

(19) საქართველოს  
ინტელექტუალური  
საკუთრების  
ეროვნული ცენტრი  
საქპატენტი



(11) **GE P 2015 6273 B**  
(10) AP 2014 13132 A  
(51) Int. Cl. (2006)  
F 03 D 5/02

(12) **ბამობონებაზე პატენტის აღწერილობა**

(21) AP 2013 13132  
(44) 2014 12 25 №24

(22) 2013 06 21  
(45) 2015 04 14 №7

(24) 2013 06 21

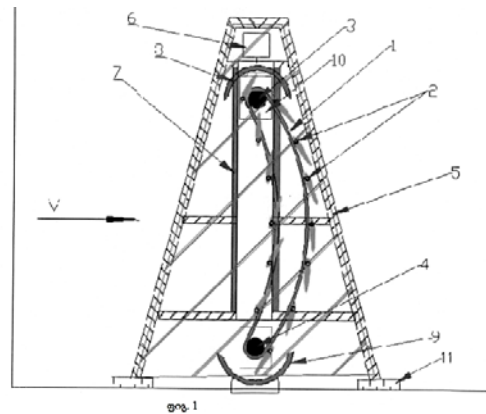
(73) ლევან ნიკოლაძე (GE)  
ქ. შარტავას ქ. 35, ბ. 18, 0160,  
თბილისი (GE);  
ვიაჩესლავ ზაგორუიჩენკო (GE)  
ქ. შარტავას ქ. 35, ბ. 18, 0160,  
თბილისი (GE)  
(72) ლევან ნიკოლაძე (GE);  
ვიაჩესლავ ზაგორუიჩენკო (GE)

(56) US4303834, 1981.12.01,  
F03D5/02

(54) **ქარის ღვედური დანადგარი  
ღვედთაშორისი თვითდაყენებადი  
ფრთებით**

(57) დანადგარი შეიცავს უსასრულო მოქნილ ღვედებს 1, რომელიც დაჭიმულია ორ შკივს 3 და 4 შორის. ამასთან, ღვედზე დაყენებულია ფრთები 2, რომლებსაც ორივე მხარეს აქვს ღერძები 16, რომლებიც დამაგრებულია ერთმანეთის გვერდით მდებარე ღვედებზე დაყენებულ ცილინდრულ საკისრებში 21, რომლებიც ზემოდან დამაგრებულია ლენტით 12. ღერძებზე ტორსის მხრიდან მიმაგრებულია საჩერებელი საყელურები 14 ფრთების მობრუნების შეზღუდვისათვის.

მუხლები: 1 დამოუკიდებელი  
ფიგურა: 4



**GE P 2015 6273 B**

## ბამობონეპაზე პატენტის აღწერილობა

ქარის დანადგარი განკუთვნილია ქარის ნაკადის ენერჯის ლიფის ბრუნვის ენერჯიად გარდასაქმნელად მისი შემდგომი გარდაქმნით მომხმარებლისათვის საჭირო სახის ენერჯიად.

ამჟამად ორგანული სათბობის მარაგის შეზღუდულობას, მისი წვის შედეგად მიღებულ ეკოლოგიურ დაბინძურებასა და ბირთვული ენერჯეტიკის განვითარებასთან დაკავშირებული რისკების გათვალისწინებით, სულ უფრო აქტუალური ხდება ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების საკითხი. ერთ-ერთ ასეთ მიმართულებას მიეკუთვნება ქარის ენერჯის გამოყენება. ქარის ნაკადს, რომელსაც აქვს  $V$  სიჩქარე, დროის ერთეულში განივი კვეთის ფართობის ერთეულში გადააქვს ენერჯია, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით  $N = 0,5 \cdot \rho \cdot V^3$ , სადაც  $\rho$  არის ჰაერის კუთრი მასა.

