

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ა. გოჩოლეიშვილი

აფეთქებითი სამუშაოები

მეთოდური მითითებები

ლაბორატორიული სამუშაოების შესასრულებლად

დამტკიცებულია სტუ-ს

სარედაქციო-საგამომცემლო

საბჭოს მიერ

”ტექნიკური უნივერსიტეტი”

2013 წ.

მეთოდურ მითითებებში მოცემულია შვიდი ლაბორატორიული სამუშაო. თითოეულ ლაბორატორიულ სამუშაოში მოცემული ამოცანის მიზანია, აღწეროთ გამოყენებული ხელსაწყოები, სამუშაოს ჩატარების თანამიმდევრობა და მიღებული შედეგების გაფორმება.

ლაბორატორიული სამუშაოები შედგენილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამთო ტექნოლოგიების სრული პროფესორის აკაკი გოჩოლეიშვილის მიერ.

რეცენზენტი ასოც. პროფ. თ შარაშენიძე

სარჩევი

1. სამრეწველო ფეთქებადი ნივთიერებების გამოცდა.
ამოცანა 1. ფეთქებადი ნივთიერების დეტონაციის სიჩქარის განსაზღვრა (დოტრიმის მეთოდი). 4
2. ამოცანა 2. ფეთქებადი ნივთიერების მუშაობის უნარის განსაზღვრა (ტრაუცლის ყუმბარა).6
3. ამოცანა 3. ფეთქებადი ნივთიერების ბრიზანტულობის განსაზღვრა (ჰესის სინჯი).8
4. ამოცანა 4. კუმულაციის მოვლენა.10
5. ამოცანა 5. დაცობის ზეგავლენა ქანის ნიმუშის მსხვრევის ხარისხზე.12
6. ამოცანა 6. ელექტრული აფეთქების დროს გამოყენებული ამფეთქი მანქანები და გამზომ-მაკონტროლებელი ხელსაწყოები.14
7. ამოცანა 7. ელექტროფეთქებადი ქსელის გაანგარიშება და მონტაჟი.....17

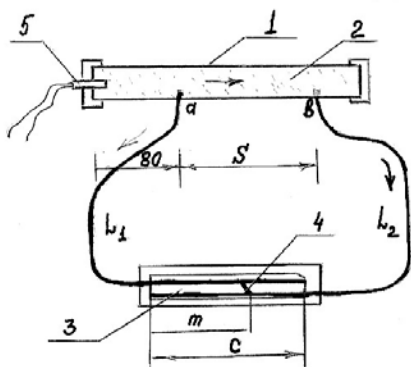
1. სამრეწველო ფეთქებადი ნივთიერების გამოცდა

სამრეწველო ფეთქებადი ნივთიერებების თვისებების შესასწავლად შეიძლება ჩატარებული იქნეს შემდეგი ცდები: 1) ფეთქებადი ნივთიერების დეტონაციის სიჩქარის განსაზღვრა; 2) ფეთქებადი ნივთიერებების მუშაობის უნარის განსაზღვრა; 3) ფეთქებადი ნივთიერების ბრიზანტულობის განსაზღვრა.

ამოცანა 1

ფეთქებადი ნივთიერების დეტონაციის სიჩქარის განსაზღვრა
(დოტრიშის მეთოდი)

დეტონაციის სიჩქარის განსაზღვრის ყველაზე მარტივი მეთოდია დოტრიშის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია სადეტონაციო ზონრის წინასწარ ცნობილი სიჩქარის (Vს.ზ.) შეფარდებით გამოსაცდელი ფეთქებადი ნივთიერების დეტონაციის სიჩქარესთან. (Vგ.ფ.)



ნახ.1

ცდის ჩასატარებლად ლითონის მილში სიგრძით 300 მმ და დიამეტრით 31±1 მმ ვათავსებთ გამოსაცდელ ფეთქებად ნივთიერებას. ლითონის მილს 200 მმ დაშორებით (S=200 მმ) აქვს ორი a და b ხვრელი. ამ ხვრელებში წინასწარ ვათავსებთ სადეტონაციო ზონრის ორ შტოს L1=L2=1 მ ხოლო შემდეგ მილს ამოვავსებთ გამოსაცდელი ფეთქებადი ნივთიერებით 2, რაშიც ვათავსებთ ელექტროდეტონატორს 5 ხვრელი a დეტონატორიდან უნდა იყოს დაშორებული

80-100 მმ-ით. სადეტონაციო ზონრის ორი თავისუფალი ბოლო უნდა დავამაგროთ 0,3-0,5 მმ სისქის ტყვიის ან თითბრის ფირფიტაზე. 3(ნახ1). ფირფიტა მიმაგრებულია 10 მმ სისქის ხის საფენზე. თითბრის ცალი კუთხე უნდა ჩამოვჭრათ რათა დავადგინოთ აფეთქების შემდეგ მისი საწყისი მდებარეობა.

აფეთქების შემდეგ დეტონაცია გავრცელდება თვითფეთქებად ნივთიერებაში და სადეტონაციო ზონრის L1 და L2 შტოში. ზონრებში სადეტონაციო ტალღების შეხვედრის ადგილას თითბრის ფირფიტაზე სათანადო ნაჭდევი 4 წარმოიქმნება.

ფეთქებადი ნივთიერების დეტონაციის სიჩქარე გამოითვლება სადეტონაციო ტალღების გავრცელების დროთა ურთიერთგატოლებით სადეტონაციო ზონრის L1 შტოში, გამოსაცდელ ფეთქებად ნივთიერებაში და სადეტონაციო ზონრის L2 შტოში.

1 ნახაზის მიხედვით $t_1=t_2+t_3$ სადაც $t_1 = \frac{L_1 - c + m}{V_{სზ}}$; $t_2 = \frac{S}{V_{გფ}}$; $t_3 = \frac{L_2 - m}{V_{სზ}}$.

$$\frac{L_1 - c + m}{V_{სზ}} = \frac{S}{V_{გფ}} + \frac{L_2 - m}{V_{სზ}}$$

$$\frac{S}{V_{გზ}} = \frac{L1 - c + m}{V_{სზ}} - \frac{L2 - m}{V_{სზ}} = \frac{L1 - L2 - c + 2m}{V_{სზ}}$$

$$V_{გზ} = \frac{SV_{სზ}}{L1 - L2 - c + 2m}$$

რადგან $L1=L2=1\text{მ}$

$$V_{გზ} = \frac{SV_{სზ}}{c + 2m}$$

სადეტონაციო ზონრის დეტონაციის სიჩქარე $V_{ს.ზ} = 6500$ მ/წმ. წინასწარაა ცნობილი. აფეთქების შემდეგ ვზომავთ m და c სიდიდეებს მათი მნიშვნელობები და ცდის შედეგები შეგვყავს ცხრილში.

