქის ამ და სხვა რაიონების შენება დაიწყო მკაცრი გეგმით, რომელსაც იგი პირადად ამტკიცებდა ქალაქის დუმის წინადადებით. ქუჩები დაგეგმარებული იყო პოლკოვნიკ ბანოვის და მიწისმზომ გოვარნიცკის მიერ და შეესაბამებოდა არა მარტო სამოქალაქო, სამხედრო საჭიროებასაც, მიწის გაყიდვა და სახლის მშენებლობა ნებადართული იყო შენობის პროექტის დამტკიცების შემდეგ – კავკასიაში მეფისნაცვლის ან შემდგომ ქალაქის მმართველობის მიერ.

ძირითადი გზა, რომლისგანაც ზუსტად დაგეგმილი სისტემით იშლებოდა ქუჩები ზემოთ, მთაწმინდის ფერდობზე, იყო გოლოვინის პროსპექტი (რუსთაველის პროსპექტი). 1848 წელს პროსპექტის ორივე მხარეს მოწყობილი იყო ტროტუარები და დარგული იქნა ხეები. 1862 წლიდან წყალი სახლებს მიეწოდებოდა წყალგაყვანილობით. მას აწვდიდნენ მტკვრიდან (ორთქლის მანქანით), 1880 წელს ერევნის მოედნიდან (თავისუფლების მოედანი) მოსკოვის ზასტავამდე (ვარდების რევოლუციის მოედანი) გაყვანილი იყო ცხენის რკინიგზა – კონკა. 1897 წ. ჯერ ადმინისტრაციულ, შემდეგ კი კერძო სახლებშიც ჩნდება ელექტროობა.

სოლოლაკი არაბულად ნიშნავს არხს, აკვადუკს, მოთავსებული იყო ქალაქის კედლის გარეთ. იქ ჩამოდიოდა მდინარე ავანანთხევი და ყვაოდა ქართველ მეფეთა და არისტოკრატთა ბაღები.

სოლოლაკის განაშენიანებას ართულებდა გრუნტის წყლები და მდინარე ავანანთხევი. ეს პრობლემა გადაიჭრა 1830 წელს, როცა ხევი და მასში მდინარე გადაიხურა კრამიტის აგურის კოლექტორით. სოლოლაკი შენდებოდა როგორც საცხოვრებელი რაიონი, ამიტომ, აქ თითქმის არ არის მსხვილი საზოგადო შენობები. გამონაკლისია მხოლოდ სოლოლაკის ქუჩა (ამჟამად გიორგი ლეონიძის ქუჩა).

თბილისში ძირითადად ადგილობრივი არქიტექტორები აშენებდნენ. მათ შორის იყვნენ: მ. ნეპრინცევი, მ. ოგაჯანოვი, ხ. ტერ-სარქის-სატუნელი, ე. ბელი, ა. შიმკევიჩი, ს. კლდიაშვილი, კ. ტატიშჩევი და მრავალი სხვა. მათ მიერ შექმნილი საცხოვრებელი სახლები და საზოგადო შენობები შემოინახა და დღეს ქვეყნის კულტურულ მემკვიდრეობას შეადგენს. ყოველ სახლს აქვს თავისი ისტორია.

ახალი დრო კარნახობდა ახალ მიმართულებებს არქიტექტურაში და სახლების შიდა დეკორში. წარმოიშვა სახელოსნოები, რომელშიც მხატვრები ამზადებდნენ სპეციალურ ტრაფარეტებს კედლებისა და ჭერის მოსახატავად. მაგრამ ზოგჯერ შემკვეთს უნდოდა რაღაც ორიგინალური. ასე გაჩნდა ნახატები ბიბლიური, ისტორიული, ლიტერატურული სიუჟეტებით, მთლიანი ქანრული სურათებით.

ანჯელო ანდრეოლეტის ფირმა დაკავებული იყო ქვის და მარმარილოს იატაკების დაწყოებით, სკულპტურულ-მარმარილოს სამუშაოებს ასრულებდა ფირმა ბერნარდა ჯიდუ და ანტონიო რიცი. ყველა მათგანი მუშაობდა მაშინ პოპულარულ სტილსა და ტექნიკაში, როგორიცაა ტრომპო-ლ'ოეილ, ორდო, რუსტიცუს, სტუცცო, ცაისსონ, ფაცჰწერკ, ასევე ბაროკო, როკოკო, კლასიციზმი და მოდერნი.

XIX ს-ის შუაში ტიფლისში გაჩნდა პირველი სამჭედლო-სახელოსნოები, რომლებიც მხატვრული ჭედვით იყვნენ დაკავებული. ცნობილი სახელები მჭედლებისა, რომელთა მიერ თბილისში ბევრი ღამაში აშურული, ჭედური აივნები, ჭიშკრები, კიბის მოაჯირები, სადარბაზოს კარებია – კერერი, როხოვი, ბარტი, ბედური, ქიმერიძე, ელისაბედაშვილი და სხვა. მიუხედავად სიძვირისა, ქალაქელები ცდილობდნენ თავიანთი სახლები გაეფორმებიათ არა მხოლოდ ფასადური სკულპტურებით და სადარბაზოებით, ფერწერით, არამედ მხატვრული ჭედურობით. ამისათვის ხელოსნები იწერდნენ კატალოგებს რუსეთიდან და ევროპიდან. მოდერნის ეპოქაში ბევრი უკვეთავდა კატალოგში შერჩეულ ავეჯს, კატალოგები გამოცემული იყო პარიზის მეტროს სადგურის პირველი დეკორატორის, მოდერნის ფუძემდებლის ფრანგი მხატვრისა და არქიტექტორის ეკტორ გიმარის მიერ.

იმუამინდელ დამკვეთსა და არქიტექტორს არ უფიქრია, რომ 100 წლის შემდეგ მისი მოდური გატაცება კულტურულ მემკვიდრეობად შეფასდებოდა მათ მხოლოდ ლამაზი, ორიგინალური სახლი ჭირდებოდათ, ვინაიდან იმ ხანის ტიფლისის რჩეული საზოგადოების გაოცება არც თუ ისე იოლი იყო. ქალაქში, შეიძლება ითქვას, ყოველ დღე ახლათახალი, ერთმანეთისაგან განსხვავებული, მდიდრულად გაფორმებული, არაჩვეულებრივი სახლები შენდებოდა. მარმარილოს კიბეები და მოაჯირები, სპარსული ხალიჩები, სტუკის სტალაკტიტებით შეისრული თაღები, პოლიქრომიული ორნამენტებით მორთული, აღმოსავლური სტილის ხალიჩისებური ვესტიბულის პლაფონი, კიბის უჯრედი და კედლის მოხატულობა მნახველის აღტაცებას იწვევდა.