ესე იგი, ქარის ნაკადის სიმძლავრე დამოკიდებულია სიჩქარის კუბზე. ამასთან შესაძლებელია ამ სიმძლავრის მხოლოდ ნაწილის გამოყენება. პროფ. ნ.ე. ჟუკოვსკის თეორიის თანახმად, რომელმაც გამოიკვლია ქარის იდეალური ძრავას მუშაობა, ქარის ენერჯის გამოყენების მაქსიმალური კოეფიციენტი ქარის ძრავას წინ ნაკადის სიჩქარის ოპტიმალური დამუხრუჭების შემთხვევაში 0,593-ის ტოლია. პროფ. გ.ხ. საბინინმა დააზუსტა ეს თეორია და შედეგად მიიღო, რომ აღნიშნული კოეფიციენტი არის 0,687-ის ტოლი. ქარენერჯეტიკაში ყველაზე მეტად არის გავრცელებული საყრდენებზე დაყენებული რამდენიმე ფრთის მქონე ქარის თვლები. მათი ქარის ენერჯის გამოყენების კოეფიციენტი მცირედ არის დამოკიდებული ფრთების რაოდენობაზე და აღნიშნული კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობები არის დაახლოებით 0,4-0,5-ის ფარგლებში.

ქარის სიჩქარე არ არის დროში მუდმივი. სიჩქარის საშუალო კუბური მნიშვნელობა არ არის დამოკიდებული რეგიონის გეოგრაფიულ ადგილმდებარეობაზე. ამიტომ ქარის დანადგარის მშენებლობის რენტაბელობა ძალიან არის დამოკიდებული რეგიონზე და უქარო პერიოდში მომხმარებლის ენერჯოკვების შესაძლებლობაზე. ნაწილობრივ ამ ამოცანის გადაწყვეტა ხდება, თუ ქარის დანადგარი გადასცემს თავის ენერჯიას ენერჯოსისტემას, რომელშიც არის ჰიდროელექტროსადგურები მარეგულირებელი აუზებით ზედა ბიეფში. ქარიან პერიოდში მათ შეუძლია თავისი ტურბინების დატვირთვის შემცირება აუზში წყლის შენარჩუნებით, ხოლო უქარო პერიოდში – დატვირთვის გაზრდა ქარის დანადგარის დატვირთვის შემცირების საკომპენსაციოდ.

საშუალო შეფასებით ამ შემთხვევაში ქარის დანადგარები რენტაბელური ხდება, თუ მოცემულ რეგიონში ქარის სინქარის საშუალო კუბური მნიშვნელობა აღემატება 6-8 მ/წმ. რენტაბელობის გაზრდა, ამასთან, ქარენერგეტიკის განვითარების ტემპების გაზრდა და მისი გეოგრაფიის გაფართოება შესაძლებელია, ძირითადად, ქარის დანადგარების მშენებლობისა და მათი ექსპლუატაციის ღირებულების შემცირების ხარჯზე. ამ საკითხის შესწავლისას ჩვენ მივაქციეთ ყურადღება ქარის თვალში მასალების ფუნქციურ გამოყენებას. ფრთის თითოეული ელემენტი, რომელსაც აქვს გარკვეული  $\alpha$  კუთხე ღერძული ნაკადის მიმართ, ნაკადის ზემოქმედებით იღებს ძალას, რომელსაც აქვს ღერძული და ტანგენციური შემდგენები. რაც უფრო მცირეა  $\alpha$  კუთხე, მით უფრო მეტია დაშლაში ღერძული შემდგენი და მით უფრო ნაკლებია ტანგენციური შემდგენი, რომელიც ქმნის სასარგებლო მომენტს თვლის ღილაკზე. ფრთის ბოლოსკენ წრიული სინქარე იზრდება, ხოლო  $\alpha$  კუთხე მცირდება, შესაბამისად იზრდება ღერძული შემდგენი.

ფრთის თითოეული ელემენტიდან ღილაკისკენ ენერჯის გადაცემა ხორციელდება ცენტრთან ახლოს მდებარე ფრთების კვეთების გავლით. ამ კვეთებში ცენტრიდანული და ტანგენციური ძალის გარდა, რომელიც თანაბრად არის განაწილებული კვეთაზე, განივი და ღერძული შემდგენისგან წარმოიქმნება მით უფრო დიდი მომენტები, რაც უფრო დიდია მხარი მათი წარმოქმნის ადგილიდან კვეთამდე. ეს მომენტები კომპენსირდება ფრთის კვეთის მასალაში განსხვავებული ნიშნების მქონე დაძაბულობებით და კონცენტრირდება პროფილის კიდეებზე. იმის გამო, რომ პროფილის სისქე არ არის დიდი მხართან შედარებით, დაძაბულობებიც არ არის დიდი.