ცხრილი

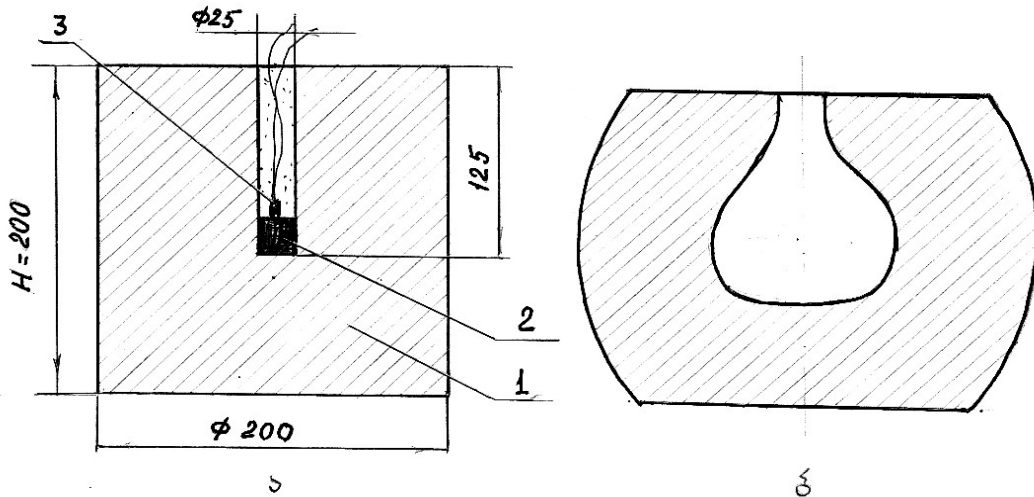
გამოსაცდელი ფეთქებადი ნივთიერება	სიმკვრივე გ/სმ ³	სადეტონაციო ზონრის დეტონაციის სიჩქარე $V_{ს.ზ}$ მ/წმ	S ; მ	m	c	ფეთქებადი ნივთიერების დეტონაციის სიჩქარე მ/წმ
ამონიტი № 6ЖВ	1.0-1.05	6500	0,2			

ამოცანა 2

ფეთქებადი ნივთიერების მუშაობის უნარის განსაზღვრა
(ტრაუცლის ყუმბარა)

ფეთქებადი ნივთიერების მუშაობის უნარის განსაზღვრა ყველაზე მარტივად შესაძლებელია ტრაუცლის ყუმბარის მეშვეობით.

ლაბორატორიული სამუშაოს შესასრულებლად საჭიროა: ტყვიის ცილინდრი 1, რომლის ზომებია: დიამეტრი $D=200$ მმ; სიმაღლე $H=200$ მმ; ტყვიის ცილინდრს აქვს ცენტრალური ხვრელი დიამეტრით $d=25$ მმ და სიღრმე $h=125$ მმ. (ნახ.ა).



ცილინდრულ ხვრელში ვათავსებთ გამოსაცდელ ფეთქებად ნივთიერებას 10 გრ ოდენობით 2. ფეთქებადი ნივთიერების მუხტში ვათავსებთ კაფსულ-დეტონატორს ან ელექტროდეტონატორს 3. მუხტზედა დარჩენილ სივრცეს შევავსებთ საცერში გაცრილი ქვიშით. საცერს 1 სმ² ფართობზე უნდა ჰქონდეს 144 ხვრელი.

აფეთქების შემდეგ ყუმბარა განიცდის დეფორმაციას. მასში არსებული ცილინდრული ხვრელი მიიღებს მსხლისებრ ფორმას და მოიმატებს მოცულობაში. (ნახ.ბ). მოცულობის ნამატს გაზომილს სმ³-ში მიიჩნევენ ფეთქებადი ნივთიერების მუშაობის უნარის მაჩვენებლად.

მოცულობის გაზომვისთვის საჭიროა მიღებულ სივრცეში ჩავასხათ წინასწარ არწყული წყლის (500 მლ.გრ) გარკვეული მოცულობა. მიღებულ მოცულობას უნდა გამოვაკლოთ ცილინდრული ხვრელის მოცულობა $v_0=61,5$ სმ³ და ერთი დეტონატორის აფეთქებით შექმნილი მოცულობის სიდიდე $v_{დტ}=(28-30$ სმ³). ჯამური მოცულობა რომელიც უნდა გამოვაკლოთ დეფორმირებულ სივრცეს $V_{ჯ}=90$ სმ³.

ჩატარებული სამუშაოს მონაცემები და შედეგები შევიყვანოთ ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში.

ცხრილი

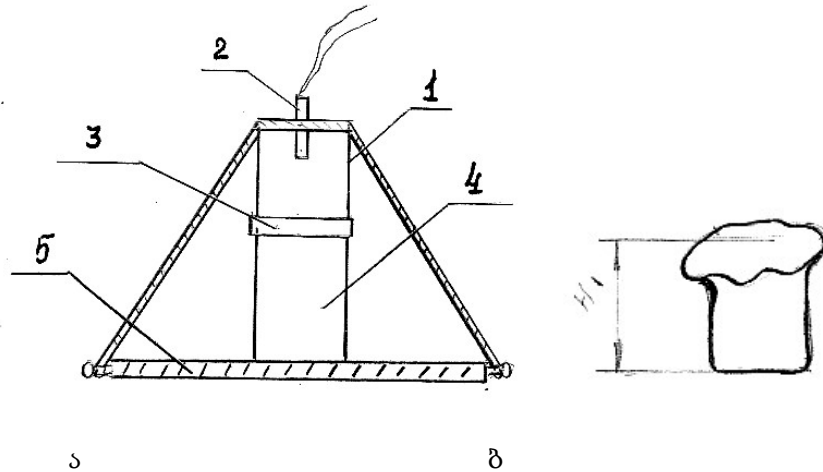
№	ფეთქებადი ნივთიერება	წონა გრ	სიმკვრივე გრ/სმ ³	ცილინდრული ხვრელის მოცულობა V _ც , სმ ³	ერთი დეტონატორით გამოწვეული დეფორმაციის მოცულობა V _{დტ} , სმ ³	დეფორმირებული სივრცის მოცულობა V _დ , სმ ³	ფ.ნ. მუშაუნარიანობა V _დ -(V _ც +V _{დტ})
1	ამონიტი № 6ЖБ	10	1	61,5	28-30		
2	დინამიტი 62%-იანი	10	1	61,5	28-30		
3	მცველი ფ.ნ.ПЖБ-20	10	1	61,5	28-30		

ფეთქებადი ნივთიერების მუშაუნარიანობა შეადგენს $m=V_{დ}-(V_{ც}+V_{დტ})$;

ამოცანა 3

ფეთქებადი ნივთიერების ბრიზანტულობის განსაზღვრა (ჰესის სინჯი)

ფეთქებადი ნივთიერების ბრიზანტულობის განსაზღვრის ერთ-ერთი მარტივი ხერხია ჰესის სინჯი.