3. დასკვნა

XVIII საუკუნიდან ქალაქის კედლის გარეთ დაიწყო ახალი შენობების აგება ამ რაიონს გარეთუბანს უწოდებდნენ. გარეთუბანი პირობითად დაყოფილი იყო რამდენიმე უბნად: სოლოდაკი, მთაწმინდა, მუხრანბატონის უბანი. იყო უფრო მცირე კვარტლები, რომლებიც ამ მიკრორაიონში შედიოდა. ბოშისუბანი (აქ ბოშები ჩერდებოდნენ), ვანკის უბანი. XIX ს-დან გარეთუბანი აქტიურად შენდებოდა. მას უწოდეს ახალი ქალაქი. ის განსხვავდებოდა ძველისაგან, რომელიც ქალაქის კედლის შიგნით იყო, ახალი თანამედროვე შენობებით. ახალი ქალაქი შენდებოდა მკაცრი გეგმით. XIX ს-ის 70-იან წლებში წარმოიშვა ახალი სამხედრო დასახლება ზედა ვერე. ახალი დრო კარნახობდა ახალ მიმართულებებს არქიტექტურაში და სახლების შიდა დეკორში. იმ დროს შექმნილი საცხოვრებელი სახლების და საზოგადო შენობების უმეტესობა დღეს ქვეყნის კულტურულ მემკვიდრეობას შეადგენს. ყოველ სახლს თავისი ისტორია აქვს.

ლიტერატურა

1. ბერძენიშვილი მ. თბილისის გარეგანი სახე XVIII საუკუნის ბოლო წლების ისტორიიდან // ქართული წყაროთმცოდნეობა I, თბილისი, 1961.
2. გერსამია თ. ძველი თბილისი. თბილისი, 1984.
3. თბილისის ისტორია. ტ. I. თბილისი, 1990.
4. ბულია მ., ჯანჯალია მ. თბილისი. საქართველოს ძველი ქალაქები. თბილისი, 2002.

გენრის რატიანი



გარდაიცვალა ცნობილი მეცნიერი და სპეციალისტების მრავალი თაობის აღმზრდელი, თბოაირმომარაგების და ვენტილაციის კათედრის პროფესორი, საქართველოს ეროვნული ენერგეტიკული აკადემიის წევრი, უმაღლესი სკოლის დამსახურებული მუშაკი გენრის რატიანი.

დაიბადა 1923 წლის 23 მაისს. საშუალო სკოლის დამთავრებისთანავე ამიერკავკასიის გზათა მიმოსვლის ინსტიტუტის სტუდენტი. დიდმა სამამულო ომმა დროებით ჩამოაშორა სტუდენტურ მერხს და ჩააყენა სამშობლოს დამცველთა რიგებში.

1950-იანი წლებიდან, ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ, იგი ხდება ჩვენი ენერგეტიკის ახალი მიმართულების „ენერგოეფექტურობის“ ინიციატორი. 1957–1958 წლებში საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტში გ. რატიანის ხელმძღვანელობით შეიქმნა საქართველოში პირველი თბური ტუმბოს დანადგარი, თბური ტუმბოსა და მზის კოლექტორის კომბინირებული მოწყობილობა. 1958–1959 წლებში გ. რატიანმა საერთაშორისო პრაქტიკაში ერთ-ერთი პირველი ექსპერიმენტული სამუშაო ჩაატარა თბოგადაცემის ინტენსიფიკაციისათვის ხელოვნური ხაოიანობის გამოყენების სფეროში.

60-იანი წლების დასაწყისში ენერგეტიკის ინსტიტუტში გ. რატიანმა და მისმა მოწაფეებმა საფუძველი ჩაუყარეს ფაზურ გარდაქმნებთან დაკავშირებული თბოგადაცემის პროცესების კვლევას, რომელმაც შემდგომში საერთაშორისო აღიარება მოიპოვა. ხსენებული მიმართულების განვითარებასთან ერთად, გ. რატიანი არის საქართველოში ჰაერის კონდიციონირების სისტემების დაპროექტების დამფუძნებელი და ამ სფეროს მრავალი მასშტაბური პროექტის ავტორი და კონსულტანტი. 60-იანი წლებიდან დაწყებული, გ. რატიანი წამყვან როლს ასრულებს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თბოაირმომარაგებისა და ვენტილაციის კათედრის სამეცნიერო-პედაგოგიური კადრებისა და ამ პროფილის

ინჟინერთა თაობების აღზრდაში, კათედრის სასწავლო ბაზის განვითარებაში. მასწავლებლის საქმეს აგრძელებენ მის მიერ ათწლეულების მანძილზე ჩამოყალიბებული ენერგოეფექტურობის ქართული სკოლის წარმომადგენლები, რომლებიც არცთუ იშვიათად ენერგოეფექტურობის საერთაშორისო ექსპერტების როლშიც გვევლინებიან.

პროფესორი გ. რატიანი არასოდეს აუღელვებია მისი ღვაწლისა და შედეგების ფორმალური აღიარების პრობლემას. მის მთავარ მიზნად ყოველთვის ფაქტიური შედეგის მიღწევა რჩებოდა, ხოლო, მორალური თვალსაზრისით, მისთვის ის აბსოლუტური ნდობა, მოწიწება და მის ობიექტურობაში ურყევი რწმენაც იყო საკმარისი, რაც მასთან ურთიერთობაში მყოფ ადამიანებს ყოველთვის ბუნებრივად უყალიბდებოდათ.

ღვაწლმოსილ მეცნიერსა და მასწავლებელზე მოგონება მარად დარჩება მაღლიერი მოწაფეებისა და კოლეგების ხსოვნაში.

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
სამშენებლო ფაკულტეტი,
წყალმომარაგების, წყალარინების,
თბოაირმომარაგებისა და ვენტილაციის დეპარტამენტი*

რეზიუმეები

შპს 628.2

მეწვერების, სელების და სხვადასხვა სახის ჩამოქცეულ-დაცურებული ქანების წყალსატევებში შეჭრის დინამიკის განტოლება და მისი ამონახსნები. **ლ. დოღელიანი, ე. ხატიაშვილი, ზ. ასკურავა** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 9-15.