ამასთან, როდესაც  $\alpha$  კუთხე მცირეა, დაძაბულობაზე ყველაზე დიდ გავლენას ახდენს ძალის ღერძული შემდგენი, ვინაიდან იგი მოქმედებს დიდი კუთხით ფრთის პროფილის ქორდის მიმართ და პროფილის სისქე ამ მიმართულებით ნაკლებია. ფრთის კვეთაში მაღალი დაძაბულობები იწვევს ფრთისათვის უფრო დიდი სისქის შერჩევის აუცილებლობას, რის გამოც ქარის დანადგარის მასალატევადობა იზრდება. ზემოთ მოყვანილი განხილვა აჩვენებს, რომ ქარის თვალში მასალის გამოყენების ყველაზე არაეფექტურ ფუნქციას წარმოადგენს ენერჯის ტრანსპორტირება ფრთის ბოლოებიდან ღილაკისკენ.

აღსანიშნავია, რომ ქარის თვლის ერთეული სიმძლავრის გაზრდის არსებული ტენდენცია, ჩვენი აზრით, მთლად გამართლებული არ არის, ვინაიდან რადიუსის გაზრდა ძალების მოქმედებით გამოწვეული მხარის გაზრდის გამო იძლევა მასალატევადობის გაზრდას რადიუსის სიდიდის კუბის შესაბამისად,

ხოლო ქარის თვლის ფართობი და, აქედან გამომდინარე, მისი სიმძლავრე იზრდება მხოლოდ რადიუსის კვადრატის შესაბამისად. გარდა ამისა, რადიუსის გაზრდა წრიული სიჩქარის შეზღუდვისას ქარის სიჩქარის მიხედვით იწვევს ლილვის ბრუნთა რიცხვის შემცირებას და გენერატორის (ან რედუქტორის, თუ გამოყენებულია რედუქტორული სქემა) მასალატევადობის გაზრდას.

ქარის თვალში მასალის გამოყენების გაანალიზებისას ჩვენ მივაქციეთ ყურადღება მცირე ზომის ფრთებიდან ლილვისაკენ ენერჯის ტრანსპორტირებისათვის ღვედური გადაცემის გამოყენების იდეას. ღვედურ გადაცემაში ღვედის კვეთაში არ წარმოიქმნება არანაირი მომენტები (გარდა იმისა, რომელიც წარმოიქმნება შკივზე ღუნვისას) და მოქმედებს მხოლოდ კვეთის ფართობზე თანაბრად განაწილებული დამჭიმი ძალა. მასალის გამოყენება გადასაცემი სიმძლავრის ერთეულზე აქ ბევრად მცირეა, გარდა ამისა, შკივის დიამეტრი შეიძლება იყოს ბევრად ნაკლები, ვიდრე იმავე შესაკრები ფართობის მქონე ქარის თვლის დიამეტრი და უფრო დიდი იქნება ლილვის ბრუნთა რიცხვი.

ცნობილია აგრეგატი, რომლის ქარსაჭერი წარმოადგენს სამი დოლის შემომწვდომ უსასრულო ლენტს მასზე დამაგრებული ფრთებით.

აგრეთვე, ცნობილია ქარის დანადგარი, რომელშიც ასეთი ლენტი გადაკიდებულია ხეობის თავზე საყრდენი თვლების განთავსებით ფოლადის ანძებზე. ზემოაღნიშნული გამოგონებების ანალიზის შედეგად შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის შესახებ, რომ მათ მრავალი ნაკლი აქვს.

