

UDC 622.648 : 532.595

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-3-141-149>

მრავალსაფეხურიანი სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების სქემები

ლეონ მახარაძე სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: lmakharadze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ა. ბეჟანიშვილი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: bezhanishvili@gmail.com

ნ. მოლოდინი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: nor_mol@mail.ru

ანოტაცია. ნაშრომში განხილულია სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების (პულსადენების) მუშაობის ფუნდამენტური კვლევების (შესრულებულია გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში), შედეგად მიღებული გადაწყვეტები. კვლევები შესრულებულია როგორც ლაბორატორიულ, ნახევრად სამრეწველო ექსპერიმენტულ დანადგარებზე, ისე მრავალ მსხვილ სამრეწველო სისტემაზე. აღნიშნული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ შესწავლილი სისტემების ეფექტურობა განსაკუთრებით იზრდება მყარი ფხვიერი მასალების ჰიდროსატრანსპორტირების მანძილის გაზრდით, კერძოდ კი პულსადენების შემთხვევაში, როდესაც მილსადენში იზრდება ჰიდროაერონარევი ფხვიერი მყარი მასალის კონცენტრაცია. იმის გამო, რომ

ჰიდროაერონარევის ტრანსპორტირებისათვის გამოყენებული გრუნტის ცენტრიდანული ტუმბოები შედარებით დაბალ წნევებს ავითარებს, შესწავლილი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემები, როგორც წესი, მრავალსაფეხურიანია. ამიტომ აუცილებელია მაგისტრალურ მილსადენში ტუმბოების მიმდევრობით ჩართვა, ან მაგისტრალური სისტემა უნდა შედგებოდეს რამდენიმე ცალკეული სისტემებისაგან, რაც ართულებს მის ექსპლუატაციას და აუარესებს ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს. ექსპლუატაციის თავისებურებებიდან გამომდინარე, ყველაზე რთულია პულსადენები, ვინაიდან მათი ექსპლუატაციის დროს ძალზე ხშირად წარმოიქმნება ჰიდრაული დარტყმები, რაც ყველაზე ცუდ გავლენას ახდენს ანალოგიური სისტემების ეფექტურობაზე. აქედან გამომდინარე, წინამდებარე ნაშრომში განხი-

ლულია მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების სქემები, რომლებიც აღჭურვილია ისეთი აუცილებელი მოწყობილობებით, რომლებიც იძლევა ამგვარი სისტემების მდგრადი ექსპლუატაციის საშუალებას, მაქსიმალური ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით.

საკვანძო სიტყვები: მაგისტრალური; მდგრადი ექსპლუატაცია; მრავალსაფეხურიანი; პულსადენი; სადაწნეო; ტექნიკურ-ეკონომიკური; ჰიდროსატრანსპორტო სისტემები; ჰიდრავლიკური დარტყმები.

შესავალი

მილსადენმა ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებმა დიდი სისწრაფით განვითარება დაიწყო გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან. განსაკუთრებით ეს ხდებოდა სამთო და სამთამადნო მრეწველობაში, როდესაც იგი გამოიყენებოდა ფხვიერი მყარი მასალების, როგორც სასარგებლო წიაღისეულის, ასევე ფუჭი ქანების ჰიდროტრანსპორტირებისათვის საკმაოდ დიდ მანძილებზე. ამავე პერიოდში დაიწყო მისი გამოყენება საქართველოშიც, კერძოდ ჭიათურაში, მადნეულსა და ტყიბულში. შესაბამისად, ამავე პერიოდში დაიწყო კვლევები გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტშიც, როდესაც ქ. ტყიბულსა და ქ. თბილისში შეიქმნა ნახევრად სამრეწველო ექსპერიმენტული დანადგარები, რომლებიც საუკეთესოდ იქნენ აღიარებული ყოფილ საბჭოთა კავშირში და რომლებზეც შეიძლებოდა პრაქტიკულად ყველა საკითხის შესწავლა, რაც აქტუალური იყო მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების – პულსადენების სამრეწველო პი-