განხილულია მეწვერების, სელების, ზეგებისა და სხვადასხვა ბუნებრივი თუ ხელოვნური მოვლენებით გამოწვეული ჩამოქცეულ-დაცურებული ქანების მასების წყალსატევებში შეჭრის პროცესები. შედგენილია დინამიკის განტოლება, რომელიც აღწერს ისეთი მასივის მოძრაობას, რომლის ნაწილიც მოძრაობის დაწყებამდე ნაწილობრივ წყალქვეშაა. ამიტომ, კულონის “მშრალი” ხახუნის ძალებთან ერთად განიხილება როგორც შუბლა ჰიდროდინამიკური, ისე წყლის მიერთებული მასების, ტალღური წინაღობებისა და, აგრეთვე სეისმური ძალების ზემოქმედებაც.

მიღებულია საანგარიშო დამოკიდებულებები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია შესრულდეს ჩამოქცეულ-დაცურებული მასების მოძრაობის პარამეტრების განსაზღვრა შემდეგი შემთხვევებისათვის:

- სეისმური ძალების გათვალისწინებით და მათ გარეშე;
- მასივი შეჭრისას განლაგებულია მთლიანად ხმელეთზე;
- მასივი შეჭრისას ნაწილობრივ ან მთლიანად წყალქვეშაა.

მიღებული დამოკიდებულებებით შესრულდა ე.წ. “საანგარიშო მოდელირება” ვაიონტის წყალსაცავზე მომხდარი კატასტროფისათვის. შედეგებმა ცხადყო მეტოდიკის საიმედოობა.

შპს 628.356

მძაფრი ნაკადის აერაციის კრიტერიუმში სწრაფდენებზე. **ლ. დოღელიანი** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 16-19.

მოცემულია თეიმურაზ ვოინიჩ-სიანოუენსკის სწრაფდენებზე მძაფრი ნაკადის აერაციის ცნობილი კრიტერიუმის დაზუსტების მცდელობა იმ შემთხვევისთვის, როდესაც ქვედა ნაკადი მოძრაობს უფრო მეტი სიჩქარით ვიდრე ზედა, ხოლო ჰაერის ფენა უძრავია.

შპს 626.823.93

კალაპოტის გამტარუნარიანობის ინტემპრალური მახასიათებლების დადგენა. **ლ. კლიმიაშვილი, დ. გუბელაძე, დ. გურგენიძე, ი. ინაშვილი** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 20-27.

კალაპოტური ნაკადის საანგარიშოდ მიღებული დამოკიდებულებების განზოგადოების საფუძველზე განსაზღვრულია სითხის მოძრაობის ჰიდრავლიკური პარამეტრები. რეინოლდსის კრიტერიუმის ანალოგიურად დადგენილია თანაფარდობა ნაკადის ტურბულენტურ ენერგიასა და ფილტრაციული ღინების დისიპაციურ ენერგიას შორის. მიღებულია დამოკიდებულება ნაკადის ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის. გამოვლენილია ურთიერთკავშირი კალაპოტურ და ინდუცირებულ მახასიათებლებს შორის.

შპს 628.113

რელიეფის გამოყენების მეთოდოლოგია წყლის ტრანსპორტირების ევმქტის ბაზრდის მიზნით. **ლ. კლიმიაშვილი, გ. სოსელია, თ. კაპანაძე, ნ. სოსელია** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 28-34.

მტკნარი წყაროები ჩვენი ქვეყნის მთიან რელიეფზე საკმაოდ დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი, სხვადასხვა ნიშნულებზე განთავსებული. წყაროების შეკრებისა და ორგანიზებულად გაყვანის მიზნით, გამოყენებულია წყალჭავლიანი ტუმბოების ბაზაზე დამუშავებული ელემენტი, ექვეყნების პრინციპზე ორი ფაზის მუშა სითხისა და თანმდევი, დამყოლი ან წატაცებული სითხის თანხვედრის და შემდგომ ორივე სითხის გადაადგილებით დაწნევის შენარჩუნების ხარჯზე. მუშა სითხის წნევა ყოველთვის მეტია მეორე ფაზის სითხის წნევაზე, იგი არ არის რეგლამენტირებული, შეიძლება იყოს $P_0=1 \div 5$ კგ.ძ/სმ² და ყოველთვის დადებითი.

შპს 628.1

სასმელი წყლით უზრუნველყოფის პრობლემები საქართველოში. **ნ. ნაცვლიშვილი, მ. ნაცვლიშვილი, ნ. ლაფაჩი, ნ. სოსელია** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 35-41.

განხილულია დასახლებული ადგილების სასმელი წყლით მომარაგებისას წარმოშობილი პრობლემები და სისტემების ფუნქციონირების პარამეტრების ცვალებადობა, რომლებიც დამოკიდებული არიან სხვადასხვა სიდიდისა და ხარისხის ფაქტორებზე. საქართველოს დასახლებული ადგილების მონაცემების შესწავლისა და გაანალიზების საფუძველზე დადგენილია პარამეტრები (წყლის მოხმარების ნორმები, დანაკარგები ქსელში, დაწნევები, საშუალო დღეღამური ხარჯი, რეზერვუარების ტევადობა და სხვ.) და შედარებულია ისინი საზღვარგარეთის დიდი ქალაქების წყალმომარაგების შესაბამის სიდიდეებთან. შემოთავაზებულია რეკომენდაციები მონაცემთა ექსპერიმენტული გზით მიღების შესახებ და ფაქტობრივი პარამეტრების გაუმჯობესებისათვის.

შპს 551.578

ბმული ღვარცოფის არათანაბარი მოძრაობის მათემატიკური მოდელი. **ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, კ. ბზიავა, ი. კლიმიაშვილი** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 42-45.

ღვარცოფთა მოძრაობის პირობების აღწერა და შესაბამისი განტოლების გამოყვანა მრავალი ფაქტორის ფუნქციას წარმოადგენს. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე და ბმული ღვარცოფის რეოლოგიური ბუნებიდან გამომდინარე მიღებულია დამყარებული მოძრაობის დიფერენციალური განტოლება. შესაბამისი დაშვების საფუძველზე, მიღებული განტოლებიდან გამოყვანილია ბმული ღვარცოფის არათანაბარი მოძრაობის სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულება, რომლის სიდიდე წყლის ნაკადის სიჩქარეზე ნაკლებია და რეოლოგიური პარამეტრების გავლენით არის გამოწვეული.

შპს 551.578

არასტაციონარულობის საფუძველზე ღვარცოფსაცავის მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერების განსაზღვრა. **ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, ი. კლიმიაშვილი** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 46-53.