ფრთები მაგრდება ერთ ლენტზე ღვედის სიბრტყის პერპენდიკულარულად და იგი იღებს თავის თავზე ფრთაზე ძალის მოქმედების შედეგად წარმოქმნილ მომენტს. ამიტომ ფრთები არ შეიძლება იყოს გრძელი. ქარის სიჩქარე მიმართულია შკივების ღერძების მიმართულებით ღვედური გადაცემის კვეთის პერპენდიკულარულად. ამიტომ შესაკრები ფართობი განისაზღვრება ღვედური გადაცემის პერიმეტრით და ფრთის სიგრძით (შიგა ნაწილი არ გამოიყენება) და იგი შედარებით მცირეა. გარდა ამისა, ფრთაზე მოქმედი ღერძული წნევა არ გაამრუდებს ღვედის ხაზს და შკივების გვერდითი მიღტუნების მხრიდან იმოქმედებს მათანაბრებელი ძალა.

ზემოაღნიშნული ნაკლოვანებები აღმოფხვრევა ქარის ღვედური დანადგარით ღვედთაშორისი თვითდაყენებადი ფრთებით, რომელიც შეიცავს უსასრულო მოქნილ ღვედებს, რომლებიც დაჭიმულია ორ შკივს შორის, რომელთაგან ერთი დაყენებულია საყრდენებზე აწევა-დაწევის შესაძლებლობით, ხოლო მეორე დაყენებულია მიწის დონეზე და შეერთებულია გენერატორთან, უსასრულო ღვედზე კი დაყენებულია ფრთები, ამასთან, ფრთებს ორივე მხარეს აქვს ღერძები, რომლე-

ბიცი დამაგრებულია ერთმანეთის გვერდით მდებარე ღვედებზე რეზინის ქვესადების მეშვეობით დაყენებულ ცილინდრულ საკისრებში, რომლებიც ზემოდან დამაგრებულია ლენტით, ამასთან, ღერძებზე ტორსის მხრიდან მიმაგრებულია საჩერებელი საყელურები ფრთების მობრუნების შეზღუდვისათვის.

გამოგონება წარმოდგენილია 4 ფიგურით, სადაც

ფიგ. 1 – მოყვანილია ქარის ღვედური დანადგარის გვერდითი ხედი;

ფიგ. 2 – ღვედური დანადგარის წინა ხედი;

ფიგ. 3 – ღვედზე ფრთების დამაგრება;

ფიგ. 4 – სიჩქარეების ვექტორული დიაგრამა.

გამოგონებაში ფრთებს ამაგრებენ პარალელურ ღვედებს შორის, მათ გარე მხარეზე, ქარის ზემოქმედებით გამოთვლილი კუთხით, ქარის მიმართულების მიმართ ფრთების შემობრუნების შესაძლებლობით. ამასთან, ქარის მიმართულება უნდა იყოს შკივების ღერძების პერპენდიკულარული. ჰაერის ნაკადი გაივლის რა ღვედური გადაცემის პირველ შტოს გარე მხრიდან, მოახდენს მეორე, საწინააღმდეგო შტოს გაქრევას შიგა მხრიდან და შემობრუნებს ფრთებს საწინააღმდეგო კუთხით, მაგრამ ძალა ყოველთვის იქნება მიმართული ფრთის წინა ნაწილისკენ ღვედის მოძრაობის მიმართულებით.

ჩვენ შევისწავლეთ ცენტრალური ღერძის (ქორდის) მიმართ სიმეტრიული სხვადასხვა ფრთის პროფილების მახასიათებლები და მიმმართველი ფრთებით აღჭურვილი გისოსების მუშაობა. როდესაც შეტევის კუთხე (კუთხე შემავალ ნაკადსა და ფრთის ქორდას შორის) არის 18-20 გრადუსამდე, სიმეტრიული პროფილების უმეტესობის უკანა ნაწიბურზე ნაკადის მოწყვეტა არ ხდება და შემავალი ნაკადის გამრუდება ქორდის მიმართულებით მიმდინარეობს ძალიან მცირე დანაკარგებით. იგივე ხდება მესერში მიმმართველი ფრთებიდან ნაკადის შესვლისას.

თუ ფრთებს ფრონტალურ ნაწილში აქვს მცირე ჩაღრმავება და შემავალ ნაკადს აქვს ფრთის ქორდიდან მცირე გადახრა, მისი შემობრუნება ქორდის მიმართულებით ხდება მაღალი მარგი ქმედების კოეფიციენტით. ჩვენ შევისწავლეთ ფრთის პროფილები NACA-0006, 0009, 0012, 0015, 0018, 0021 და ასევე СибНИИ-12, 14, 16.

ყველა ეს პროფილი, გაანგარიშებისას პრიორიტეტების მიხედვით, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფრთების დასამზადებლად. უფრო სქელ პროფილებს (ნომერი მიუთითებს მათ მაქსიმალურ სისქეს პროცენტებში ქორდიდან) შეიძლება ჰქონდეს უფრო დიდი შეტევის კუთხე. მაგრამ მათ აქვს უფრო დიდი შუბლური წინაღობა. ქარის ნაკადით ფრთების გარსშემოდენა და სიჩქარეების ვექტორული დიაგრამა ნაჩვენებია ფიგ. 4-ზე, სადაც

$V_T$  არის ქარის დამუხრუჭების სიჩქარე ქარის დანადგარის წინ,

$V_P$  – ღვედისა და მასზე დამაგრებული ფრთების სიჩქარე,

$V_{01}$  – პირველ შტოში შემავალი ფარდობითი სიჩქარე.

$V_{01}=V_T - V_P$  ფარდობითი სიჩქარე  $V_{01}$  ფრთებს შორის არსებულ არხში შესვლისას ახდენს ფრთების ფრონტალური ზედაპირის გარსშემოდენას, შემობრუნდება პირველი შტოდან გამომავალი ფარდობით სიჩქარემდე  $V_{02}$  და იღებს ფრთის ქორდის შესაბამის მიმართულებას. კუთხე  $V_{01}$ -სა და ფრთის ქორდას შორის შეტევის კუთხის ტოლია.

გამომავალ ფარდობით სიჩქარეს  $V_{02}$  და აბსოლუტურ სიჩქარეს  $V_2$  აქვს ნაკადის რეაქციის შემდგენი პირველ შტოში  $V_f$  გაცემულ მოძრაობის რაოდენობაზე, რომელიც მიმართულია მეორე შტოს მოძრაობის მიმართულებით. მეორე შტოში შედის ფარდობით სიჩქარე  $V_{03}$ , რომელიც შემობრუნდება გამომავალ ფარდობით სიჩქარემდე  $V_{04}$ . სიჩქარეს  $V_{04}$  და გამომავალ აბსოლუტურ სიჩქარეს  $V_3$  აქვს ნაკადის რეაქციის შემდგენი ორივე შტოში  $V_{r2}$ , გაცემულ მოძრაობის რაოდენობაზე. ვინაიდან შტოების სიჩქარეებს სხვადასხვა მიმართულება აქვს, გაანგარიშებისას სიჩქარე  $V_{r2}$  შეიძლება გახდეს ძალიან მცირე და ამით შემცირდეს გამოსასვლელი დანაკარგები.

ფიგ. 3-ზე ნაჩვენებია ღვედებზე ფრთების დამაგრების ხერხი. თითოეულ ფრთას ორივე გვერდებზე აქვს ორი ღერძი 16 (ფიგ. 3 და 2). ღერძს აქვს ცენტრზე გამავალი მართკუთხა ღარაკი 17 (ფიგ. 3) და ცენტრში შესრულებული ხრახნისთვის განკუთვნილი ნახვრეტი. ღვედის გარე ზედაპირზე 1 (ფიგ. 1 და 3) დაწებებულია რეზინის ქვესადებები 13 (ფიგ. 3), რომლებზეც დაყენებულია ფიგურაზე 2 ნაჩვენები ცილინდრული საკისრები 21, ისინი, ასევე, შეიძლება დაწებდეს ქვესადებზე.

ცილინდრული საკისრების დასამაგრებლად ზემოდან დაწებებულია ქსოვილით არმირებული რეზინის ლენტი 12 (ფიგ. 3). ფრთების ღერძები იდგმება ცილინდრულ საკისრებში, რომლებიც დაყენებულია ერთმანეთის გვერდით მდებარე ღვედებზე. ტორსების მხრიდან ღერძები მაგრდება სპეციალური საჩერებელი საყელურებით 14 (ფიგ. 3). საჩერებელ საყელურს შუაში აქვს მართკუთხა შვერილი 18 (ფიგ. 3), რომელიც იდგმება ღერძზე არსებულ ღარაკში 17 და საყელური მაგრდება ხრახნით 15 (ფიგ. 3). საჩერებელ საყელურს ორივე მხრიდან აქვს საჩერებელი ფირფიტები, რომლებიც ფრთის შემობრუნებისას ეყრდნობა ქვესადებს ქარის ზემოქმედებით ფრთის შემობრუნების გამოთვლილი კუთხით შეზღუდვით.