გამოსაცდელ ფეთქებად ნივთიერებას 50 გრ-ის ოდენობით, რომლის სიმკვრივე დაიყვანება 1გრ/სმ³-მდე, ვათავსებთ 40 მმ დიამეტრის მუყაოს ცილინდრში 1. მასში უნდა გავითვალისწინოთ ელექტროდეტონატორის 2. მოსათავსებელი ბუდე. ფეთქებადი ნივთიერებით შევსებული მუყაოს ცილინდრი უნდა მოვათავსოთ 10 მმ სისქის და 41 მმ დიამეტრის წრიული ფოლადის ფილაზე 3. ეს უკანასკნელი მოვათავსოთ 40 მმ დიამეტრის და 60 მმ სიმაღლის ტყვიის ცილინდრზე 4. მუყაოს ცილინდრი 1, ფოლადის ფილა 3 და ტყვიის ცილინდრი 4 მოვათავსოთ და დავამაგროთ 20 მმ სისქის ფოლადის ფილაზე 5 (ნახ. ა). ელექტროდეტონატორით 2 ფეთქებადი ნივთიერების აფეთქების შემდეგ ტყვიის ცილინდრი 4 განიცდის დათელვას, მოიკლებს სიმაღლეში და მიიღებს სოკოსებრ ფორმას (ნახ. ბ).

სიდიდეს 60-H₁ გაზომილს მილიმეტრებში მიიჩნევენ ფეთქებადი ნივთიერების ბრიზანტულობის მაჩვენებლად.

ცდის ჩასატარებლად შევირჩიოთ სხვადასხვა ფეთქებადი ნივთიერებები. შედეგები შევიტანოთ ცხრილში.

№	ფეთქებადი ნივთიერება	წონა გრ	სიმკვრივე, გრ/სმ ³	ტყვიის ცილინდრის სიმაღლე აფეთქებამდე; მმ	ტყვიის ცილინდრის სიმაღლე აფეთქების შემდეგ; მმ	ფეთქებადი ნივთიერების ბრიზანტულობა 60-H ₁ ; მმ
1	ამონიტი N6ЖБ	50	1	60		
2	დინამიტი 62%-იანი	50	1	60		
3	მცველი ფეთქებადი ნივთიერება ПЖБ-20	50	1	60		

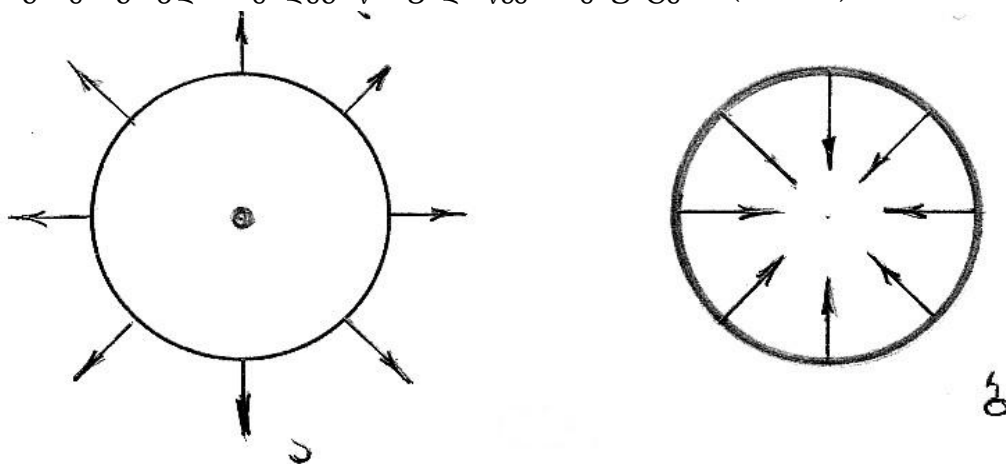
ამოცანა 4

კუმულაციის მოვლენა

მუხტის აფეთქების დროს ხდება აფეთქების პროდუქტებისა და დარტყმითი ტალღების გადაადგილება გარემოში მუხტის ფარგლებს გარეთ. ამ პროცესისათვის დამახასიათებელია აფეთქების აირების წნევის, სიმკვრივისა და სიჩქარის სწრაფი დაქვეითება.

საწინააღმდეგო მოვლენას ვხვდებით აფეთქების პროდუქტების სხვადასხვა ნაკადის ან დეტონაციის ტალღების ერთმანეთთან შეჯახების შემთხვევაში. ამ დროს აღინიშნება შეჯახებული მასების წნევის სიმკვრივისა და სიჩქარის მკვეთრი გაზრდა, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის აფეთქების ადგილობრივ დამანგრეველ მოქმედებას. ასეთ მოვლენას კუმულაცია ეწოდება.

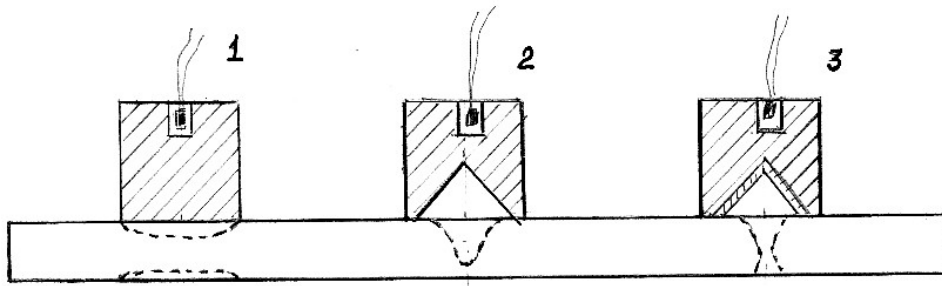
ზემოაღნიშნულის განსამარტავად წარმოვიდგინოთ სფერული ფორმის მუხტი, რომლის ინიცირება მის ცენტრში ხდება. დარტყმითი ტალღა ზედაპირისკენ გავრცელდება და მუხტის ფარგლებს გარეთ გასვლის შემდეგ სწრაფად იწყებს შესუსტებას (ნახ. 1. ა).



ნახ. 1

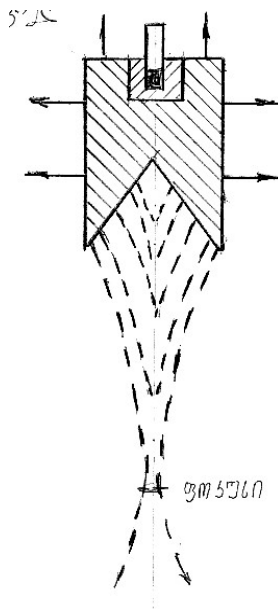
მეორე შემთხვევაში, თუ ავიღებთ ღრუ სფეროს მქონე მუხტს და განვახორციელებთ მთელი მისი ზედაპირის ერთდრულ ინიცირებას, მივიღებთ დეტონაციის სფერულ ტალღას, რომელიც მუხტის ცენტრისკენ გავრცელდება (ნახ 1, ბ). ამ დროს ტალღის ფრონტის ზედაპირი მცირდება, ხოლო მისი ენერგია იზრდება.

აქ განხილული რადიალური კუმულაციის ეფექტი მუხტის შიგნით მიიღება, ამიტომ მას ნაკლები პრაქტიკული გამოყენება აქვს. ამ თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ე.წ. ღერძულ კუმულაციას. ღერძული კუმულაციის ხილული გამოვლენისათვის ავიღოთ ფოლადის ფილა მასზე მოთავსებული ცილინდრული ფორმის სამი მუხტით, რომელთა სიმაღლე და დიამეტრი თანაბარია. პირველ მუხტს აქვს ბრტყელი ფუძე, მეორეს ფუძეში კონუსური ღრმული აქვს გაკეთებული, ხოლო მესამე მუხტის ასეთივე ფორმის ღრმულში ლითონის თხელი გარსია ჩადებული. ამ მუხტების აფეთქება ფილის სხვადასხვა დეფორმაციას იძლევა (ნახ.2).



ნახ. 2

პირველი მუხტის აფეთქების შედეგად ფილაზე ვლებულობთ ჩანაჭდევეს, რომლის დიამეტრი მუხტის დიამეტრის ტოლია. მის მოპირდაპირე მხარეს, ზოგ შემთხვევაში, შესაძლებელია მივიღოთ მცირე ანახლეჩი. მეორე მუხტის აფეთქების შედეგად ფილაზე ვლებულობთ შემცირებული დიამეტრის ძაბრს. მესამე მუხტის აფეთქების შედეგად ფილაზე ვლებულობთ კიდევ უფრო მცირე დიამეტრისა და უფრო ღრმა ან გამჭოლ ხვრელს.



ნახ.3

კუმულაციური მუხტის აფეთქების არსი შემდეგში მდგომარეობს. (ნახ. 3). კუმულაციურ ღრმულთან მდებარე მუხტის ნაწილის აფეთქების პროდუქტები ღრმულის ზედაპირზე გასვლისას მოძრაობის მიმართულებას იცვლის და ამ ზედაპირის თითქმის მართობულად გაიტყორცნება. ასეთი გარდატეხის შედეგად ხდება დეტონაციის პროდუქტების ელემენტარული ნაკადების თავმოყრა კუმულაციური ღერძის გასწვრივ და მათი შემკვრივება, რაც იძლევა ე.წ. კუმულაციურ ნაკადს. მისი სიჩქარე მნიშვნელოვნად აღემატება ფეთქებადი ნივთიერების დეტონაციის სიჩქარეს. ექსპერიმენტულმა კვლევებმა გვიჩვენეს, რომ კუმულაციური ნაკადის სიჩქარე დიდი ბრიზანტულობის მქონე ნივთიერებების მუხტებისათვის $12 \div 15$ კმ/წმ აღწევს.

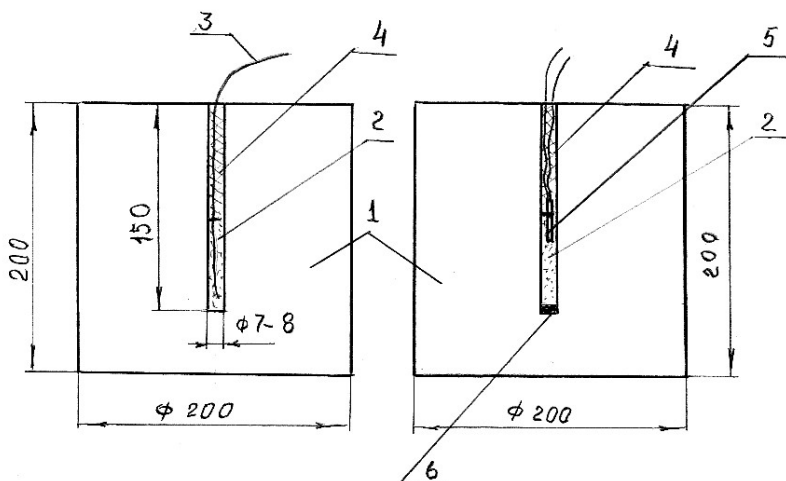
ამოცანა 5

დაცობის ზეგავლენა ქანის ნიმუშის მსხვრევის ხარისხზე

ამოცანის მიზანია: დადგენილ იქნეს ქანის მსხვრევის ხარისხი სხვადასხვა დასაცობი მასალის გამოყენებით და მსხვრევის ხარისხი დაცობის გარეშე.

ცდის ჩასატარებლად საჭიროა მოვამზადოთ ოთხი ქვიშა-ცემენტის ცილინდრული ფორმის ბლოკი. ბლოკის დიამეტრი $D=200$ მმ, ხოლო სიმაღლე $H=200$ მმ ცილინდრის შუაგულში ამოვზურლოთ შპური დიამეტრით $d=7\div 8$ მმ, სიღრმით $h=150$ მმ.

დაცობის მასალად ვიყენებთ წყალს, ქვიშას, თიხას და სწრაფად შემკვრივებად მასალას. ასეთ მასალად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს თხევადი მინა ან თაბაშირი.