განხილულია ღვარცოფსაცავის მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერება და არასტაციონარულობის საფუძველზე მიღებულია ღვარცოფსაცავში დაგროვილი ღვარცოფული მასის სიმაღლის, ღვარცოფის ხარჯისა და მისი გადაადგილების სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულებები. მიღებული დამოკიდებულებების საფუძველზე, შესაძლებელია განისაზღვროს მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერება ღვარცოფის ტალღის გავრცელების ზონაში და შეირჩეს შესაბამისი ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა.

შპს 628.2

საქართველოს წყლის რესურსების ოპტიმალური გამოყენების და გარემოს ევოლუტური დაცვის ღონისძიებები. **დ. გუბელაძე, ი. ყრუაშვილი, მ. ნაცვლიშვილი, ი. ინაშვილი, ა. დავითაშვილი** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 54-62.

საქართველო ძალზე მდიდარია წყლის რესურსებით. თუმცა, ზედაპირული წყლების დიდი ნაწილი და რიგ შემთხვევაში, მიწისქვეშა წყლებიც დაბინძურებულია. ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ხარისხის/სისუფთავის კონტროლი ფრაგმენტულ ხასიათს ატარებს, რაც მათი მეტ-ნაკლებად სანდო შეფასების საშუალებას არ იძლევა. თუმცა, ირიბი მონაცემები (მდინარეებში და სხვა წყალსატევებში ჩაშვებული დამბინძურებელ ნივთიერებათა ოდენობა და წყლის-მიერი დაავადებების დინამიკა) საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ წყლის ხარისხი როგორც სასმელი წყლის სისტემებში, ასევე ბუნებაში ხშირად არა-დამაკმაყოფილებელია. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ნიადაგის დაცვის პრობლემა დიდ მნიშვნელობას იძენს მცირემიწიანი ქვეყნისათვის, სადაც ეროზიული

პროცესების, ნიადაგის გაჭუჭყიანებისა და დანაგვიანების, მეორეული დაჭაობებისა და დამლაშების, სასარგებლო წიაღისეულისა და საშენი მასალების ღია წესით მოპოვების, ადამიანის არასწორი სამეურნეო მოქმედების შედეგად დიდია ნიადაგის დანაკარგები.

შაპ 551.578

ღვარცოფულ კერებში ღებროვილი მასის წონასწორობის რღვევის განსაზღვრა ხარისხობრივო უწყვეტობის გამოყენებით. **ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, ი. კლიმიაშვილი** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 63-71.

ღვარცოფსაცავების პარამეტრების ცვლილების კანონზომიერების დადგენა და გაანგარიშების მეთოდების სრულყოფა ისეთ ოპერატიულ საშუალებებს მოითხოვს, რომლის გამოყენებით სრულყოფილად აღწერილი იქნება მასში განთავსებული ღვარცოფული მასის მდგრადობის რღვევისა და დაძვრის პროცესის მექანიზმი. ხარისხობრივი ფუნქციების გამოყენებით მიღებულია ღვარცოფსაცავში დაგროვილი ღვარცოფული მასის სიმაღლის, ღვარცოფის ხარჯისა და მისი გადაადგილების სიჩქარის საანგარიში დამოკიდებულებები. კვლევის შედეგებმა დაადასტურა, რომ თეორიულად და ექსპერიმენტული მასალის საფუძველზე მიღებულ K-ს მნიშვნელობებს შორის განსხვავება არ აღემატება 10%-ს.

შაპ 628.2

წყლის რესურსების დაცვის გადაწყვეტილების მიღების რისკის ალბათური მოდელი. **ზ. მეგრელიშვილი, ლ. თურმანიძე, ზ. კალანდარიშვილი, ნ. დონდოლაძე** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 72-80.

განხილულია გარემოსადმი მიყენებული ზარალის გაანგარიშება, დამყარებული გამოყენებული ბუნებრივი რესურსების რაოდენობის ღირებულებაზე. ნაჩვენებია, რომ ზარალის სხვაობა, წარმოდგენილი მეთოდით და საქართველოს კანონმდებლობის მიხედვით განსხვავდებიან 1,4...250-ჯერ. მოყვანილია წყლის რესურსების დაცვის გადაწყვეტილების მიღების რისკის ალბათური მოდელი. მოცემულია გაანგარიშების შედეგების ცხრილები.

შაპ 628.2

მიწისქვეშა წყლებიდან ჭარბი რკინისა და მარბანეცის მოცილების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. **გ. სოსელია, ნ. სოსელია, თ. კაპანაძე, ს. ჯაფარიძე** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 81-89.

განხილულია სოფ. ანაკლია-განმუხურის სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის გამოსაყენებელი მიწისქვეშა წყლებიდან რკინის Fe^{2+} და მანგანუმის Mn^{2+} ეროდროული მოცილების ან მათი რაოდენობის შემცირების მეთოდი.

2012-13 წლებში ჩატარდა სამრეწველო ექსპერიმენტი, როცა აიგო და დღემდე მუშაობს ნაგებობათა კომპლექსი, რომელიც შედგება ქიმიური ლაბორატორიისგან,

საიდანაც სპეციალური დოზატორებით მიწისქვეშა წყლების დამწნეს მიღს ეწოდება კოაგულანტი $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – 160 მგ/ლიტრამდე – Cl – 1.5 მგ/ლიტრიდან 5 მგ/ლ. შემდეგ წყალი მიეწოდება აერატორს, აქედან სალექარ ავზებს. საშუალოდ ავზში PH-ის 9-10.5 ოდენობით გაზრდის შედეგად ხდება მანგანუმის ტუტე არეში გადაყვანა და წყალში გახსნილი ჟანგბადი ჟანგავს Mn^{2+} -ის ნაერთს, რომელიც ილექება ფილტრებში და პიროლუზიტის დახმარებით რკინასთან ერთად 100%-ით სცილდება წყალს. აღნიშნული მეთოდი გაცილებით იაფია იმ ხერხებთან შედარებით, სადაც კალიუმის პერმანგანატს იყენებენ.

შაკ 591.4

მოლიბდენ-შეელიტური ნარჩენების გამოყენება სამშენებლო მასალებში. **ი. ალბოროვი, ვ. ზაალიშვილი, ს. ბეკუზაროვა, გ. ხუბაევა** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 90-93.

განხილულია OAO „პობედიტის“ მიერ მოლიბდენ-შეელიტური ნარჩენების გამოყენება სამშენებლო მასალებში, რაც მიზანშეწონილია როგორც გარემოს დაცვის თვალსაზრისით, ისე ეკონომიკურად.