ფიგ. 2-ზე ნაჩვენებია ქარის დანადგარის ფორმირება ღვედების დიდი რაოდენობის გამოყენებით. ყველა ღვედს ფრთებით აკერებენ ერთმანეთთან და მიიღება ორ გრძელ შკივზე გადაბული ერთი განიერი ლენტი. ფიგ. 1-ზე ნაჩვენებია ქვედა შკივი 4 იღებს დატვირთვას ღვედებიდან და გადასცემს მას ფიგ. 2-ზე ნაჩვენებ გენერატორს 19. ფიგ. 1-ზე ნაჩვენებია ზედა შკივი 3 განკუთვნილია ღვედების დასაჭიმად და ღვედის ლენტის გარკვეულ სიმაღლეზე დასაკიდებლად. თითოეულ შკივს აქვს ორ-ორი საკისარი 10 (ფიგ. 2). ქვედა შკივის საკისრები დამაგრებულია საძირკველზე 11 (ფიგ. 2), ხოლო ზედა შკივის საკისრები მოძრაობს ვერტიკალურ თავკავებზე 7 (ფიგ. 1 და 2) და დაკიდებულია ტალებზე 6 (ფიგ. 1 და 2). ეს კეთდება იმისთვის, რომ შესაძლებელი იყოს ღვედების დაჭიმულობის რეგულირება და, აუცილებლობის შემთხვევაში, ზედა შკივის ჩამოწევა ღვედთან ერთად.

თავკავები და ტალების საკიდრები დაყენებულია ორი მაღლივი საყრდენის 5 (ფიგ. 1 და 2) შიგნით. საყრდენების გვერდებიდან დაყენებულია ტიხრები 22 (ფიგ. 2) იმისთვის, რომ ქარი პირველი შტოს გავლის შემდეგ არ გადიოდეს გვერდზე. სქემაში, ასევე, გათვალისწინებულია ორი შემზღვეველი პერანგი, ზედა 8 (ფიგ. 1) და ქვედა 9 (ფიგ. 1). და მქნევარა მუხრუჭებით 20 (ფიგ. 2). წინასწარმა გაანგარიშებამ აჩვენა, რომ ზომით მცირე ფრთების შემთხვევაში შედარებით ძლიერი ქარის დროს მათზე მოქმედებს ძალიან უმნიშვნელო ძალები, რაც იძლევა ფრთების დამზადების შესაძლებლობას იაფი პოლიმერული მასალებისგან და, ამასთან, ღრუ კონსტრუქციის სახითაც კი, რაც მნიშვნელოვნად ამსუბუქებს და აიაფებს დანადგარს. ბრტყელ ღვედებს აწყობენ თხელი ქსოვილური შუაშრეებისაგან ნედლი რეზინის თხელი შუასადებებით და შემდეგ ატარებენ ვულკანიზაციას.

ფრთებზე მოქმედებს ძალის როგორც გრძივი შემდგენი, მიმართული ღვედის მიმართულებით, ისე ღვედის პარალელური განივი შემდგენი. გრძივი შემდგენი იკრიბება ორი შტოს მიხედვით და ქვედა ლილვზე ქმნის მომენტს. განივი შემდგენი იწვევს დაჭიმულობას ორივე შტოში და იგი აუცილებელია ღვედსა და შკივის ზედაპირს შორის ხახუნის ძალის შესაქმნელად.