1-ქვიშა-ცემენტის ბლოკი; 2-ფ.ნ. მუხტი; 3-სადეტონაციო ზონარი;

4-დაცობა; 5- ელ. დეტონატორი (კ.დ.); 6-ლითონის დისკო;

ფეთქებად ნივთიერებად ვიყენებთ ფხვნილისებრ ტროტილს ან ამონიტს N6ЖВ. ინიცირებას ვაწარმოებთ მცირე სიმძლავრის მქონე სადეტონაციო ზონრით (ДШЭ-2). შესაძლებელია კაფსულ-დეტონატორით ან ელექტროდეტონატორით. ამ უკანასკნელთა გამოყენებისას დეტონატორის კუმულაციური ღრმულის ეფექტის შესამცირებლად შპურის ძირში ვათავსებთ ლითონის დისკოს 6 (ნახ.1). გამოსაცდელ ნიმუშს ვათავსებთ სპეციალურ მასიურ ყუთში ზომით $1,0 \times 1,0 \times 0,5$ მ რომლის შიდა ზედაპირი შეფუთულია რეზინის სქელი ფენილით.

ასაფეთქებელი ნიმუშის წონა გამომდინარე მისი გაბარიტული ზომებიდან შეადგენს: $Q=V\gamma$, სადაც $V=\pi R^2 H$ ნიმუშის მოცულობაა; $\gamma=2,5$ გ/სმ³ ქვიშა-ცემენტის ცილინდრის მოცულობითი წონა. $V=3.14 \times 10^2 \times 20=6280$ სმ³; $Q=6280 \times 2,5=15700$ გრ= $15,7$ კგ ასაფეთქებელი ნიმუშის წონაა $15,7$ კგ

აფეთქებული და დამსხვრეული მასალა შევაგროვოთ და გავცრათ სხვადასხვა დიამეტრის მქონე საცრებში (2 მმ; 2-5 მმ; 5-10 მმ; 10-20 მმ). საცრებზე დარჩენილი მასალა ავწონოთ ± 5 გრ სიზუსტის მქონე სასწორზე. გაცრის მონაცემები შევიტანოთ ცხრილში. ქანის ნატების საშუალო დიამეტრის და აფეთქების შედეგად მიღებული წვრილი და მსხვილი ფრაქციების გამოსავლის მიხედვით შეიძლება შევაფასოთ დაცობის ამა თუ იმ სახის ეფექტურობა.

ცხრილი

	ნიმუშის წონა $V=\pi R^2 Hx$ γ	გამოსაცდელი ფ.ნ.	გაცრილი ქანის მასა, კგ. და %-ში				საშუალო ნატების დიამეტრი %
			2	2-5	5-10	10-20	
დაცობის გარეშე	15,7კგ	ამონიტი N6XB					
წყლით დაცობით							
ქვიშით დაცობით							
თიხით დაცობით							
სწრაფშემკვრელი მასალით დაცობით							

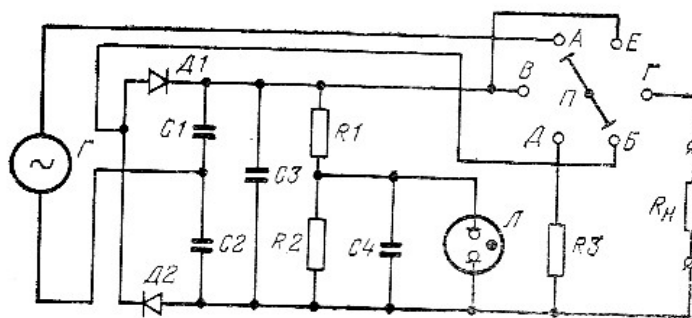
ჩვენს შემთხვევაში ყველაზე ეფექტურია.

ამოცანა 6

ელექტრული აფეთქების დროს გამოყენებული ამფეთქი მანქანები და გამზომმაკონტროლებელი ხელსაწყოები.

ამოცანის მიზანია: სხვადასხვა კონსტრუქციის ამფეთქი მანქანების და გამზომ-მაკონტროლებელი ხელსაწყოების პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევების გამომუშავება.

თანამედროვე ამფეთქი მანქანების ძირითადი ნაწილია დენის დამაგროვებელი კონდენსატორი, რომლის განმუხტვა ელექტრულ ამფეთქ ქსელში იწვევს მუხტის აფეთქებას. ასეთ ამფეთქ მანქანებს ეწოდებათ კონდენსატორული ამფეთქი მანქანები. კონდენსატორის განმუხტვა წარმოებს ძალიან სწრაფად 3-5მლ. წმ-ის განმავლობაში, რაც იძლევა მათი ნახშირის მტვრისა და გაზის აფეთქების მხრივ საშიშ შახტებში გამოყენების საშუალებას. ინდუქტორულ



კონდენსატორიანი ამფეთქი მანქანა BMK-1/35 გამოიყენება ელექტრული აფეთქებითი სამუშაოების საწარმოებლად აირისა და მტვრის აფეთქების მხრივ საშიშ შახტებში.

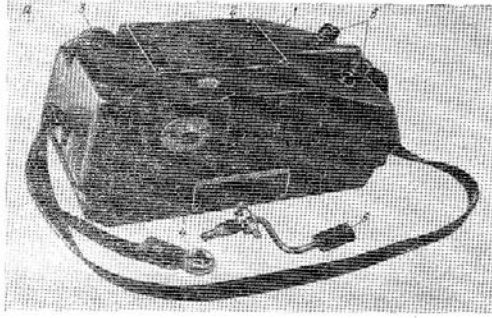
ნახ. 1. ამფეთქი მანქანა BMK-1/35

იგი აღჭურვილია 10 მკ.ფარ. ტევადობის მქონე დამაგროვებელი კონდენსატორით, რომელიც იმუხტება 400 ვოლტამდე. დენის გამართვისა და ძაბვის გაორმაგების სქემაში გამოყენებულია ორი კონდენსატორი C1-C2, ორი ნახევარგამტარიანი დიოდი D1-D2, რომლის მეშვეობით შესაძლებელია მივიღოთ ინდუქტორის ცვლადი დენის ორი ნახევარპერიოდული გამართული დენი. მანქანაში გამოყენებულია სწრაფმომქმედი მილიწამიანი გადამრთველი II, რომელსაც აქვს კონტაქტების სამი წყვილი A-Б, B-Г, Д-Е. დამუხტვის პოზიციაში შეკრულია A-Б კონტაქტები. ამ დროს ინდუქტორი Г ჩართულია დასამუხტ ქსელში.

ინდუქტორის სახელურის ბრუნვით წარმოებს C3 კონდენსატორის დამუხტვა. როდესაც კონდენსატორში ძაბვა მიაღწევს 400 ვ ნეონის ნათურა II იწყებს ციმციმს. R1 და R2 რეზისტორების გავლით C1 კონდენსატორის და ნეონის ნათურის მეშვეობით (შეწყდება ციმციმი) მანქანა მზად არის აფეთქების ჩატარებისათვის.

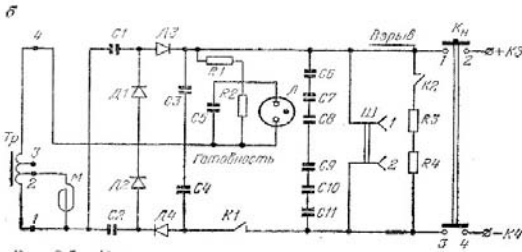
ინდუქტორული კონდენსატორული ამფეთქი მანქანა BMK-500 (ნახ.2) გამოიყენება ელექტრული აფეთქებითი სამუშაოების საწარმოებლად, აირისა და მტვრის მხრივ არასაშიშ შახტებში. მანქანის პლასტმასის კორპუსზე მოთავსებულია ღილაკი "В З Р Ы В" ("აფეთქება"), პარალელურ რეჟიმში მომუშავე ორი მანქანის კაბელის შესაერთებელი გამთიშველი З, სარკმელი "Г О Т О В Н О С Т Ь" ("მზადყოფნის სარკმელი") 2 ნეონის ნათურის ციმციმზე

დასაკვირვებლად და ელექტრული ქსელის მომჭერები 5. კორპუსის გვერდით მოთავსებულია ბუდე 4 ინდუქტორის მოსამართი სახელურის 6 მოსათავსებლად.



ნახშირის მტერისა და მეთანის აფეთქების მხრივ საშიშ შახტებში გამოიყენება აკუმულატორულ-კონდენსატორული ამფეთქი მანქანები. BMA-50/100; BMA-100/300; BMA-100/200.

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში ნაჩვენებია სამთო საწარმოებში გამოყენებული ამფეთქი მანქანების ძირითადი ტექნიკური მაჩვენებლები.

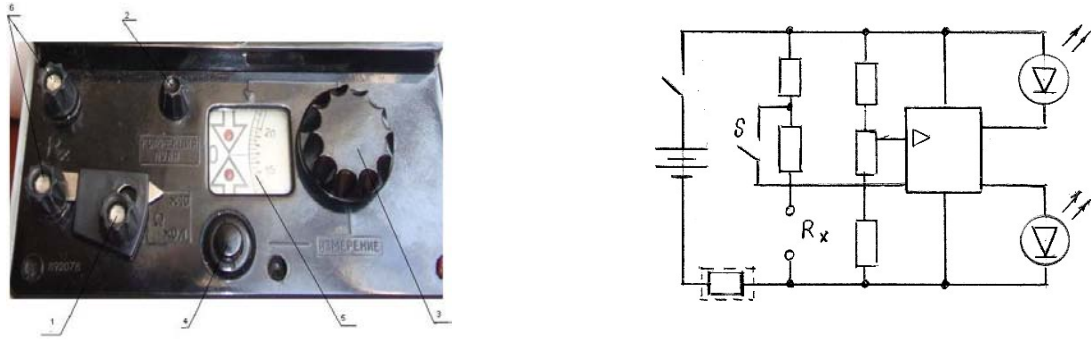


ნახ. 2. ამფეთქი მანქანა BMK-500

ცხრილი

N N	მაჩვენებლები	ამფეთქი მანქანების ტიპი					
		BMK-500	КПМ-1А	BMA-50/100	BMA-100/300	ПИБ-100 _м	КВП-1/100 _м
1	ძაბვა დამაგროვებელ კონდენსატორზე, ვ	3000	1500	500	600	610-670	600-650
2	დამაგროვებელი კონდენსატორის ტევადობა, მკ.ფარ.	3,3	2	20	30	10	10
3	დამუხტვის დრო, წმ.	20	4	0,5-1	1	8	8
4	აშაალებელი იმპულსის მინიმალური მნიშვნელობა, 10 ³ A.წმ.	3	3	3	3	3	3
5	მიმდევრობით შეერთებული ელექტრო დეტონატორების მაქსიმალური რიცხვი	800	100	100	300	100	100
6	ასაფეთქებელი ქსელის მაქსიმალური წინაღობა, ომ.	2100	300	300	700	380	380

თანამედროვე გამზომ-მაკონტროლებელ ხელსაწყოს მიეკუთვნება გადასატანი ბოგა P3043, რომელიც განკუთვნილია ელექტროფეთქებადი ქსელებისა და ელექტროდეტონატორების წინააღობის გასაზომად ღია და მიწისქვეშა სამუშაოებზე გარდა აირისა და მტერის მხრივ საფრთხილო შახტებისა. მე-3 ნახაზზე ნაჩვენებია ბოგას საერთო ხედი და ელექტრული სქემა.



ნახ.3. გადასატანი ბოგა P3043

ხელსაწყოს პანელზე განლაგებულია გაზომვის სკალების გადამრთველი 1, კორექტორი 2, ბოგას გამაწონასწორებელი სახელური 3, დენის წყაროს ჩამრთველი დილაკი 4, სკალა ციფრების ორი რიგით 5, მომჭერები გასაზომი წინაღობის მისაერთებლად 6.

ელექტროგამზომ-მაკონტროლებელი ხელსაწყობის გამოყენებისას მნიშვნელოვან სიდიდეს წარმოადგენს უსაფრთხო დენი $I_{\text{უ}}$. უსაფრთხო დენი ეწოდება ისეთი მაქსიმალური მნიშვნელობის მუდმივ დენს, რომლის გატარება განუსაზღვრელი დროის განმავლობაში არ იწვევს ელექტროდეტონატორის აფეთქებას. უსაფრთხო დენის სიდიდე ელექტროდეტონატორებისათვის 0.15-0.18 ამპერის ტოლია.

მუშაობის თანამიმდევრობა:

1. დავაყენოთ გაზომვის სკალების გადამრთველი გაზომვის შერჩეული დიაპაზონის მნიშვნელობაზე. ($\Omega \cdot 10^{0,1}$).
2. მოვუერთოთ გასაზომი წინაღობა R_x მომჭერებს.
3. მოვახდინოთ ნულის კორექცია, რისთვისაც ლიმბის წითელი სექტორი შევუთავსოთ ათვლის ნიშანს და დავაჭიროთ დილაკს. შემდეგ პოტენციომეტრის სახელურის ბრუნვით ანთებული ისრის მიმართულებით მივალწიოთ ორივე სხივური დიოდის ჩაქრობას.
4. დავაჭიროთ თითო დილაკს "И з м е р е н и е" ლიმბის სახელურის მანათობელი ისრის მიმართულებით მივალწიოთ ორივე მოციმციმე სხივური დიოდის ჩაქრობას. ამის შემდეგ მოვახდინოთ ანათვლის აღება.

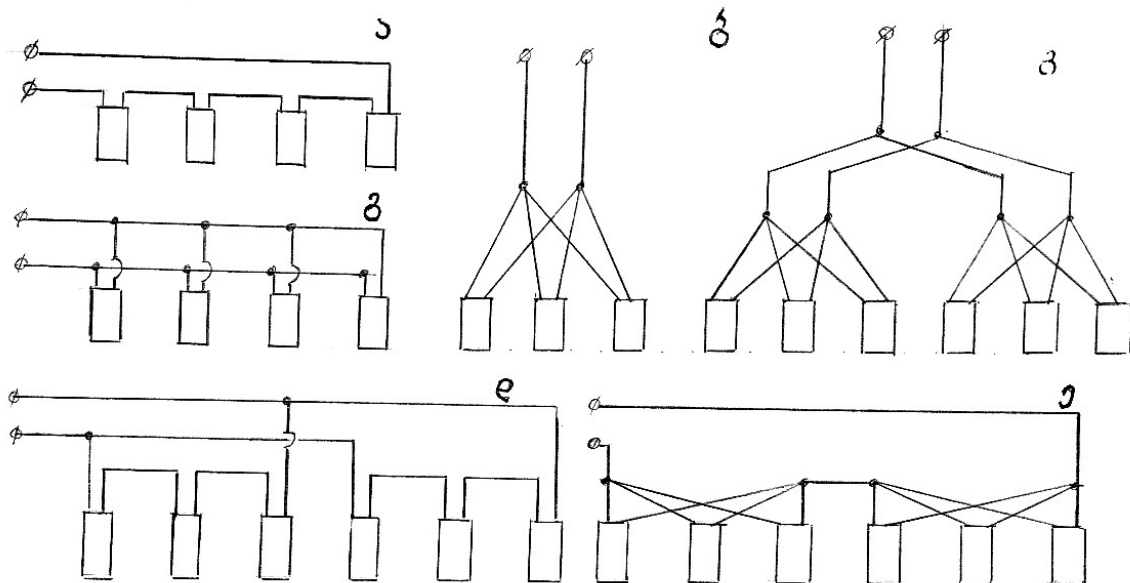
ამოცანა 7

ელექტროფეთქებადი ქსელის გაანგარიშება და მონტაჟი

სამუშაოს მიზანია: ელექტრული აფეთქების თეორიის ელემენტების შესწავლა, ელექტროფეთქებადი ქსელების მონტაჟი და გაანგარიშება.

ელექტროფეთქებადი ქსელის გაანგარიშება მიზნად ისახავს ისეთი სქემის შერჩევას, რომელიც უზრუნველყოფს საგარანტიო დენის გავლას თითოეულ დეტონატორში.

თეორია. ელექტრული ხერხით ქანების აფეთქების დროს ელექტროდეტონატორებს აერთებენ შემდეგი ძირითადი სქემების მიხედვით: მიმდევრობითი სქემა (ნახ. ა), პარალელურ კონისებრი სქემა (ნახ. ბ), პარალელურ საფეხუროვანი სქემა (ნახ. გ) ეს უკანასკნელი იშვიათად გამოიყენება, ვინაიდან დენის წყაროსაგან დაშორებულ დეტონატორებში, ძაბვის ვარდნის გამო, სულ უფრო ნაკლები ძალის დენი მიდის, რის გამოც, შესაძლებელია მათი მტყუნება მივიღოთ. მიმდევრობით-პარალელური სქემა (ნახ. დ) და პარალელურ მიმდევრობითი სქემა (ნახ. ე).



ელექტროფეთქებადი ქსელების სწორი გაანგარიშებისათვის, საჭიროა ვიცოდეთ ელექტროდეტონატორების ძირითადი მახასიათებლები:

- ა) ელექტროდეტონატორის წინაღობა R_e , არის გავარვარების ხიდისა და დეტონატორის სადენების ჯამური წინაღობა. მისი სიდიდე იცვლება 2-9 ომ-დე.
- ბ) მაქსიმალური უსაფრთხო დენი - არის მუდმივი დენის ზედა ზღვარი, რომელიც არ იწვევს დეტონატორის აფეთქებას. იგი შეადგენს 0,18 ამპ.
- გ) აალების იმპულსი ($a^2 \cdot წმ$) - არის მუდმივი დენის მინიმალური იმპულსი, რომელიც იწვევს ელექტროამნთების აალებას

$$K=J^2xt_a,$$

სადაც J არის სააღებელი დენი, ამპ.

t_a - აალების დრო, მილი/სეკ. (ე.ი. დრო, რომელიც გადის დენის ჩართვიდან სააღებელი ნივთიერების აპრიალეზამდე).

დ) ელექტროდეტონატორის მგრძობიარობა $(ა^2.წმ)^{-1}$, არის აალების იმპულსის შებრუნებული სიდიდე; $S = \frac{1}{J^2 t_a}$

ე) მინიმალური მტყუნების არმქონე დენი, არის დენის მინიმალური მნიშვნელობა რომელიც უზრუნველყოფს დეტონატორის აფეთქებას. დადგენილია, რომ ერთი ელექტროდეტონატორის უმტყუნო დენის სიდიდე როდესაც ვიყენებთ მუდმივ დენს ტოლია - 1,38 ა, ხოლო ცვლადი დენის შემთხვევაში - 1,47 ა.

ვ) საგარანტიო დენის სიდიდე თანამედროვე ელექტროდეტონატორებში მუდმივი დენის შემთხვევაში, როდესაც ერთდროულად ასაფეთქებელი დეტონატორების რიცხვი შეადგენს 100 ცალს ტოლია 1 ა, ხოლო 300 ელექტროდეტონატორის აფეთქებისას ტოლია 1,3 ა. ცვლადი დენის შემთხვევაში საგარანტიო დენი ტოლია 2,5 ა.

ელექტროასაფეთქებელი ქსელის ანგარიში მოიცავს მისი ელემენტების მონტაჟსა და დენის ძალის გაანგარიშებას.