შაკ 591.4

მოზარდი პირუტყვის სახორცედ გამოზრდის ტექნოლოგია და ხორცის ხარისხის გაუმჯობესების ბზები. **მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 94-97.

მეძროხეობაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ხორცის და რძის წარმოებას, რომლისგანაც ამზადებენ ისეთ პროდუქტებს, როგორიცაა ყველი, რძეშავა პროდუქტები, კარაქი. დეტალურად არის განხილული ძროხის მოზარდულის გამოზრდის თავისებურებანი და მისაღები პროდუქციის მაღალხარისხოვნება, რაც ესოდენ აუცილებელია მომხმარებლისათვის ჯანსაღ საკვებად. მოცემულია რიგი ფაქტორები და წინადადებები, რაც შემდგომში უზრუნველყოფს მაღალხარისხიანი პროდუქციის მიღებას.

შაკ 591.4

მეპოცვრეობაში გამოყენებული საკვები საშუალებები. **ნ. ორჯანელი, მ. ცინცაძე, ნ. ნატროშვილი** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 98-102.

განხილულია დღევანდელი მოთხოვნილებები. მასში ნათლად არის წარმოდგენილი ყველა ის სარეზერვო ნედლეული, (ზოგი მზა სახით, ზოგი ანარჩენის სახით) რაც წაადგება დღევანდელი მეპოცვრეობის დარგს, რათა მივიღოთ მაღალხარისხიანი ხორცი, ტყავ-ბეწვეული და დარგი იყოს რენტაბელური.

შპს 591.4

მეცხოველეობაში არაბალანსირებული კვების ფაქტორის გავლენა ცხოველების პროდუქტიულობაზე. **მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი, გ. ცქვიტინიძე** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 103-107.

ცხოველთა კვებაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია დაბალანსებული ულუფის მიწოდება ცხოველზე. წინამდებარე ნაშრომში განხილულია არაბალანსირებული კვების ფაქტორის გავლენა ცხოველის პროდუქტიულობაზე.

შპს 591.4

მეფრინველეობაში სარემონტო მოზარდის ზრდის განვითარების ღონამიკა. **მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი, გ. ცქვიტინიძე** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 108-111.

მეფრინველეობაში სარემონტო მოზარდის გამოზრდა, როგორც ნახვევებია მოცემულ სტატიაში, დამოკიდებულია ფრინველთა შენახვის სისტემაზე. ყველაზე კარგი შედეგი აჩვენა შუა იარუსზე მყოფმა მოზარდმა. ამიტომ აღნიშნული კვლევა შეიძლება საფუძვლად დაედოს სარემონტო მოზარდის გამოზრდის დროს.

შპს 72

ბარეოშხნის არქიტექტურული თავისებურებანი. **თ. ქუთათელაძე, გ. ბაგრატიონ-დავითაშვილი** // ჰიდროინჟინერია, №1-2(17-18), 2014, გვ. 112-116.

ძველი თბილისი თავისი ვიწრო ქუჩებით სამიარუსიანი ბაზრის მოედნებით, სახელოსნოებითა და სავაჭრო რიგებით XIX-ის შუაში უკვე არ პასუხობდა ქალაქის მოთხოვნებს, რომელიც თანდათან გადაიქცა ადმინისტრაციულ-ეკონომიკურ და კულტურულ ცენტრად კავკასიაში. ქალაქის კედლის გარეთ დაიწყეს შენობების აგება, ამ რაიონს გარეთუბანს უწოდებდნენ. გარეთუბანი პირობითად დაყოფილი იყო რამოდენიმე უბნად: სოლოლაკი, მთაწმინდა, ვერე, მუხრანბატონის უბანი. იმ დროს შექმნილი საცხოვრებელი სახლების და საზოგადო შენობების უმეტესობა დღეს ქვეყნის კულტურულ მემკვიდრეობას შეადგენს.

SUMMARIES

UDC 628.2

EQUATION AND SOLUTIONS OF THE DYNAMICS OF MOTION OF LANDSLIDES, MUDFLOWS AND OTHER NATURAL, OR MAN-MADE COLLAPSIBLE ROCKS INTO WATER RESERVOIRS. **L. Ghogheliani, E. Khatiashvili, Z. Askurava** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 9-15.

There are considered the processes caused by the action of landslides, mudflows and other natural or man-made collapsible rock massifs motion intruding into a water reservoir. The dynamic equation is derived, which describes the motion of the rock massif, a part of which was submerged in the water prior to the beginning of motion.

Hence, along with Coulomb “dry friction” forces, the paper takes into consideration both frontal hydrodynamic forces and resistance forces produced by the wave resistance of adjoint water masses and seismic phenomena.

Relations are derived, which make it possible to calculate the parameters of collapsed rock sliding motion for the following cases:

- when seismic forces are taken into account and without them;
- the intrusion of a rock massif fully located on the dry land;
- the intrusion of a massif submerged partly or completely in water.

These relations were used for the so-called “design modelling” of the Vajont disaster. The positive results showed the reliability of the derived relations.

UDC 628.356

AERATION CRITERION OF RAPID FLOWS ON THE CHUTE. **L. Gogeliani** // Hydro-engineering. №1-2(17-18), 2014, p. 16-19.

There is presented the strong flow aeration known criterion accuracy attempt of Voinich Syanozhentski in the case, when the lower flow moves faster, than the top and the air is immovable.

UDC 626.823.93

ESTABLISHING OF INTEGRAL CHARACTERISTICS OF CHANNELS CAPACITY. **L. Klimiashvil, D. Gubeladze, D. Gurgenidze, I. Inashvili** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 20-27.

Hydraulic parameters of fluid motion are determined based on the generalization of dependences obtained for calculation of channel flow. The ratio between the turbulent energy and dissipation energy of seepage is determined similarly to the Reynolds criterion. Dependence for the determination of hydraulic resistance coefficient of the flow is obtained. A relationship between the channel flow and induced characteristics is revealed.

UDC 628.113

METHODOLOGY OF MOUNTAINOUS TERRAIN USE WITH THE PURPOSE OF WATER-TRANSPORTATION EFFECT. **L. Klimiashvil, G. Soselia, T. Kapanadze, N. Soselia** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 28-34.

Fresh waters are represented on the mountainous terrain of our country at different marks with great capacity for spring collection and organized branching. Element, treated on the base of the water jet-pumps are used on the principle of the ejector. Dual-phase operation fluid and accompanying or captured liquid convergence and then with the movement of both fluid at the expense of maintaining the pressure. Working fluid pressure is always greater, than second phase fluid pressure. That is not regulated, it might be equal to $P=1\div5\text{kg.P/cm}^2$ and is always positive.