გაანგარიშებისას აუცილებელია, რომ მეორე შტოზე მოქმედი ძალის განივი შემდგენი იყოს პირველ შტოზე მოქმედ ძალაზე მეტი, რათა თავიდან იყოს აცილებული შტოების ურთიერთშეხება. ზედა შკივის დაკიდების სიმაღლის შემცირებისას, შტოები იძენს რკალისებრ პროფილს, იცვლება შკივთან მათი გადაბმაში შესვლის კუთხეები, ამასთან, დაჭიმულობის ძალა მცირდება. საერთო ძალა, რომელიც მოქმედებს ღვედის დასაჭიმად, განისაზღვრება ქარის ძალით და

დაკიდების სიმაღლით. ჩვეულებრივი ბრტყელი ღვედის სიმტკიცე იძლევა, მისი მცირე განივკვეთის შემთხვევაში, დაკიდების საკმაოდ დიდი სიმაღლის (100 მეტრზე მეტი) დაპროექტების შესაძლებლობას. ამასთან, უნდა იყოს გათვალისწინებული, რომ მაღლივი საყრდენებით შეკავებულ ზედა შკივზე მოქმედებს ქარის საერთო ძალის მხოლოდ ნახევარი, მეორე ნახევარს იღებს მიწაზე განლაგებული საძირკველი. ქარიშხლის დროს, რომელიც ბევრად აღემატება გაანგარიშებისას მხედველობაში მიღებულს, გათვალისწინებულია ზედა შკივის ჩამოშვება და ქარის დატვირთვის მოხსნა. ამიტომ მაღლივი საყრდენების მშენებლობა უფრო იაფი უნდა ჯდებოდეს.

მცირე სიმაღლეების შემთხვევაში უმჯობესია სოლისებრ ღვედებზე გადასვლა, რომელთაც აქვს უფრო დიდი სისქე და უკეთესი გარსშემოდენა. ამასთან, შკივებზე უნდა იყოს გათვალისწინებული ღარაკები მათში ღვედის სოლის შესასვლელად, ხოლო შემზღულველ პერანგში – ღვედის თავზე არსებული სპეციალური შეერილები, რათა თავიდან იყოს აცილებული ღვედის ამოვარდნა დაჭიმულობის შესუსტებისას. მომენტი, რომელიც აბრუნებს ფრთას ქარის ზემოქმედებით, შედარებით მცირეა. ფრთის სიმეტრიული პროფილებისათვის ჰაერის ძალის მოდების წერტილი მცირე შეტევის კუთხეების შემთხვევაში იმყოფება ფრთის ცხვირიდან ქორდის 25% მანძილზე, რომელიც იზრდება შეტევის კუთხის გაზრდასთან ერთად.

ფრთის ღერძის ცხვირიდან უფრო შორს გადანაცვლებით შეიძლება მომენტის შემცირება, რომელიც მოქმედებს ფრთის ბრუნვაზე, თუმცა უნდა იყოს გათვალისწინებული, რომ ფრთის ცხვირი ბრუნვისას არ უნდა ეხებოდეს შკივის ზედაპირს. ფრთის ვიბრაციის თავიდან ასაცილებლად სასურველია, რომ მისი შემობრუნება ხდებოდეს გარკვეული ხახუნით. ამ ხახუნის გასაზრდელად შეიძლება საჩერებელი საყელურების ღერძებზე მისრახნა გარკვეული მიჭერით ზედა სამაგრ რეზინის ლენტთან. დრუ ფრთები სიხისტის წიბოების შემცველი ორი ნაწილის სახით მზადდება პლასტმასის დაწნეხის გზით. ამის შემდეგ ორივე ნაწილს ერთმანეთთან ამაგრებენ სოგმანებით და აწებებენ. შკივების დიამეტრების გაანგარიშება ხდება მაქსიმალური დასაშვები ცენტრიდანული ძალის მიხედვით, რომელიც მოქმედებს ფრთებსა და ღვედზე. შკივის კედლის სისქე განისაზღვრება ღვედებით განპირობებული სიგრძეზე განაწილებული დატვირთვით გამოწვეული ღუნვის გაანგარიშებით.