დეტონატორების მომდევრობით შეერთების დროს დენის ძალა იანგარიშება ფორმულით

$$J_{\text{იმდ.}} = \frac{E}{R+r_0+rn}$$

სადაც E არის დენის წყაროს ელექტრომამოძრავებელი ძალა, ვოლტი;

R - ქსელის მაგისტრალური და შემაერთებელი სადენების წინაღობა, ომი;

r_0 - დენის წყაროს შიგა წინაღობა, ომი. $r_0=0$ როდესაც ასაფეთქებლად იხმარება

განათების ან ძალოვანი ქსელი.

r - ერთი ელექტროდეტონატორის წინაღობა, ომი;

n - დეტონატორების რიცხვი.

ელექტროდეტონატორების ერთჯერადი კონისებრი შეერთებისა და საფეხუროვანი შეერთების დროს დენის ძალის სიდიდე ქსელში იანგარიშება ფორმულით

$$J_{\text{კარ.}} = \frac{E}{R_0+r_0+\frac{r_1}{n}}$$

სადაც R_0 - მაგისტრალური სადენების წინაღობა, ომი;

თითოეულ დეტონატორში გამავალი დენის ძალა

$$J_{\text{დებ.}} = \frac{J_{\text{კარ.}}}{n}$$

მრავალჯერადი კონისებრი შეერთებისას დენის ძალა ქსელში იანგარიშება ფორმულით

$$J_{\text{პარ.}} = \frac{E}{R_0 + r_0 + \frac{r_1 + R_1}{n_1}}$$

სადაც n არის დეტონატორების რიცხვი პირველად კონაში;

n_1 - პირველადი კონების რიცხვი;

r - დეტონატორის წინაღობა, ომი;

R_1 - კონის შემაერთებელი სადენების წინაღობა, ომი;

თითოეულ დეტონატორში გამავალი დენის ძალა იქნება $j_{\text{დეტ.}} = \frac{J}{nn_1}$.

შერეული, მიმდევრობით-პარალელური შეერთების დროს, რომელიც ელექტროდეტონატორების მეტად დიდი რაოდენობის შემთხვევაში გამოიყენება (მიმდევრობითი შეერთება ამ დროს ვერ უზრუნველყოფს საჭირო დენის გავლას ქსელში) დენის ძალა განისაზღვრება ფორმულით

$$J = \frac{E}{R_0 + \frac{R_1 + n}{m}}$$

სადაც n არის თითოეულ ჯგუფში მიმდევრობით ჩართული დეტონატორების რიცხვი;

m - მაგისტრალურ სადენებთან პარალელურად მიერთებული ჯგუფების რიცხვი;

R_1 - ჯგუფის მაგისტრალთან მისაერთებელი სადენების წინაღობა;

ამ შემთხვევაში თითოეულ დეტონატორში გამავალი დენის ძალა იქნება $j = \frac{J}{m}$;

შერეული, პარალელურ-მიმდევრობითი შეერთების დროს დენის ძალის საანგარიშო ფორმულა

$$J = \frac{E}{R_0 + \left(\frac{r}{n} + R\right)m};$$

ამ შემთხვევაში n არის ჯგუფში პარალელურად ჩართული დეტონატორების რიცხვი;

m - მიმდევრობით ჩართული ჯგუფების რიცხვი;

R - ორი მეზობელი ჯგუფის შემაერთებელი სადენების წინაღობა;

თითოეულ დეტონატორში გამავალი დენის ძალა $j = \frac{J}{n}$, ასეთ შეერთებას იშვიათად იყენებენ.

მ ა გ ა ლ ი თ ი: დიდი კვეთის მქონე გვირაბის სანგრევში ასაფეთქებელია 100 შპური. დეტონატორების შეერთება ერთმანეთთან და მაგისტრალურ სადენებთან უშუალოდ ხდება, დამატებითი სადენების გამოყენების გარეშე. ასაფეთქებლად გამოყენებულია განათების ქსელი, რომლის ძაბვა 220 ვოლტია. თითოეული დეტონატორის წინაღობა 1,5 ომი. მაგისტრალურ სადენებად აღებულია სპილენძის მავთული, რომლის წინაღობა ერთ მეტრზე 0,0175 ომს უდრის. მაგისტრალის სადენების მიერთება დენის წყაროსთან ხდება 150 მეტრის მანძილზე. შესარჩევია

ელექტროდეტონატორების შეერთების სქემა, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილი იქნება მათი საიმედო აფეთქება.

მაგისტრალური სადენის წინაღობა მოცემულ შემთხვევაში ტოლია $R_a = 150 \times 2 \times 0.0175$ ომი.

დეტონატორების მიმდევრობითი შეერთების დროს

$$J=j = \frac{E}{R+rn} = \frac{220}{5.25+1.5 \times 100} = 1.42 \text{ ა.}$$

როგორც ვხედავთ ანგარიშით მიღებული დენის ძალა ნაკლებია საგარანტიო დენის ძალაზე (2,5ა).

ელექტროდეტონატორების პარალელური შეერთებისას ქსელში მივიღებთ

$$J = \frac{E}{R_0 + \frac{r}{n}} = \frac{220}{5.25 + \frac{1.5}{100}} = 47.5 \text{ ა}$$

ამ დროს თითოეულ დეტონატორში გაივლის $j = \frac{J}{n} = \frac{47.5}{100} = 0.475$ ა, რაც არასაკმარისია ქსელის ასაფეთქებლად.

დეტონატორების მიმდევრობით-პარალელურ შეერთებისას, როდესაც თითოეულ ჯგუფში მიმდევრობით ჩართულია 50 დეტონატორი და ორი ასეთი ჯგუფი მაგისტრალთან შეერთებულია პარალელურად, დენის ძალა ქსელში:

$$J = \frac{E}{R_0 + \frac{rn}{m}} = \frac{220}{5.25 + \frac{1.5 \times 50}{2}} = 5.1 \text{ ა}$$

თითოეულ დეტონატორში გაივლის $j = \frac{J}{m} = \frac{5.1}{2} = 2.55$ ა. რაც საგარანტიო დენის ძალის ქვედა ზღვარის ტოლია.

თუ მიმდევრობით-პარალელური შეერთებისას, თითოეულ ჯგუფში ავიღებთ 20 მიმდევრობით ჩართულ დეტონატორს და 5 ასეთ ჯგუფს მაგისტრალში პარალელურად ჩავრთავთ, მაშინ მივიღებთ

$$J = \frac{220}{5.25 + \frac{1.5 \times 20}{5}} = 19.4 \text{ ა}$$

თითოეულ დეტონატორში გაივლის $j = \frac{19.4}{5} = 3.88$ ა, რაც აკმაყოფილებს საიმედო აფეთქების პირობას.