UDC. 628.1

THE PROBLEMS OF DRINKING WATER-SUPPLY IN GEORGIA. **N. Natsvlishvili, M. Natsvlishvili, N. Lapachi, N. Soselia** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 35-41.

There are considered the problems of human settlements, during the water-supply and variability of functioning of systems, which depend on different factors. Based on the study and analysis of human settlements established parameters (consumption rate of water, loss in the network, the pressure, the average daily flow capacity of the container, etc.) were compared with the corresponding parameters of the water-supply of large cities around the world. There are proposed recommendations for obtaining data by experiment and for improving the actual parameters.

UDC 551.578

MATHEMATICAL MODEL OF NON-UNIFORM MOTION OF DEBRIS-FLOW. **I. Kruashvili, E. Kukhalashvili, I. Inashvili, K. Bziava, I. Klimiashvili** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 42-45.

Description of motion conditions of debris-flow and excretion of the relevant equations is a function of many factors. Based on the carried out researches and rheological nature of debris-flow, there was obtained differential equation of steady motion. Given appropriate assumptions we obtained calculated dependence of the velocity of non-uniform motion of debris-flow, which value is less, than water flow velocity and is caused by the influence of rheological parameters.

UDC 551.578

DETERMINATION REGULARITY OF DEBRIS-FLOW ORIGINAL SITE CHARACTERISTICS ON THE BASIS OF NON-STATIONARITY. **I. Kruashvili, E. Kukhalashvili, I. Inashvili, I. Klimiashvili** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 46-53.

There is discussed the regularity of debris-flow original site characteristics. On the basis of non-stationarity there are received the calculated dependences of the debris-flow original sites mass height, discharge and speed of movement. On the basis of the obtained equations, it is quite possible

to define the regularity of changes in the zone of the wave propagation and to choose the appropriate construction against debris-flow.

UDC 628.2

MEASURES OF THE OPTIMAL USE OF WATER RESOURCES AND EFFECTIVE PROTECTION OF THE ENVIRONMENT OF GEORGIA. **D. Gubeladze, I. Kruashvili, M. Natsvlashvili, I. Inashvili, A. Davitashvili** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 54-62.

Georgia is very rich in water resources. However, in some cases, ground - water and surface-waters are too polluted. Quality (purity) control of surface and ground - waters are fragmented and does not allow a more or less reliable estimate. However, indirect data (the amount of pollutants discharged into rivers and other water-bodies and dynamics of water-borne diseases) suggest, that the quality of water, as a drinking water-supply system, as well as in nature is often unsatisfactory.

In addition, it should be noted, that the problem of the protection of the soil takes great importance in land-hungry country, where erosion, pollution and contamination of soil, salinization and secondary waterlogging, production of building materials, open-pit mining methods and improper human activities cause large losses of soil.

UDC 551.578

DEFINITION OF THE DISTURBED EQUILIBRIUM OF DEBRIS-FLOW MASS ACCUMULATED IN THE DEBRIS-FLOW'S ORIGINAL SITE, USING OF DEGREE FUNCTION. **I. Kruashvili, E. Kukhalashvili, I. Inashvili, I. Klimiashvili** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 63-71.

Establishing patterns of change in the parameters of the debris-flow's original site and improvement of calculation methods require the use of such operational tools, which will probably full description of the mechanism of fracture stability and the process of shifting debris-flow mass. In the paper, using the degree functions, there are obtained the calculated dependences for determination of the debris-flow mass' height in the debris-flow's original site, debris-flow discharge and moving velocity. The study results confirmed, that the difference between values K , obtained on the basis of theoretical and experimental research, does not exceed 10%.

UDC 628.2

STOCHASTIC MODEL OF RISK FOR MAKING DECISIONS OF DEFENDING WATER RESOURCES. **Z. Megrelishvili, L. Turmanidze, Z. Kalandarishvili, N. Dondoladze** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 72-80.

There is considered the calculation of damage done to the environment and based on the cost of used natural resources. There is shown, that the damage, calculated according to the proposed method and according to the legislation of Georgia differ in 1,4...250 times. There is given the stochastic model for making decisions on defending water resources. There are given the calculation tables of the results.

UDC 628.2

THE PILOT RESEARCH RESULTS OF UNDERGROUND WATERS' EXCESS IRON AND MANGANESE DETACHMENT. **G. Soselia, N. Soselia, T. Kapanadze, S. Japaridze** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 81-89.

There is discussed iron (Fe^{2+}) and manganese (Mn^{2+}) simultaneous detachment or their quantity lessening method from potable-economic underground waters, for villages Anaklia and Ganmukhuri.

The agricultural experiment, conducted in 2012-2013, when facility complexes were built and which are working until now, is composed of chemical laboratory from where dosing equipments supply coagulant to underground pressure pipelines ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – 160 mg/l, Cl – 1.5 mg/l up to 5 mg/l). Water is delivered to aerator and from there to sedimentary tanks. In the intermediate tank, based on PH extension by 9-10.5 quantity, Manganese is transformed into alkali condition, where in water dissolved oxygen, oxidizes (Mn^{2+}) composition, which itself is settled in filters and by aid of polianite, together with Iron, detaches from water (100%). Above-mentioned method is less expensive, than methods where potassium permanganate is used.

UDC 591.4

USE OF MOLYBDENUM-SCHEELITE WASTE (MATERIALS) IN BUILDING MATERIALS. **I. Alborov, V. Zaalishvili, S. Bekuzarov, G. Khubaev** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 90-93.

There is considered molybdenum-scheelite waste (materials) JSC (Joint Stock Company) “Pobedit” waste materials in building materials, which are expediently not only point of view for protection surroundings, but also are economical profitable for the enterprises.

UDC 591.4

MEAT GROWTH TECHNOLOGY OF YOUNG CATTLE AND IMPROVEMENT WAYS OF MEAT PRODUCT. **M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 94-97.

The main importance is given to produce meat and dairy products in cattle breeding, where are produced: cheese, lactic acid products, butter etc.

There are given in detail features of growing of young cow and high quality of received product, that are very necessary for customers, as healthy food.

Also there are given some factors and recommendations, that will supply to receive high quality products.

UDC 591.4

MEANS OF FOOD IN RABBIT BREEDING. **N. Orjaneli, M. Tsintsadze, N. Natroshvili** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 98-102.

The article is given according to present requirements of receiving products. All reserve raw material and some remains ones are presented, that helps to current rabbit breeding in order to receive high quality of product.