წინასწარი შეფასება აჩვენებს, რომ თავად შკივები შეიძლება იყოს დამზადებული მტკიცე პოლიმერული მასალებისგან, ხოლო შკივებიდან მიღებული ტუნების გავლით საკისრებთან გამოყვანილი ღერძები შეიძლება იყოს დამ-



ზადებული ფოლადისგან. ქარის დანადგარის ფართობი განისაზღვრება დაკიდების სიმაღლისა და შკივის სიგრძის ნამრავლით და შეიძლება იყოს დაპროექტებული დიდ ერთეულ სიმძლავრეზე. ქარის თვალთან შედარება, რომელსაც აქვს ქარით გარსშემოდენის ისეთივე ფართობი, აჩვენებს ჩვენი ქარის დანადგარის მნიშვნელოვან უპირატესობებს როგორც ღირებულების, ისე ბრუნთა რიცხვისა და დანადგარის ერთეული სიმძლავრის გაზრდის შესაძლებლობის თვალსაზრისით.

ქარის თვალისგან განსხვავებით, ქარის ღვედური დანადგარი ქარის ზემოქმედებით არ შემობრუნდება და იგი მუშაობს ქარის სიჩქარის შკივების ღერძების მიმართ პერპენდიკულარული შემდგენის ხარჯზე, ამასთან, არ აქვს მნიშვნელობა, ღერძების რომელი მხრიდან უბერავს ქარი (ღვედის მოძრაობას ყოველთვის ექნება ერთი მიმართულება). ამიტომ ქარის ღვედური დანადგარის გამოყენება მომგებიანია იმ რეგიონში, სადაც ქარი უბერავს, ძირითადად, ერთ ხაზზე, მაგალითად, ხეობებში. იმ შემთხვევაში, როდესაც ქარის მიმართულება ძალიან ცვალებადია, შეიძლება ქარის დანადგარების ჯვრისებრად დაყენება ქარის ნებისმიერი მიმართულებისას ენერჯის გამომუშავების უზრუნველსაყოფად. ქარის დანადგარის ზღვაში ტივზე დაყენებისას (ასეთი პროექტები უკვე არსებობს) ეს ნაკლოვანება აღმოიფხვრება, ვინაიდან ტივის შემობრუნება შესაძლებელია ნებისმიერი მიმართულებით.

შესრულებულმა წინასწარმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ შესაძლებელია ფრთების ორივე მხარეს შემობრუნების კუთხეების შერჩევა ისე, რომ დაცული იქნება ქარის დანადგარის წინ ქარის ნაკადის ოპტიმალური დამუხრუჭების პირობა ქარის სიჩქარის ცვლილების ფართო დიაპაზონში (ღვედის სიჩქარის მუდმივობის შენარჩუნებით). ეს უზრუნველყოფს ქარის ენერჯის გამოყენების კარგ კოეფიციენტს ქარის დანადგარის მუშაობისას სინქრონულ გენერატორებზე, რომლებიც დაკავშირებულია სისტემასთან. ერთდროულად შესაძლებელი ხდება ნაკადის გამოსასვლელი რეაქციის დაყვანა მცირე მნიშვნელობამდე და განივი ძალების განაწილება შტოებზე ისე, რომ მუშაობის პროცესში არ ხდებოდეს შტოების ურთიერთშეხება.

#### გამოგონების ფორმულა

ქარის ღვედური დანადგარი ღვედთაშორისი თვითდაყენებადი ფრთებით, რომელიც შეიცავს უსასრულო მოქნილ ღვედებს, რომელიც დაჭიმულია ორ შკივის შორის, რომელთაგან ერთი დაყენებულია საყრდენებზე აწევა-დაწევის შესაძლებ-

ლობით, ხოლო მეორე დაყენებულია მიწის დონეზე და შეერთებულია გენერატორთან, ამასთან, უსასრულო ღვედზე დაყენებულია ფრთები, განსხვავდება იმით, რომ ფრთებს ორივე მხარეს აქვს ღერძები, რომლებიც დამაგრებულია ერთმანეთის გვერდით მდებარე ღვედებზე რეზინის ქვესადების მეშვეობით დაყენებულ ცილინდრულ საკისრებში, რომლებიც ზემოდან დამაგრებულია ლენტით, ამასთან, ღერძებზე ტორსის მხრიდან მიმაგრებულია საჩერებელი საყელურები ფრთების მობრუნების შეზღუდვისათვის.

