

UDC 621.921

SCOPUS CODE 2503

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-4-105-113>

ზესალი, მყიფე, კომპოზიციურ-კერამიკული მასალების ღუნვის სიმტკიცეზე გამოსაცდელი ნიმუშების ალმასური ხეხვის ტექნოლოგია და ტექნოლოგიური აღჭურვილობა

დავით ბუცხრიკიძე მექანიკის ინჟინერიის საწარმოო პროცესების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: d.butskhrikidze@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. ჩხაიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: tengizchkaidze@mail.ru

მ. თალაკვაძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: m.talakvadze@gtu.ge

ანოტაცია. ტექნიკისა და ტექნოლოგიების რევოლუციური განვითარების თანამედროვე ეტაპზე მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების მეცნიერები ინტენსიურად მუშაობენ თვისებრივად ახალი მასალების შექმნაზე, რომელთა ფიზიკურ-მექანიკური, ელექტრული, სითბური თუ სხვა თვისებები ხარისხობრივად მნიშვნელოვნად აღემატება დღეისათვის გამოყენებულ ძირითად საკონსტრუქციო, საიარაღო თუ სხვა დანიშნულების ლითონურ მასალებს. ასეთი მასალებია ზესალი, მყიფე, კომპოზიციურ-კერამიკული მასალები (ოქსიდური და კარბიდული კერამიკის ბაზაზე, უახლესი ზესალი კომპოზიციები, პოლიკრისტალური ალმასი + $Si + SiC$ და სხვ.).

სტატიაში მოცემულია ზესალი, კომპოზიციურ-კერამიკული მასალების ღუნვის სიმტკიცეზე გამოსაცდელი ნიმუშების ალმასური ხეხვის პროგრესული ტექნოლოგიური პროცესი, რომელსაც საფუძვლად დაედო არალითონური მასალების ალმასური ხეხვის ორიგინალური, მაღალეფექტური მეთოდი – „დაბალტემპერატურული პრეციზიული ხეხვა“ (დპხ). ამ მეთოდით კომპოზიციური მასალების დამუშავებაში ჩატარებული მრავალწლიანი და მრავალმხრივი კვლევების შედეგების საფუძველზე შემუშავებული და რეკომენდებულია ალმასური ხეხვის ოპტიმალური პირობები, აგრეთვე წარმოდგენილია ორიგინალური დანადგარები და ტექნოლოგიური აღჭურვილობა კომპოზიციურ-კერამიკული მასალების ნიმუშების დასამუშავებლად.

საკვანძო სიტყვები: ალმასური ხეხვა; ზესალი; კომპოზიციურ-კერამიკული; საცდელი ნიმუში; ღუნვის სიმტკიცე.

შესავალი

ახალშექმნილი მასალების გამოყენების სფეროს დასადგენად აუცილებელია მათი ფიზიკურ-მექანიკური, თბური, ელექტრული, მაგნიტური და სხვა თვისებების დადგენა. საკონსტრუქციო მასალები-სათვის პრიორიტეტულია ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, რომლის ერთ-ერთი ძირითადი მახასიათებელი, განსაკუთრებით მყიფე მასალებისათვის არის სიმტკიცის ზღვარი ღუნვაზე.

სხვადასხვა სამეცნიერო თუ ტექნიკური ინფორმაციის წყაროებში მოძიებული იმ მასალების შესწავლისა და ანალიზის საფუძველზე, რომლებიც ეძღვნება კომპოზიციურ-კერამიკული მასალების სიმტკიცეზე გამოცდის მეთოდებს, სატესტე ნიმუშების მიმართ წაყენებულ ტექნიკურ მოთხოვნებსა და მისი დამზადების მეთოდებს (ტექნოლოგიას), დადგინდა, რომ ზემოთ ხსენებული საკითხების მხრივ ყოვლისმომცველია ევროპული სტანდარტი ENV 623-1 [1]. მასში აღწერილია კერამიკული მასალის ღუნვის სიმტკიცეზე გამოცდის მეთოდები, სატესტე ნიმუშების სამ- და ოთხწერტილოვანი ღუნვის პირობებში საყრდენი გადაწვდომით 20 მმ და 40 მმ.