UDC 591.4

INFLUENCE OF UNBALANCED NUTRITIONAL FACTORS ON LIVE-STOCK PRODUCTIVITY. **M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili, G. Tskvitinidze** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 103-107.

One of the most important factors in animal's nutrition is to supply animal with balanced portion. In the present articles there is discussed about influence of unbalanced nutritional factors on live-stock productivity.

UDC 591.4

THE GROWTH DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF THE POULTRY REARING BIRDS. **M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili, G. Tskvitinidze** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 108-111.

As it is shown in the article the rising of poultry rearing birds depends on bird's storage system. The best result was shown in the middle tier of being a rearing bird. Accordingly this research can be base of rising rearing birds.

UDC 72

ARCHITECTURAL FEATURES OF GARETUBANI. **T. Kutateladze, G. Bagration-Davitashvili** // Hydroengineering. №1-2(17-18), 2014, p. 112-116.

In the middle of XIX century, old Tbilisi with its narrow streets, three-level market squares, workshops and trade rows already had not answered to the requirements of the city, which step by step turned into administrative-economic and cultural centre in the Caucasus. Construction of buildings had been started outside the city wall, this district was named Garetubani. Conventionally Garetubani was divided into several districts: Sololaki, Mtatzminda, Vere, Mukhranbatoni district. Most of the dwelling houses and public buildings, created at that time today are the cultural heritages of the Country.

РЕФЕРАТЫ

УДК 628.2

УРАВНЕНИЕ ДИНАМИКИ ВТОРЖЕНИЯ В ВОДОЕМЫ ОПОЛЗНЕВЫХ, СЕЛЕВЫХ И ДРУГИХ ВИДОВ ОБРУШАЮЩИХСЯ ПОРОД И ЕГО РЕШЕНИЕ. Гогелиани Л.Д., Хатиашвили Э.Б., Аскурава З.И. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 9-15.

Рассмотрены процессы вторжения в водоемы различных природных или искусственных масс, вызванных движением обрушенных пород.

Составлено уравнение динамики, описывающее движение такого массива, часть которого еще до начала движения находится под водой. Поэтому вместе с силами «сухого» трения Кулона рассмотрено воздействие как лобового динамического, так и волнового сопротивления и сейсмических сил массы присоединенных вод.

Получены расчетные зависимости, с помощью которых можно определить параметры движения обрушенных масс для следующих случаев:

- с учетом и без учета сейсмических сил;
- когда обрушение массива происходит полностью на суше;
- когда внедрение массива частично и полностью подводное.

По полученным зависимостям выполнено, так называемое, «расчетное моделирование» произошедшей на Ваионтском водохранилище катастрофы.

Результаты подтвердили надежность методики.

УДК 628.356

КРИТЕРИЙ АЭРАЦИИ БУРНОГО ПОТОКА НА БЫСТРОТОКАХ. Гогелиани Л.Д. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 16-19.

В статье дается попытка уточнения критерия аэрации бурных потоков на быстротоке, полученного Т.Г. Войнич-Сяноженским, для случая, когда нижний поток движется с большей скоростью чем верхний, а воздушная среда практически неподвижна.

УДК 626.823.93

УСТАНОВЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РУСЛА. Климиашвили Л.Д., Губеладзе Д.О., Гургенидзе Д.Р., Инашвили И.Д. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 20-27.

В труде на основе обобщения установленного соответствия для расчета руслового потока определены гидравлические параметры движения жидкости. Аналогично критерию Рейнольдса установлено соотношение между турбулентной энергией потока и диссипационной энергией фильтрационного течения. Принято соотношение для определения коэффици-

ента гидравлического сопротивления. Выявлена взаимосвязь между русловыми и индуцированными характеристиками.

УДК 628.1

МЕТОДОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЛЬЕФА С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ВОДЫ. Климиашвили Л.Д., Соселия Г.А., Капанадзе Т.К., Соселия Н.Г. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 28-34.

Гористый рельеф Грузии представлен довольно большим количеством источников пресной воды, расположенных на разных отметках.

Для организованной проводки этих источников до основного водотока использован принцип эжекции: совпадением двух фаз рабочей жидкости – основной и податливой или влекомой – и дальнейшим перемещением двух жидкостей сохраняется напор в водотоке.

Давление рабочей жидкости всегда больше давления жидкости второй фазы. Оно не регламентировано, может быть равным $P=1\div5$ кг/см² и всегда положительным.

УДК 628.1

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ В ГРУЗИИ. Нацвлишвили Н.В., Нацвлишвили М.Н., Лафачи Н.Р., Соселия Н.Г. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 35-41.

Рассмотрены проблемы населенных пунктов при водоснабжении и изменчивости параметров функционирования систем, которые зависят от разных факторов. На основе изучения и анализа данных населенных пунктов установленные параметры (нормы потребления воды, потери в сети, напоры, средний суточный расход, емкость резервуара и т.д.) были сравнены с соответствующими параметрами водоснабжения больших городов разных стран. Предложены рекомендации по получению данных путем эксперимента и по улучшению фактических параметров.

УДК 551.578

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕРАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ СВЯЗНОГО СЕЛЯ. Круашвили И.Г., Кухалашвили Э.Г., Инашвили И.Д., Бзиава К.Н., Климиашвили И.Л. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 42-45.

Описание условий движения селей и выведение соответствующих уравнений является функцией многих факторов. На основе проведенных исследований, исходя из реологической природы селя, получено дифференциальное уравнение установившегося движения. С учетом соответствующих допущений принята расчетная зависимость скорости неравномерного движения селя, значение которого меньше скорости водного потока и вызвано влиянием реологических параметров.

УДК551.578

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЕХРАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ. Круашвили И.Г., Кухалашвили Е.Г., Инашвили И.Д., Климиашвили И.Л. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 46-53.

Рассмотрены закономерности изменения характеристик селехранилища и на основе нестационарности получены расчетные зависимости для определения высоты селевой массы в селеочагах, селевого расхода и скорости перемещения. На основе полученных зависимостей возможно определить закономерность изменения характеристик в зоне распространения волны селя и подобрать соответствующую противоселевую конструкцию.

УДК 628.2

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОПТИМАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭФФЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГРУЗИИ. Губеладзе Д.О., Круашвили И.Г., Нацвлишвили М.Н., Инашвили И.Д., Давиташвили А.Н. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 54-62.