რობებში ექსპლუატაციისათვის. ასეთი საკითხები კი მრავლად იყო სადაწნეო მილსადენებით სამფაზიანი ჰიდროაერონარეების – პულპის ტრანსპორტირების დროს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი მოწინავედ იქნა აღიარებული საბჭოთა კავშირში. კვლევები შესრულდა საბჭოთა კავშირის პრაქტიკულად ყველა მსხვილ სამრეწველო სისტემაზე. ორი მიმართულებით კი აღნიშნული ინსტიტუტი სათავედ იქნა აღიარებული. ეს ის მიმართულებებია, რომლებიც ძირითადად სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებისათვის: ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების ჰიდრავლიკური დარტყმებისაგან დაცვა და ამავე სისტემების ჰიდროაბრაზიული ცვეთა და მის წინააღმდეგ ბრძოლა. ორივე მიმართულებით შექმნილია ნორმატიული დოკუმენტი BCH 01-81 და BCH 01-84 [1-9].

გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში შესრულებულია ფუნდამენტური კვლევები, რომლებიც მოიცავს პულსადენებთან დაკავშირებულ ყველა დასაშვებ ვარიანტს: ა) მრავალსაფეხურიანი სისტემები ცენტრიდანული გრუნტის ტუმბოების მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართვით; ბ) მრავალსაფეხურიანი სისტემები ჰიდრონარევის ნაკადის გაწყვეტით; გ) სამილსადენო არმატურის სხვადასხვა სახეობის გამოყენებით; დ) ჰიდრავლიკური დარტყმებისაგან დაცვის სახვადასხვა მოწყობილობით; ე) მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული გრუნტის ტუმბოების ამუშავებისა და გაჩერებების სხვადასხვა ვარიანტით; ვ) მილსადენი მაგისტრალის მიწის ზემოთ და მიწის ქვეშ განთავსებით (სამრეწველო პირობებში).

ნაშრომში განხილული და რეკომენდებულია სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების, ძირითადად პულსსადენების სქემები, რომლებიც დადგენილია ზემოთ ჩამოთვლილი სამუშაოებიდან მიღებული შედეგების განზოგადებით, რომელთა განხორციელებით შეიძლება მიღწეულ იქნეს ანალოგიური სისტემების მდგრადი ექსპლუატაცია მაქსიმალური ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლებით. მათი ორიგინალურობა (სიახლე) და სარგებლიანობა დადასტურებულია საქართველოს პატენტით [10].

ძირითადი ნაწილი

სადაწნეო მაგისტრალური სისტემების, ექსპლუატაციის თავისებურებებიდან გამომდინარე, ყველაზე რთულია პულსსადენები, რომელთაც ყველაზე დიდი გამოყენება აქვთ სამთო საქმეში მყარი ფხვიერი მასალების ჰიდროტრანსპორტირებისას.

ანალოგიურ სისტემებში განსაკუთრებულ შემთხვევებში (ტუმბოების ელექტროამძრავებისადმი ელექტროენერჯის მიწოდების უეცარი შეწყვეტა და ასევე უეცარი მიწოდება დროის მცირე ინტერვალის განმავლობაში; მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების ამუშავებისა და გაჩერების ოპტიმალური თანამიმდევრობის დარღვევა; მაგისტრალურ მილსადენში მიმდევრობით ჩართული ერთი ან რამდენიმე ტუმბოს რეჟიმის დარღვევა ან მწყობრიდან გამოსვლა; მიწოდებული ჰიდროაერონარევის ნაკადის გაწყვეტა სათავო (შემწოვი) ტუმბოს შემწოვ მილსა ან მილსადენი მაგისტრალის ნებისმიერ წერტილში რთული პროფილის დროს და ა.შ.) მოსალოდნელია არასტაციონარული პროცესების (პირდა-

პირი და არაპირდაპირი ჰიდრავლიკური დარტყმების) წარმოქმნა, როდესაც ხდება წნევის უეცარი მომატება (გაზრდა) და კონკრეტული პირობებიდან გამომდინარე, ხდება სერიოზული ავარიები, რომლებიც განაპირობებს მილსადენების, ტუმბოების, სამილსადენო არმატურის მწყობრიდან გამოსვლას, იწვევს გარემოს დაზინძურებას. ყოველივე ამის თავიდან ასაცილებლად გამოიყენება მრავალი მოწყობილობა (საშუალება) და ხერხი. კერძოდ, მაგისტრალის სიგრძესა და რელიეფზე დამოკიდებულებით, გარკვეული ინტერვალით ამონტაჟებენ საკვალთებს და ე.წ. ონკანებს, რომ ავარიის შემთხვევაში შეძლონ ცელკეული უბნების გადაკეტვა (მაგისტრალიდან იზოლირება) და ავარიების შედეგების ლიკვიდაცია.

ასეთი ღონისძიებების დიდი ნაკლია ის, რომ საკვალთები და სახაზო ონკანები ვერ რეაგირებენ სწრაფად მიმდინარე პროცესებზე, არ არიან ავტომატურად თვითმართვადი, გაღებისა და დაკეტვისათვის სჭირდება დიდი დრო და მათი მართვა ხდება სატუმბო ან ცენტრალური მართვას სადგურებიდან. ცხადია, ისინი ვერ შეძლებენ არასტაციონარული პროცესების მართვას სადგურებიდან. ამდენად, ისინი ვერ შეძლებენ არასტაციონარული პროცესების წარმოქმნის თავიდან აცილებას.

არსებობს სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების ჰიდრავლიკური დარტყმებისაგან დაცვის სქემები, რომლებიც შეიცავს ცალმხრივი და ორმხრივი მოქმედების უკუსარკვლებს, შემშვებ-გამომშვებ სარკვლებს (ვანტუზებს), გამომშვებ მილყელებს საკვალთით.

ასეთი სქემების უარყოფითი მხარეებია:

ა) უკუსარქვლები განთავსებულია მხოლოდ საჭირხნ მილსადენებზე, ტუმბოების სიახლოვეს. ამდენად უკუსარქვლები ვერ დაყოფენ სიგრძეზე მაგისტრალურ მილსადენს სექციებად და, შესაბამისად, ვერ შეაჩერებენ არასტაციონარული პროცესების განვითარებას მთელ მაგისტრალში;

ბ) წინა პუნქტში განხილული უარყოფითი მხარის გამო, უკუსარქვლები უკუნაკადის ჩამკეტ ორგანოსთან შეჯახებისას ხშირად თვითონ ხდება ჰიდრავლიკური დარტყმების წარმოქმნის მიზეზი, რადგან მათ დაკეტვაში მონაწილეობს მთელ მაგისტრალში არსებული თხევადი მასა უკუნაკადის სახით. სწორედ ეს განაპირობებს ჰიდრავლიკური დარტყმების დამცავი სხვა უფრო ეფექტური საშუალების გამოყენების აუცილებლობას მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის წნევების უცრად გაზრდისაგან დასაცავად.

სადაწნო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის მიერ შემოთავაზებული შესრულების დროს შესაძლებელია აღმოიფხვრას ცნობილი ანალოგებისათვის დამახასიათებელი უარყოფითი მხარეები, გაიზარდოს საიმედოობა და ეფექტურობა ანუ თავიდან ავირიდოთ არასტაციონარული პროცესების წარმოქმნისა და განვითარების საშიშროება, რაც მიიღწევა მილსადენი მაგისტრალის მთელი სიგრძის დაყოფით მონაკვეთებად უკუსარქვლების საშუალებით, რომელთა ოპტიმალური რაოდენობა შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი პირობის დაცვით

$$n \leq \frac{0,25 \cdot \Delta H}{\sum_{\xi_{\text{უ.ს.}}} \frac{v^2}{2g}}, \quad (1)$$

სადაც n არის უკუსარქვლების რაოდენობა; v – საჭირხნ მილსადენში ტრანსპორტირებული თხევადი ჰიდროაერონარევის თხევადი მასის მოძრაობის სიჩქარე ნორმალური დამყარებული რეჟიმის დროს, მ/წმ; $\sum_{\xi_{\text{უ.ს.}}} \frac{v^2}{2g}$ – წნევის დანაკარგი უკუსარქვლებში, მ; ΔH – მაგისტრალური მილსადენის მთელ სიგრძეზე წინააღმდეგობის (სწორხაზოვან ნაწილზე სხვა ყველა ადგილობრივ წინააღმდეგობაზე გარდა უკუსარქვლებისა) გადასალახავად დახარჯული წნევის ჯამური დანაკარგი, მ.

მაგისტრალური მილსადენის მთელი სიგრძის უკუსარქვლების საშუალებით თანაბარ სიგრძის მონაკვეთებად დაყოფა იქნება ამ სისტემის მდგრადი მუშაობის მყარი გარანტია გარდამავალი რეჟიმებისა და დაუმყარებელი პროცესების განვითარების ყველა შემთხვევაში. კერძოდ:

ა) სისტემის ამუშავებისას (ტუმბოების ამუშავებისას) თავიდან იქნება აცილებული საჭირხნ მილსადენში თხევადი მასის სწრაფი გაქანება, რადგან მაგისტრალის გასწვრივ განთავსებული უკუსარქვლები არ მისცემს საშუალებას თხევად ნაკადს სწრაფად დაიწყოს მოძრაობა ნორმალურთან მიახლოებული სიჩქარით, ანუ არ მოხდება ტუმბოს ამუშავებისას სიჩქარის სწრაფი ცვლილება 0-დან V_0 -მდე (V_0 არის საჭირხნ მილსადენში თხევადი მასის მოძრაობის სიჩქარე ნორმალური, დამყარებული რეჟიმის დროს). შესაბამისად, წნევა დამყარებული რეჟიმის წნევასთან შედარებით, მნიშვნელოვნად არ გაიზრდება;

ბ) ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების გაჩერებისას ანუ ტუმბოების გამორთვისას, წნევები მნიშვნელოვნად არ გაიზრდება, რადგან მაგისტრალის გასწვრივ განთავსებული უკუსარქვლები მილსადენი

მაგისტრალის ნებისმიერი პროფილის შემთხვევაში (სითხის მიწოდების - დაჭირხვნის დიდი გეომეტრიული სიმაღლის, აღმავალი და დაღმავალი უბნების, მკვეთრი გადატეხის წერტილების არსებობის შემთხვევაში), უკუნაკადებს დიდი სიჩქარით გაქანების შესაძლებლობას არ მისცემს და, შესაბამისად, არც წნევები გაიზრდება მნიშვნელოვნად;

გ) სისტემა ეფექტურად იმუშავებს დაუმყარებელი პროცესის ნებისმიერ შემთხვევაში წარმოქმნის დროს (ტუმბოებისადმი ელექტროენერჯის მიწოდების უეცარი შეწყვეტისა და ასევე უეცრად აღდგენისას, ტუმბოების მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართვისას რომელიმე მათგანის რეჟიმის დარღვევისას, თხევადი მასის ნაკადის გაწყვეტისას მილსადენი მაგისტრალის ნებისმიერ კვეთში და ა.შ.), განსაკუთრებით რთული რელიეფის შემთხვევაში (მილსადენი მაგისტრალის რთული პროფილის შემთხვევაში) ნაკადის გაწყვეტისას, მილსადენის მკვეთრი გადატეხის ადგილებში, ან მისი მოწყვეტისას უკუსარქვლის დაკეტვის დროს.

ზემოთ ჩამოთვლილი გარემოებები განაპირობებს ჩვენ მიერ ახალი გადაწყვეტების დადებით ტექნიკურ შედეგს და მათ უპირატესობას არსებულ ანალოგებთან შედარებით. იგი მიიღწევა იმით, რომ ხდება მაგისტრალური მილსადენის მთელ სიგრძეზე უკუსარქვლების საშუალებით დაყოფა თანაბარი სიგრძის მონაკვეთებად.

ცხადია, რაც მეტად იქნება მილსადენი მაგისტრალი დაყოფილი ცალკეულ სექციებად, მით მეტი იქნება ეფექტი. მაგრამ ასევე ცხადია, რომ ტექნიკურად და ეკონომიკურად დაუმუშავებელია მისი სექციებად უსასრულოდ დიდი რაოდენობით დაყოფა, რადგან უკუსარქვლების რაოდენობის გაზრდასთან

ერთად, შესაბამისად იზრდება მილსადენი მაგისტრალის წინააღმდეგობა და მის გადასალახავად საჭირო ენერჯის დანახარჯი. გარდა ამისა, მნიშვნელოვნად იზრდება თვით სისტემის, მისი მონტაჟისა და ექსპლუატაციის ღირებულება. ამდენად, შემოთავაზებული სქემების განხორციელება მიზანშეწონილი იქნება, თუ მაგისტრალური მილსადენის მთელ სიგრძეზე განთავსებული უკუსარქვლების რაოდენობა ოპტიმალური იქნება. იგი, უპირველეს ყოვლისა, უნდა განისაზღვროს ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის ჰიდრავლიკური გაანგარიშებიდან გამომდინარე, ანუ იმ პირობიდან, რომ წნევის ჯამური დანაკარგები, უკუსარქვლების, როგორც ადგილობრივი წინააღმდეგობების გადალახვაზე, არ უნდა აღემატებოდეს 25-30%-ს წნევის საერთო დანაკარგებს მთელ მილსადენ მაგისტრალში, ე.ი. დაცული უნდა იყოს პირობა, რომელსაც (1)-დან გამომდინარე ექნება სახე

$$\Delta h_{\text{ტ.ბ.}} = 0,25\Delta H = n \sum \xi_{\text{ტ.ბ.}} \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

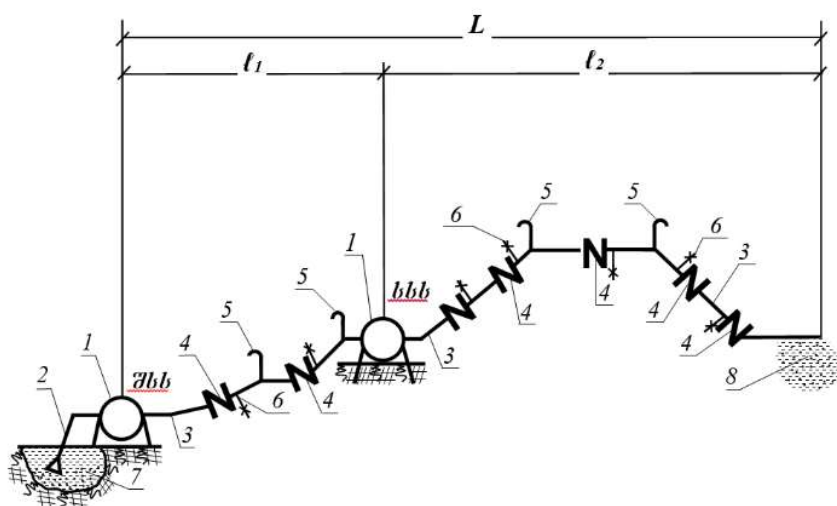
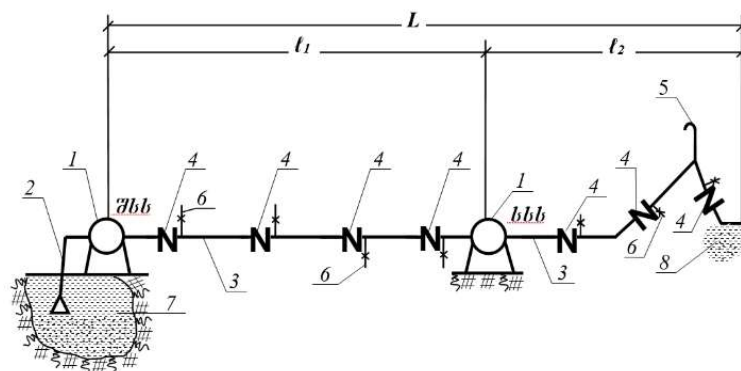
მაგისტრალური მილსადენის თანაბარი სიგრძის მონაკვეთებად დაყოფისათვის უკუსარქვლების გამოყენება ყველაზე ეფექტური და გამართლებულია, რადგან ისინი ავტომატურად, ყოველგვარი დამატებითი ჩარევის გარეშე, რეაგირებენ (იღება და იკეტება) მაგისტრალურ მილსადენში მიმდინარე პროცესების შესაბამისად.

ზეამოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიერ რეკომენდებული მრავალსაფეხურიანი სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების სქემები მოცემულია სურათზე.

პირველ სქემაზე წარმოდგენილია მრავალსაფეხურიანი სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრან-

სპორტო სისტემა, როდესაც მილსადენი მაგისტრალის (პულპსადენის) უდიდესი ნაწილი წრფივია, რომელსაც აქვს სწორი პროფილი, ხოლო მე-2 სქემაზე – როდესაც მას აქვს რთული პროფილი და

შეიცავს აღმავალ და დაღმავალ მონაკვეთებს, შესაბამისად, მილსადენი მაგისტრალის მკვეთრი გადატების ადგილებს.



სადაწნეო მრავალფეხურიანი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების სქემები: სქემა 1 - როდესაც მაგისტრალურ მილსადენს აქვს სწორი პროფილი; სქემა 2 - როდესაც მაგისტრალური მილსადენი შეიცავს აღმავალ და დაღმავალ უბნებს: 1 - გრუნტის ტუმბო; 2 - შემწოვი მილი; 3 - სადაწნეო (საჭირბნი) მაგისტრალური მილსადენი (პულპსადენი); 4 - უკუსარკველი; 5 - შემშვებ-გამომშვები სარკველი (ვანტუზი); 6 - გამომშვები მილყელი საკვალთით; 7 - შემწოვი (ხელოვნურად ფორმირებული) ზუმპფი; 8 - ჰიდროაერონარევის მიწოდების დანიშნულების (მყარი ფხვიერი მასალის დასაწყობების) ადგილი.

მრავალსაფეხურიანი სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების მუშაობის პრინციპი შემდეგია:

პირველი საფეხურის შემწოვი გრუნტის ტუმბოს სადგურში (შსს) განთავსებული ტუმბო (1) ხელოვნურად ფორმირებული ზუმპფიდან (7) შემწოვი მილის (2) მეშვეობით შეიწოვს ჰიდროაერონარევს (წყლის, მყარი ფხვიერი მასალის ნაწილაკებისა და მცირეოდენი ჰაერის ბუმბულების ნარევს) და დაჭირხნის მას სადაწნეო მაგისტრალურ მილსადენში (3). თანამიმდევრობით გააღებს მასზე განთავსებულ უკუსარქვლებს (4) და მიაწვდის საშუალოდ სატუმბ სადგურს (სსს), რომელიც მასში შედინებულ ჰიდროაერონარევს მიანიჭებს მის მიერ განვითარებულ წნევას და მოახდენს მის ტრანსპორტირებას დანიშნულების ადგილამდე (8).

მაგისტრალური მილსადენის (3) მკვეთრი გარდატეხის ადგილებში განთავსებულია შემშვებ-გამომშვები სარქვლები (ვანტუზები) (5), ხოლო უკუსარქვლების სიახლოვეს – გამომშვები მილყელები საკვალთით (6).

ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის ამუშავებისას, შეიწოვს რა მიმღები ზუმპფიდან (7) ჰიდრონარევს, შემწოვი მილის (2) მეშვეობით, ტუმბო (1) დაიწყებს მის დაჭირხნას სადაწნეო მილსადენში (3). ჰიდრონარევის ნაკადი ტუმბოს მიერ განვითარებულ წნევის ზრდასთან ერთად თანამიმდევრობით იწყებს მაგისტრალური მილსადენის სიგრძის გასწვრივ განთავსებული უკუსარქვლების გაღებას. ამ უკანასკნელების საკმაოდ დიდი ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის გამო, ისინი გაიღება ერთმანეთის მიმდევრობით და არა ერთად, რაც არ მისცემს საშუალებას ჰიდროაერონარევს სადაწნეო მილსადენში დიდი

სიჩქარით გაქანდეს, სისტემა ამუშავდება მდოვრედ, წნევის მკვეთრი ცვლილების გარეშე. ასევე წნევის მკვეთრი ცვლილების გარეშე გაჩერდება ჰიდროსატრანსპორტო სისტემა, რადგან უკუსარქვლები დაიკეტება არა ერთბაშად, არამედ თანამიმდევრობით, გარკვეული ინტერვალებით, მაგისტრალური მილსადენის (3) სიგრძეზე წნევის შესაბამისად.

კიდევ უფრო მნიშვნელოვანია ეფექტი რთულპროფილიან მაგისტრალურ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში აღმავალი და დაღმავალი უბნების მკვეთრი გარდატეხის ადგილების და ჰიდროაერონარევების მიწოდების დიდი გეომეტრიული სიმაღლეების შემთხვევაში, რადგან მთლიანად ლიკვიდირებული იქნება უკუნაკადების მნიშვნელოვანი სიჩქარე და თავიდან იქნება აცილებული ნაკადის გაწყვეტა (მთლიანობის დარღვევა) ერთ ან რამდენიმე კვანძში.

შემოთავაზებული მრავალსაფეხურიანი სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის (პულსადენის) მდგრადი მუშაობის გარანტიის მისაღწევად აუცილებელია მაგისტრალური მილსადენის მკვეთრი გადატეხის ადგილებში დამონტაჟდეს შემშვებ-გამომშვები სარქვლები (5), ხოლო უკუსარქვლების (4) სიახლოვეს ფიგურებზე (1) და (2) მითითებულ ადგილებში, დამონტაჟდეს გამომშვები მილყელები საკვალთით (6). მათი არსებობა აუცილებელია საჭიროების შემთხვევაში მთელი სისტემის ან მისი ცალკეული სექციების (მონაკვეთების) ნორმალურად და სწრაფად დასაცლელად. გარდა ამისა, შემშვებ-გამომშვები სარქვლების (5) არსებობა აუცილებელია სისტემის ამუშავების დროს მისგან ე.წ. ჰაერის ბალიშების გამოსადევნად, რომლებიც ხშირად ხდება დაუმყარებელი პროცესების წარმოქმნის მიზეზი.

დასკვნა

დამუშავებულია მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების სქემები, რასაც საფუძვლად დაედო როგორც გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში ნახევრად სამრეწველო ექსპერიმენტულ დანადგარებზე, აგრეთვე მსხვილ სამრეწველო სისტემებზე შესრულებული კვლევების შედეგები.

ისინი შეიძლება გამოვიყენოთ მრავალფაზა ჰიდროაერონარევების ტრანსპორტირებისათვის საშუალო და გრძელ მანძილებზე (პულსადენებზე). დადგენილია მათი აღჭურვა ისეთი აუცილებელი მოწყობილობებით, რომლებიც იძლევა სისტემების მდგრადი ექსპლუატაციის საშუალებას მაქსიმალური ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლებით.

ლიტერატურა

1. Makharadze, L.I. (1981). *The guide for protection of the pressure hydrotransport systems against water hammers of BCH 01-81*. Tbilisi: Metsniereba. (In Russian);
2. Gochitashvili, T.Sh. (1984). The guide for calculation of durability of pipelines of the hydrotransport system and method of its increase in DCH 01-84. Tbilisi: Metsniereba. (In Russian);
3. Makharadze, L.I., Gochitashvili, T.Sh., Sulaberidze, D.G., Alekhin L.A. (1984). *Realibility and longevity of hydrotransport systems*. Moscow: Nedra. (In Russian);
4. Makharadze, L.I., Kirmelashvili G.I. (1986). *Nonstationary processes in foreign hydrotransport system and protection from water hammers*. Tbilisi: Metsniereba. (In Russian);
5. Makharadze, L.I. (1996). *Protection of hydrotransport systems against hydraulic impact*. Tbilisi: Metsniereba. (In Russian);
6. Makharadze, L.I., Kirmelashvili G.I. (1997). *Hydraulic impact in pipelines at transportation of multiphase hydrimixes*. Tbilisi: Metsniereba. (In Russian);
7. Dmitriev, G., Makharadze L.I., Gochitashvili T.Sh. (1991). *Pressure hydrotransport system. Manual*. Moscow: Nedra. (In Russian);
8. Makharadze, L.I., Gochitashvili, T.Sh. Krill, S.I., Smoilovskaya, L.A. (2006). *Pipeline hydraulic hydrotransport of solid bulk material*. Tbilisi: Metsniereba. (In Russian);
9. Makharadze, L.I. (2020). Classification of causes and conditions of development of nonstationary processes and water hammers in main pipeline hydraulic systems, as well as the motions and means preventing pressure surge. *Works of GTU, 1(515)*, 134-142. (In Russian);
10. Makharadze, L.I., and others. (2009). Pressure mainline hydraulic transport system. Patent of the Georgian B 65G 53/00; F 16 L 55/02. *Bulletin, 19*. (In Georgian).

UDC 622.648 : 532.595

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-3-141-149>

Schemes of Multi-stage Pressure Main Hydraulic Transport Systems

Leon Makharadze

Department of Mining Technology, Georgian Technical University Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.

E-mail: lmakharadze@gtu.ge

Reviewers:

A. Bezhanishvili, Professor, Faculty of Mining Geology, GTU

E-mail: bezhanishvili@gmail.com

N. Molodini, Professor, Faculty of Mining Geology, GTU

E-mail: nor_mol@mail.ru

Abstract. G. Tsulukidze Mining Institute performed the fundamental studies of the operation of pressurized main water transport systems (slurry pipelines). These studies have been performed on both laboratory and semi-industrial experimental installations as well as on many large industrial systems. Based on these studies, it has been established that the efficiency of the studied systems is particularly increased by growing the hydro transmission distance of solid loose materials. This efficiency especially increases in the case of pulses when the concentration of loose solids in the hydro aeronautics in the pipelines increases. Because centrifugal ground pumps used for the transport of hydraulic mixtures develop relatively low pressures, the hydraulic transport systems studied are typically multistage. To do this, it is necessary to turn on the pumps in the main pipeline in sequence, or the main system consists of several separate systems, which complicates the operation of the system and worsens their technical and economic performance. Due to the peculiarities of operation, pulsed pipes are the most difficult, which lies in the fact that during their operation, hydraulic shocks occur very often, which has the worst impact on the efficiency of similar systems.

Therefore, the schemes of multi-stage main hydraulic transport systems are discussed, equipped with such necessary devices which allow the sustainable operation of systems with maximum technical and economic indicators.

Keywords: hydraulic transportation systems; hydraulic shocks; multistage; pressure; main; slurry pipeline; sustainable operation; technical-economic.

განხილვის თარიღი 22.03.2022

შემოსვლის თარიღი 29.03.2022

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 23.09.2022