ძირითადი ნაწილი

სატესტე ნიმუშები მზადდება ორი ტიპ-ზომის, სათანადო ტექნიკური მოთხოვნების გათვალისწინებით.

მკაცრადაა მოთხოვნილი ნიმუშის ზედაპირის ფრაკტოგრაფია. კერძოდ, გამოცდამ შესაძლოა დაადგინოს მოტეხის მიზეზი – როგორც წიბოს დეფექტი, გამოწვეული წიბოს უხარისხო დამუშავებით ან ზედაპირის დეფექტები, გამოწვეული მისი უხარისხო დამუშავებით, აგრეთვე ე.წ. შიგა დეფექტები, მიკრობზარები და სხვ.

სტანდარტში მკაცრადაა რეგლამენტირებული სატესტე ნიმუშების დამზადების მეთოდოლოგია, დაწყებული ნიმუშის ნამზადის მოსამზადებელი და დამთავრებული მისი ალმასური ხეხვის საფინიშე ოპერაციით.

სტანდარტის მიხედვით სატესტე ნიმუშის მიმართ წაყენებული ტექნიკური მოთხოვნები შემდეგია:

- ნიმუში უნდა დამზადდეს საცდელი მასალის ერთი – მთლიანი ბლოკისაგან;

- ღუნვის დროს საყრდენი გადაწვდომის მიხედვით, 20 მმ და 40 მმ, სატესტე ნიმუშები მზადდება ორი ტიპ-ზომის:

1. $l \geq 25$ მმ, $a = 2,5^{+0,2}$ მმ; $b = 2^{+0,2}$ მმ;

2. $l \geq 45$ მმ, $a = 4^{+0,2}$ მმ; $b = 3^{+0,2}$ მმ

სადაც l არის ნიმუშის სიგრძე, a და b – ნიმუშის მართკუთხა კვეთის ზომები;

- არ მოითხოვება ნიმუშის ბოლოების (ტორსების) ზუსტი დაყვანა;

- ნიმუშის განიკვეთში მართი კუთხის გადახრა დაიშვება $\leq 5^\circ$;

- ნიმუშის გვერდითი წახნაგების წიბოებზე მოთხოვნილია ნაზოლი, რომლის ზომებია $0,12^{+0,03}$ მმ $\times 45^\circ$ ან წიბოს მომრგვალება $r = 0,15^{+0,05}$ მმ რადიუსით;

– მექანიკური დამუშავების კვალები (ხეხვის კვალები) მიმართული უნდა იყოს ნიმუშის გრძივი მიმართულებით.

სტანდარტის მიხედვით სატესტე ნიმუშების მექანიკური დამუშავების ტექნოლოგიური მარშრუტი შეიცავს შემდეგ ტექნოლოგიურ ოპერაციებს:

1. კერამიკული მასალის ბლოკის დაჭრა (დახერხვა) ალმასური ხერხით, რომლის მარცვლოვნება უნდა იყოს 125 მკმ, მიკროგეომეტრიული პარამეტრის $R_{max} \leq 5$ მკმ უზრუნველყოფით;

2. წინასწარი ალმასური ხეხვა ქარგოლის პერიფერიით, მარცვლოვნება – 80...125 მმ;

3. დაყვანითი ალმასური ხეხვა ქარგოლის პერიფერიით, მარცვლოვნება – 40...60 მკმ, ხეხვაზე ნამატით $\geq 0,06$ მმ. ნიმუშის ოთხივე წახნაგი მუშავდება იდენტურ პირობებში შინაგანი ძაბვების თავიდან ასაცილებლად.

დასაშვებია ამ ოპერაციისას თავისუფალი აბრაზივით (ფხვნილი, პასტა) დამუშავება, ალმასური ქარგოლით ხეხვის სანაცვლოდ, რომელიც, როგორც წესი, სრულდება რამდენიმე გადასვლით (3...4) აბრაზიული ფხვნილის მარცვლოვნების შემცირების მიმართულებით. ბოლო გადასვლაზე იხსნება ≥ 5 მკმ სისქის მასალა, აბრაზიული ფხვნილით მარცვლოვნებით ~ 6 მკმ, მიკროგეომეტრიული პარამეტრის $R_{max} \leq 1$ მკმ დაცვით.

სატესტე ნიმუშის გვერდითი წახნაგების დამუშავების შემდეგ სრულდება წახნაგებს შორის წიბოებზე ნაზოლების მოხსნის ან მომრგვალების ოპერაცია. მკაცრად მოთხოვნილი, რომ დამუშავების კვალები მიმართული იყოს ნიმუშის გრძივი მიმართულებით.

ევროპული სტანდარტით რეგლამენტირებული კომპოზიციურ-კერამიკული მასალების სატესტე ნიმუშების მექანიკური დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ იგი საკმაოდ ხანგრძლივი, ამიტომ შრომატევადი და ძვირია. მოითხოვს ოპერატორის მაღალ კვალიფიკაციას, განსაკუთრებით საფინიშე ოპერაციებზე. გარდა ამისა, ხეხვის პროცესი აბრაზიული, აბრაზიულ-ალმასური ქარგოლის პერიფერიით ხასიათდება ვიბრაციებით, შესაბამისად ჭრის ზონაში არამდოვრე, დარტყმითი ხასიათის პროცესების განვითარებით, რაც უმთავრესად გამოწვეულია ხეხვის მაღალი სიჩქარით ($\geq 25...30$ მ/წმ). ეს უკანასკნელი დასამუშავებელ, მყიფე კერამიკულ მასალაში იწვევს მემკვიდრეობითი დაზარული შრეების წარმოქმნას მნიშვნელოვან 80...100 მკმ-მდე სიღრმეზე, ხოლო დამუშავებულ ზედაპირზე – მყიფე მსხვრევითი მიკროჭრისათვის დამახასიათებელი ზედაპირის მიკროგეომეტრიისა და ტალღოვანების დატოვებას. ეს უკანასკნელები დამუშავებული ზედაპირის მაკროგეომეტრიულ გადახრებთან (არასიბრტყიანობა, არასწორხაზოვნება) ერთად ჯამში შეადგენს მოსახსნელი ფენის სისქეს, ე.წ. საოპერაციო ნამატს მექანიკური დამუშავების შემდგომ ოპერაციაზე.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანი ამოცანაა უახლესი კომპოზიციურ-კერამიკული მასალების სატესტე ნიმუშების მექანიკური დამუშავების ისეთი პროგრესული ტექნოლოგიური პროცესის შემუშავება, რომელიც თავისუფალი იქნება არსებული ტექნოლოგიური პროცესისათვის დამახასიათებელი უარყოფითი მხარეებისაგან – კერძოდ იქნება ნაკლებად შრომატევადი, მაღალ-

მწარმოებლური, იაფი და, რაც მთავარია, სატესტე ნიმუშის მაღალი ხარისხის უზრუნველყოფელი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის მექანიკის ინჟინერიის საწარმოო ტექნოლოგიების დეპარტამენტში ჩატარებული არალითონური, კომპოზიციური მასალების ალმასური ხეხვით დამუშავების მრავალწლიანი კვლევის შედეგების საფუძველზე შემუშავდა ალმასური ხეხვის ორიგინალური მაღალეფექტური მეთოდი, რომელსაც პირობით ეწოდა დაბალტემპერატურული პრეციზიული ხეხვა (დპხ) [2, 3]. შემუშავებული და დამზადებული იყო სპეციალური პრეციზიული ჩარხები: ГПИТ.10, მოდერნიზირებული ლაბორატორიული სტენდი და კერამიკული ფილების ფუძეებისა და პერიმეტრული წახნაგების სახეხი სპეციალური ნახევრად ავტომატი, ამლესავი ჩარხის 3B642 ბაზაზე. აღნიშნული ჩარხები წარმატებით დაინერგა წარმოებაში კერამიკული დეტალების დასამუშავებლად (იაპონია, საფრანგეთი, რუსეთი, უკრაინა, ბელორუსი).

კვლევითი სამუშაოების შედეგებმა აჩვენა დპხ მეთოდის დიდი უპირატესობა ხეხვის არსებულ მეთოდებთან შედარებით ისეთი ფაქტორებით როგორცაა: მწარმოებლურობა, დამუშავებული ზედაპირის მაღალი ხარისხი – სიმქისის დაბალი სიმაღლე და დეფექტური, ბზარებიანი შრის მცირე სიღრმე, დამუშავებული ზედაპირის სიბრტყიანობა და თავისუფალი აბრაზივით დაყვანის მეთოდის შესაბამისი სიზუსტის სხვა პარამეტრები და ა.შ.

დპხ-ის მეთოდი, ჩვეულებრივი ხეხვისაგან (≥ 25 მ/წმ) განსხვავებით გამოირჩევა ჭრის დაბალი სიჩქარეებით (3...10 მ/წმ), დასამუშავებელი ნამზადის ქარგოლის ზედაპირზე, არახისტი, მოზამბარე მი-

წოდებით. ასეთი პირობები უზრუნველყოფს ხეხვის დაბალ ტემპერატურას ჭრის ზონაში, აგრეთვე მის მდოვრედ მიმდნარეობას, ვიბრაციისა და დარტყმების გარეშე. ყოველივე ზემოთქმული საწინდარია დამუშავების მაღალი ხარისხის. მეთოდის მაღალი მწარმოებლურობა მიიღწევა დასამუშავებელი ნამზადის ზედაპირის სრული გადაფარვით ალმასური ქარგოლის ბრტყელი მუშა ზედაპირით.

დადგენილია კერამიკული მასალების ტპხ მეთოდით დამუშავების ოპტიმალური პირობები:

1. წინასწარი დამუშავებისათვის: – ჭრის სიჩქარე – 8...10 მ/წმ;
 - ხვედრითი ძალა ჭრის ზონაში – 500...700 მგპა;
 - ალმასური ქარგოლის მახასიათებლები: მარცვლოვანება 40/28, 28/20 მკმ; შემკვრელი – მეტალური, კერამიკული: კონცენტრაცია 75...100%;
 - სპეციალური საცხებ-გამაცივებელი სითხე ჭრის ზონაში ჭავლით მიწოდებით.
2. დაყვანითი დამუშავებისათვის: – ჭრის სიჩქარე 3...6 მ/წმ;
 - ხვედრითი ძალა ჭრის ზონაში – 200...300 მგპა;
 - ალმასური ქარგოლის მახასიათებლები: მარცვლოვანება 28/20, 20/14 მკმ; შემკვრელი ორგანული, კონცენტრაცია 50...75%.

ევროპული სტანდარტის მასალებისა და ჩვენი კვლევების შედეგების შეჯერებით შევიმუშავეთ კერამიკული მასალების სატესტე ნიმუშების ალმასური ხეხვით დამუშავების პერსპექტიული ტექნოლოგიური პროცესი [4, 5, 6, 7]:

1. მოსამზადებელი ოპერაცია: ევროსტანდარტის მიხედვით კერამიკული მასალის ბლოკის

დახერხვა ალმასური ხერხებით საცდელი ნიმუშების ნამზადებად;

2. წინასწარ დამუშავება: სატესტე ნიმუშის წახნაგების ალმასური ხეხვა დპხ მეთოდით;

3. საფინიში დამუშავება: სატესტე ნიმუშის წახნაგების ალმასური დაყვანითი ხეხვა დპხ მეთოდით;

4. ევროსტანდარტის მიხედვით ნაზოლების დამუშავება წახნაგთშორის წიბოებზე სპეციალური, ორიგინალური სამარჯვის გამოყენებით.

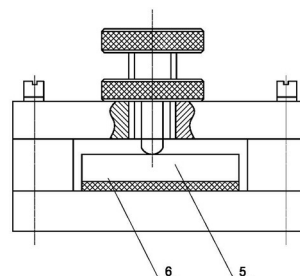
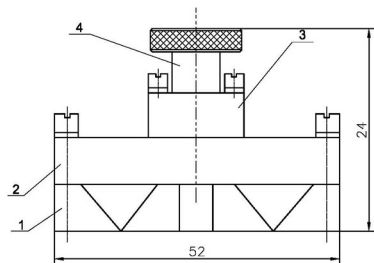
ცალკე აღნიშვნის ღირსია ნაზოლების დასამუშავებელი სპეციალური სამარჯვი, რომლის კონსტრუქცია ჩვენ შევიმუშავეთ და რომელმაც წარმატებით გაიარა გამოცდა რეალური ტექნიკური ამოცანის გადაწყვეტის პროცესში. სამარჯვი მუშაობისას არ მოითხოვს პრეციზიულ ტექნოლოგიურ აღჭურვილობას, არის უნივერსალური, გადასაწყობი და მისაღწევი ზომის თვითკონტროლით. იგი უზრუნველყოფს ნაზოლის სტანდარტით მოთხოვნილ სიზუსტეს. აღსანიშნავია, რომ ევროსტანდარტის მიხედვით ნაზოლის დამუშავების ოპერაცია სრულდება დამყვან-საპრიალებელ ფილასა ან ჩარხზე ხელით და თავისუფალი აბრაზივით (ალმასური ფხვნილი, პასტა).

სამარჯვი არის ორადგილიანი პრიზმა (სურ. 1), რომელშიც თავსდება ორი სატესტე ნიმუში. ოთხი

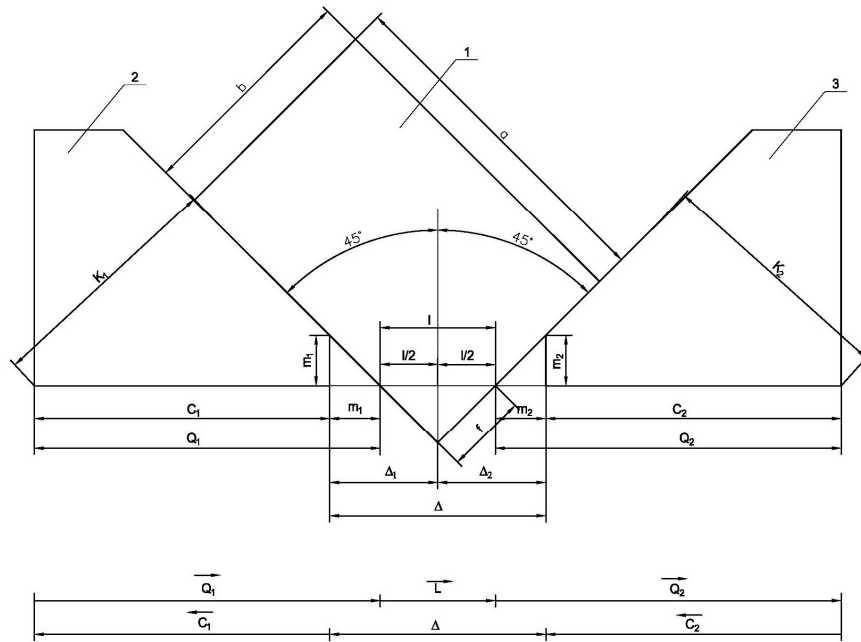
ნახევარპრიზმა დაყენებულია ორ განივ ძელაკზე, რომელზეც თავის მხრივ დაყენებულია გრძივი ძელაკი დასამუშავებელი ნამზადების მომჭერი სპეციალური ხრახნითა და კონტრქანჩით. სატესტე ორი ნიმუში იდება პრიზმის გრძივ ღარებში ისე, რომ მისი წახნაგები შეუთავსდეს პრიზმის შიგა კედლებს და ფიქსირდება მომჭერი ხრახნის ქვესაღები ფილისა და ელასტომერის საშუალებით, რომელიც იცავს ნიმუშის ზედა წიბოს მექანიკური დაზიანებისაგან.

სატესტე ნიმუშის ნაზოლის მოთხოვნილ ზომაზე საჭიროა სამარჯვის გაწყობა ზომური ფილის საშუალებით, რომელიც თავსდება ნახევარპრიზმებს შორის ღარში მჭიდროდ ჩასმით, შემდეგ საჭიროა ნაპირა ნახევარპრიზმების დაფიქსირება ხრახნებით და ზომური ფილის ამოღება ღარიდან.

ზომური ფილის სისქისა და ზომაზე დაშვების აგრეთვე სამარჯვის ელემენტების – ნახევარპრიზმების ზომებისა და დაშვებების გაანგარიშება შესაძლებელია მე-2 სურათზე წარმოდგენილი ზომათა ჯაჭვის გაწყვეტით ნაზოლის ზომისა და დაშვების მიხედვით (ტექნოლოგიური ზომათა ჯაჭვის გაწყვეტის პირდაპირი ამოცანა, ე.ი. ჩამკეტი რგოლის პარამეტრებით, შემადგენელი რგოლების პარამეტრების განსაზღვრა).



სურ. 1. 1 – ნახევარპრიზმა; 2 – განივი ძელაკი; 3 – გრძივი ძელაკი;
4 – სპეცხრახნი სპეცქანჩით; 5 – ფილა; 6 – ელასტომერი



სურ. 2

– ზომური ფილის სისქე (სურ. 2)

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = \sqrt{2}(K_1 + K_2 + f) - C_1 - C_2. \quad (1)$$

დაშვებით, რომ $K_1 = K_2 = K$ და $C_1 = C_2 = C$

$$\Delta = \sqrt{2}(2K + f) = 2c. \quad (2)$$

უკანასკნელ გამოსახულებაში ცნობილია f -ის მნიშვნელობა ევროსტანდარტის მიხედვით (სურ. 1), ხოლო K და C არის სამარჯვის ელემენტების – ნახევარპრიზმების კონსტრუქციული ზომები.

ზომური ფილის სისქის დაშვება, აგრეთვე სამარჯვის ნახევარპრიზმების ზომების დაშვებები გაიანგარიშება ნაზოლის ზომის დაშვებისა და ტექნიკურად მისაღები დაშვებებით.

$$\begin{aligned} \delta_l &= \delta Q_1 + \delta Q_2 + \delta c_1 + \delta c_2 + \delta_D = \\ &= \sqrt{2}(\delta k_1 + \delta k_2) + \delta c_1 + \delta c_2 + \delta_\Delta. \end{aligned} \quad (3)$$

იმ დაშვებით, რომ $\delta k_1 = \delta k_2 = \delta c_1 = \delta c_2 = \delta_\Delta$

$$\delta_l = 2(\sqrt{2} + 1)\delta_x + \delta_D. \quad (4)$$

თავის მხრივ

$$\delta_l = \delta_f / \sin 45^\circ = \sqrt{2}\delta_f.$$

გამოსახულებაში (4) არის ორი უცნობი δ_Δ და δ_x . შესაბამისად, საჭიროა ერთ-ერთის დანიშვნა ტექნიკურად გამართლებული პირობით. მაგალითად, უმჯობესია ზომური ფილის სისქის დაშვების დანიშვნა და სამარჯვის ელემენტების ზომების დაშვებების გაანგარიშება შესაბამისად (5) გამოსახულებით

$$\delta_x = \frac{\sqrt{2}\delta_f - \delta_\Delta}{2(\sqrt{2} + 1)}. \quad (5)$$

ევროსტანდარტით რეგლამენტირებული ტექნიკური მოთხოვნების მიხედვით და ზემოთ ნახსენები დაშვებების გათვალისწინებით

$$\delta_f = 0,03 \text{ მმ} - \text{სტანდარტით}; \quad \delta_\Delta = 0,005 \text{ მმ} -$$

დაშვებით

$\delta_x = 0,007$ მმ, გაანგარიშებით (5) გამოსახულებიდან.

სტატიაში მოყვანილი ჩვენ მიერ შემუშავებული ტექნოლოგიური პროცესი, ტექნოლოგიური დანადგარები და აღჭურვილობა (სამარჯვები) აპრობირებული იყო ზესალი, მყიფე, კომპოზიციურ-კერამიკული მასალების სატესტე ნიმუშების დასამზადებლად ისეთი ორგანიზაციების და საკვლევ-სამეცნიერო ცენტრების დაკვეთით, როგორცაა შვედეთის კონსორციუმი, ვენის უნივერსიტეტი (ავსტრია), ჯონ მურის უნივერსიტეტი (ლივერპული, დიდი ბრიტანეთი) და სხვა.

დასკვნა

სტატიაში მოყვანილი კვლევის შედეგები შეიძლება შეჯამდეს შემდეგი დასკვნების სახით:

- შემუშავებულია ზესალი, მყიფე, კომპოზიციურ-კერამიკული მასალების ღუნვის სიმტკიცეზე გამოსაცდელი სატესტე ნიმუშების მექანიკური დამუშავების პროგრესული ტექნოლოგია, რომელიც სრულად პასუხობს ევროპული სტანდარტის მოთხოვნებს;
- დადგენილია უახლესი კომპოზიციურ-კერამიკული მასალების ალმასური დამუშავების ოპტიმალური პირობები (ჭრის რეჟიმები, ალმასური იარაღის მახასიათებლები);
- შემუშავებულია სატესტე ნიმუშების ნაზოლების დასამუშავებელი ორიგინალური კონსტრუქციის სამარჯვი და მისი ელემენტების გაანგარიშების მეთოდოლოგია.

ლიტერატურა

1. European Standard EN 623: Advanced Technical Ceramics-general and Textural Properties of Monolithic Ceramics. European Committee for Standardization Committee European de Normalization; Europaisches komittec fur Normung. Document CEN/TC: 184. N 85;
2. European Patent. (n.d). *Device for Surface Machining*. (No 88901155. 7 MKU B 24 B 7/16, 37/04);
3. Patent of USA. (n.d). *Device for the flat surface abrasive Machining*. (No 4901477 MKU B 24 B 5/00);
4. Batiashvili, B.I., Butskhrikidze, D.S., Mamulashvili, G.L., Mgaloblishvili, O.B., Turmanidze, R.S., Kromp, K., Mills, B., Steinkellner, W., Schafner, E., Rösel, F.G., Peterlik, H. (2001). *Evaluation of surface preparation techniques. SFG: Swing Frame Grinding and LPG: Low Temperature Grinding, by comparison of results on alumina and siliconcarbide model materials*. International Conference Stará Lesná, High Tatras: Fractography of Advanced Ceramics;
5. Batiashvili, B.I., Butskrikidze, D.S., Mamulashvili, G.L., Turmanidze, R.S., Kromp, K., Mills, B., Mgaloblishvili, O.B. (2001). *Technological Possibilities of Low Precision Grinding Process when Machining Hard and Brittle materials*. International Conference Stará Lesná, High Tatras: Fractography of Advanced Ceramics;
6. Turmanidze, R., Butskrikidze, D., Kromp, K., Mills, B. (2002). *Low temperature precision grinding of hard and brittle materials*. Problems of mechanics and physico-chemistry of the process of abrasive machining, 490-499 p.p.;
7. Richter, H.G., CeramTec, A.G. *Central Development*. Prochingen, Germany, Fractography of Bioceramics. Key engineering Materials Vol. 223 (2002) p.p. 157-180. Trans Tech Publications, Switzerland.

UDC 621.921

SCOPUS CODE 2503

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-4-105-113>

Diamond Grinding Technology of Flexural Strength Test Pieces of Super hard, Brittle, Composite-ceramic Materials and Technological Equipment

David Butskhrikidze Department of Industrial Technology of Mechanical Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a M. Kostava str.
E-mail: d.butskhrikidze@gtu.ge

Reviewers:

T. Chkhaidze, Professor, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: tengizchkhaidze@mail.ru

M. Talakvadze, Professor, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: m.talakvadze@gtu.ge

Abstract. At the present stage of the revolutionary development of technologies, scientists from the leading countries of the world are working intensively to create qualitatively new materials whose physical-mechanical, electrical, thermal or other properties far exceed the basic constructions, armament or other metals used. Such materials are surface, brittle, composite ceramic materials (based on oxide and carbide ceramics, state-of-the-art surface compositions, polycrystalline diamond + $Si + SiC$ and etc.).

A progressive process for diamond grinding test samples from composite ceramic materials to determine the bending strength is discussed. The proposed technological process is based on an original and effective method for polishing the flat surfaces of articles made of difficult-to-process and composite materials - low-temperature precision grinding (LPG). Based on the results of many years and multilateral studies in the field of diamond processing of various non-metallic, composite and ceramic materials, optimum conditions for diamond polishing of mentioned materials have been determined and recommended. Technological equipment and equipment for processing composite and ceramic materials are also disclosed.

Keywords: bending strength; composite-ceramic; diamond processing; super solid; test sample.

UDC 621.921

SCOPUS CODE 2503

HTTPS://DOI.ORG/10.36073/1512-0996-2021-4-105-113

Технология алмазной обработки тестовых образцов из сверхтвердых, хрупких, композиционно-керамических материалов для определения прочности на изгиб и технологическая оснастка

Давид Буцхრიкидзе Департамент производственных процессов инженерии механики, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68^a
E-mail: d.butskhrikidze@gtu.ge

Рецензенты:

Т. Чхаидзе, профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: tengizchkhaidze@mail.ru

М. Талаквადзе, профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: m.talakvadze@gtu.ge

Аннотация. На современном этапе революционного развития техники и технологий ученые ведущих стран мира интенсивно работают над созданием качественно новых материалов, физико-механические, электрические, термические или другие свойства которых значительно превосходят базовые конструкции, вооружение или другие используемые металлы. Такими материалами являются поверхностные, хрупкие, композиционно-керамические материалы (на основе оксидной и карбидной керамики, новейших поверхностных композиций, поликристаллического алмаза + $Si + SiC$ и т. д.).

В работе приведен прогрессивный технологический процесс алмазного шлифования тестовых (испытываемых) образцов из композиционных-керамических материалов для определения прочности на изгиб. В основу предложенного технологического процесса заложен оригинальный, эффективный способ алмазного шлифования плоских поверхностей изделий из труднообрабатываемых, композиционных материалов – низкотемпературное прецизионное шлифование (НППШ). На основе результатов многолетних и многосторонних исследований в области алмазной обработки различных неметаллических, композиционно-керамических материалов определены и рекомендованы оптимальные условия алмазного шлифования упомянутых материалов. Также приведены технологическое оборудование и оснастка для обрабатывания композиционно-керамических материалов.

Ключевые слова: алмазная обработка; композиционно-керамический; прочность на изгиб; сверхтвердый; тестовый образец.

განხილვის თარიღი 17.06.2021

შემოსვლის თარიღი 24.06.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 28.12.2021