Грузия богата водными ресурсами. Тем не менее, в некоторых случаях, подземные и поверхностные воды слишком загрязнены. Контроль качества/чистоты поверхностных и подземных вод носит фрагментарный характер и не позволяет сделать более или менее надежную оценку. Однако косвенные данные (количество загрязняющих веществ, сбрасываемых в реки и другие водоемы, и динамика заболеваний, передаваемых через воду) позволяют сделать вывод, что качество воды, как в системах питьевого водоснабжения, так и в природе, часто неудовлетворительно.

Кроме того, следует отметить, что проблема защиты почвы имеет большое значение в малоземельной стране, где эрозия, загрязнение и засорение почвы, засоление и вторичное заболачивание, добыча строительных материалов и полезных ископаемых открытым способом и неправильная деятельность человека вызывают большие потери земли.

УДК 551.578

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАРУШЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ СЕЛЕВОЙ МАССЫ, НАКОПЛЕННОЙ В СЕЛЕОЧАГАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТЕПЕННЫХ ФУНКЦИЙ. Круашвили И.Г., Кухалашвили Э.Г., Инашвили И.Д., Климиашвили И.Л. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 63-71.

Установление закономерности изменения параметров селехранилищ и усовершенствование методов расчета требуют таких оперативных средств, применением которых будет возможно полноценное описание механизма разрушения устойчивости и процесса сдвига селевой массы. В статье, с применением степенных функций, получены расчетные зависимости для определения высоты селевой массы в селеочагах, селевого расхода и скорости перемещения. Результаты исследования подтвердили, что разница между значениями K , полученными на основе теоретических и экспериментальных исследований, не превышает 10%.

УДК 628.2

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ РИСКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ. Мегрелишвили З.Н., Турманидзе Л.Т., Каландаришвили З.Н., Дондоладзе Н.Г. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 72-80.

Рассмотрен расчет ущерба, причиненного окружающей среде, основанный на стоимости использованных природных ресурсов. Показано, что ущербы, рассчитанные по предложенной методике и по законодательству Грузии, отличаются в 1,4...250 раз. Дана вероятностная модель принятия решений по охране водных ресурсов. Приведены таблицы результатов расчета.

УДК 628.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО УСТРАНЕНИЮ ИЗБЫТОЧНОГО ЖЕЛЕЗА И МАГНИЯ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД. Соселия Г.А., Соселия Н.Г., Капанадзе Т.К., Джапаридзе С.Ф. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 81-89.

Рассмотрен метод одновременного устранения или уменьшения количества железа Fe^{2+} и магния Mn^{2+} из подземных вод с целью их применения для хозяйственно-питьевых нужд сел Анаклия-Ганмухури.

В 12012-13 г.г. был проведен промышленный эксперимент, когда был построен комплекс сооружений, состоящий из химической лаборатории и работающий до сегодняшнего дня. В указанной лаборатории в напорный водовод подземных вод специальными дозаторами подается коагулянт $Al_2(SO_4)_3$ - 160 мг.л, Cl -1.5 мг.л-5 мг.л. Потом вода подается аэратору и дальше отстойным бассейнам. В промежуточном бассейне путем повышения pH до 9-10.5, магний переходит в щелочное поле, и растворенный в воде кислород окисляет соединения магния, которые осаждаются в фильтрах и с помощью пиролюзита вместе с железом устраняются из воды на 100 %.

Применение указанного метода значительно дешевле, по сравнению с другими способами, где используется перманганат калия.

УДК 591.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛИБДЕНО-ШЕЕЛИТОВЫХ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ. Алборов И.Д., Заалишвили В.Б., Бекузарова С.А., Хубаева Г.П. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 90-93.

Рассмотрено применение молибдено-шеелитовых отходов ОАО «Победит» в строительных материалах, что целесообразно не только с точки зрения охраны окружающей среды, но и экономически выгодно для предприятия.

УДК 591.4

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЯСА В ТЕХНОЛОГИИ МЯСНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА. Цинцадзе М.А., Орджанели Н.М., Натрошвили Н.Н. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 94-97.

Производству мяса и молока в животноводстве уделяется большое внимание, т.к. из них готовят такие продукты как сыр, кисломолочные продукты, масло.

В работе детально рассмотрены особенности выращивания молодняка коров, а также высокопродуктивности получаемых продуктов, которые так необходимы для здорового питания потребителей.

Изложены факторы и предложения, которые в дальнейшем обеспечат получение высококачественных продуктов.

УДК 591.4

СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КОРМЛЕНИИ КРОЛИКОВОДСТВА. Орджанели Н.М., Цинцадзе М.А., Натрошвили Н.Н. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 98-102.

Работа выполнена с учетом современных запросов. В ней ясно указано резервное сырье: некоторое в готовом виде, а некоторое в виде остатков. Все это можно будет использовать в кролиководстве, с целью получения качественного мяса, шкурок и меха для обеспечения рентабельности отрасли.

УДК 591.4

ВЛИЯНИЕ НЕСБАЛАНСИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ. Цинцадзе М.А., Орджанели Н.М., Натрошвили Н.Н., Цквитинидзе Г.А. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 103-107.

Одним из важнейших факторов в питании животных является кормление их несбалансированным кормом. В настоящем труде рассмотрено влияние несбалансированного кормления на продуктивность сельскохозяйственных животных

УДК 591.4

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА В ПТИЦЕВОДСТВЕ. Цинцадзе М.А., Орджанели Н.М., Натрошвили Н.Н., Цквитинидзе Г.А. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 108-111.

Выращивание ремонтного молодняка в птицеводстве, как видно из статьи, зависит от системы его содержания. Лучший результат был получен при содержании молодняка на среднем ярусе. Поэтому результаты данного исследования могут быть использованы при выращивании молодняка с.х. птиц.

УДК 72

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГАРЕТУБАНИ. Кутателадзе Т.Г., Багратион-Давиташвили Г.Н. // Гидроинженерия, №1-2(17-18), 2014, с. 112-116.

Старый Тбилиси своими узкими улицами, трехъярусными рыночными площадями, мастерскими и торговыми рядами в середине XIX века уже не отвечал требованиям города, который постепенно превратился в административно-экономически и культурный центр на Кавказе. За городской стеной начали строительство зданий, этот район называли Гаретубани. Условно Гаретубани был разделен на несколько участков: Сололаки, Мтацминда, Вере, Мухранбатониский округ. Большинство жилых домов и общественных зданий, созданных в то время, сегодня являются культурным наследием страны.

რედაქტორები: ი. სემიკინა, მ. პრეობრაჟენსკაია, დ. ქურიძე
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ხ. უნგიაძის

გადაეცა წარმოებას 01.10.2014. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.12.2014. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 8,5.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent