

BIOMASU BRIKEŠU NOTURĪBA *Durability of Biomass Briquettes*

A. Kaķītis, I. Nulle

J. Čakstes bulv. 5, Jelgava, tālr.: 3080674, fakss: 3005685,

e-pasts: aka@cs.llu.lv

Abstract

The main resources for biomass agro-ecotechnologies are cereal straw residues, energy crops and emergent vegetation from wetlands. The herbaceous biomass is a material of low density (20 – 60kg/m³) therefore new mobile equipment and technologies for biomass comminution and densification have to be worked out. To guarantee the quality of biomass briquettes in the handling and usage process, sufficient durability of briquettes should be provided. National Standards of biomass briquettes should be worked out in accordance with the requirements of International Standards.

Dependence of Ultimate shear stress on wheat stalk material particle size in biomass briquettes was investigated. It was stated that ultimate shear stress increases for particle size in briquettes less than 0.5mm. Peat additive improves the density and ultimate shear strength of briquettes, but peat in combustion process increases the ash content. Therefore it is not necessary to add peat more than 50% in briquetting composition.

Durability of reed stalk briquettes ~1.7 times exceeds durability of wheat stalk briquettes. Maximal values of ultimate shear stress (1,5 MPa) and density (1,2 g/cm³) for pure peat (100%) briquettes was obtained.

Keywords: *biomass conditioning, biomass briquettes, durability.*

Ievads

Nākotnē paredzams atjaunojamo enerģijas veidu, it sevišķi biomasu, izmantošanas pieaugums. Eiropas Baltajā grāmatā tiek prognozēts, ka uz 2010. gadu galvenais ilgtspējīgās enerģijas avots būs biomasas (74%). Lai nākotnē nodrošinātu šādu biomasas enerģijas avotu pieaugumu, lauku apvidos jāpievērš uzmanība jaunu biomasu avotu apguvei - enerģētisko augu audzēšanai un lauksaimnieciskās ražošanas atlikumu utilizācijai enerģijas ieguves vajadzībām. Jāpaplašina un jāoptimizē arī tradicionālo biomasu (koksne un tās atlikumi) izmantošana.

Kā galvenie biomasu enerģijas avoti minami koksnes atlikumi, graudaugu salmu pārpalikums, enerģētiskie augi, mitrāju un ezeru apaugums (niedres), sapropelis un kūdra. Dabiskā veidā minētās biomasas ir ar mazu blīvumu (20–40kg/m³). Tas samazina šo biomasu transportēšanas ekonomisko efektivitāti un apgrūtina to izmantošanu. Biomasu enerģijas avotu efektīvai izmantošanai nepieciešams kompaktēt šīs biomasas, pārstrādājot tās briketēs vai granulās. Pasaulē, un arī Latvijā sekmīgi atrisināta kokskaidu brikešu un granulū ražošana. Iegūtā produkcija ir ar labiem siltumtehnikajiem parametriem un pietiekošu izturību. Sāpētās stiebraugu briketes vai granulās nav ar pietiekošu izturību un nenodrošina nemainīgu produkcijas kvalitāti transportēšanas un uzglabāšanas laikā.

Attīstoties stiebraugu brikešu ražošanai un eksportam, jānodrošina produkcijas atbilstība starptautiskajiem standartiem. Patlaban Eiropā nav izstrādāti vienoti standarti biomasas briketēm un granulām. Cieto bioloģiskās izcelsmes kurināmo īpašību standartizēšanai, tiek pielāgota daļa fosilo kurināmo standartu.

Cieto biokurināmo īpašību normu skaidra definēšana radīs labu vidi tā tirgus paplašināšanai un piemērotu biomasas kurtuvju optimizācijai.

Fizikāli-mehānisko un ķīmiski-vielisko īpašību noteikšana (piem., izturība, mitrums, lielums un forma) un normēšana dos iespēju biokurināmo sadalīt klasēs ar skaidri noteiktām īpašību robežām. Atbilstošu standartu izstrādāšana palīdzēs saprasties ražotājam un patērētājam arī ārpus vietējā tirgus, kur līdz šim sarunas ierobežoja vienotu normu trūkums. Potenciāliem mazo un vidējo kurtuvju īpašniekiem, zināšanas par standartizētu un sertificētu biokurināmo, palīdzēs kurtuves un kurināmā izvēlē.

Nepieciešams izstrādāt biokurināmā terminoloģiju, kā arī definēt praksē pieņemtās kurināmā īpašības, kas nodrošina tā uzglabāšanu, transportēšanu un izmantošanu bez mehāniskiem bojājumiem. Kurināmā briķešu vai granulu izmēriem jābūt noteiktās robežās, lai automātiskās un pusautomātiskās kurtuvēs nenotiktu kurināmā iesprūšana. Sadegšanas produkti nedrīkst būt kaitīgi apkārtējai videi.

Zviedrijā, Austrijā, Vācijā un Itālijā eksistē atšķirīgas normas biokurināmajam, turpretī Somijā, Nīderlandē un Šveicē līdz šim eksistē tikai direktīvas vai rokasgrāmatas, kas domātas atsevišķa kurināmā īpašību aprakstīšanai.

Mīnhenes Tehnoloģiskās universitātes izstrādātā projekta “Cieto biodegvielu standartizācija Vācijā” atskaites ziņojumā konstatēta jaunu standartu izstrādes nepieciešamība. Ziņojumā konstatēts, ka jāpilnveido kompaktēto biokurināmo blīvuma, noturības, spiediena izturības u.c. īpašību noteikšanas metodikas [1,2].

Vienlaikus ar biokurināmā standartu izstrādāšanu jāveic jaunu kurināmā sastāvu izveidošana, lai iegūtu jaunus sastāvus ar labām degšanas īpašībām un pietiekošu izturību transportējot un uzglabājot. Lai varētu salīdzināt dažāda sastāva biomasas briķešu noturību, jāizstrādā metodes un ierīces briķešu izturības noteikšanai. Materiāla izturību objektīvi raksturo tā izturības robežspriegumi. Ņemot vērā to, ka briķetes ir anizotropisks materiāls, jāveic izturības pārbaude gan presēšanas virzienā, gan perpendikulāri tam.

LLU Lauksaimniecības mašīnu mehānikas zinātniskajā laboratorijā tiek veikti teorētiski un eksperimentāli biomasu briķešu sastāva un to noturības pētījumi. Tiek izstrādātas un pilnveidotas metodes un iekārtas briķešu izturības noteikšanai. Iegūtie rezultāti varētu tikt izmantoti biomasu cietā kurināmā standartu izstrādāšanai Latvijā.

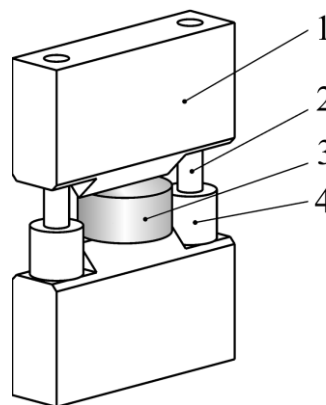
Materiāli un metodes

Salmu, niedru un citu stiebru materiālu briķešu noturība lielā mērā atkarīga no materiāla sasmalcināšanas pakāpes. Lai iegūtu pietiekošu briķešu blīvumu un mehānisko izturību, salmu daļiņu izmēram jābūt mazākam par 1mm. Augsta smalcināšanas pakāpe palielina enerģijas patēriņu briķešu ražošanā un samazina to ekonomisko efektivitāti. Briķešu blīvumu un noturību var ievērojami palielināt pievienojot saistvielas (kūdras, sapropeli u.c.). Dažāda sastāva briķešu noturības salīdzināšanai nepieciešams noteikt normālos un tangenciālos robežspriegumus [3].

Testējamās briķetes tika izgatavotas saspresējot ar saistvielām sajauktus dažāda smalcinājuma pakāpes stiebru materiālus. Stiebru materiāli tika sasmalcināti un, izsijājot caur sietiem, sadalīti smalkuma grupās ar daļiņu izmēriem 2_3, 1_2, 0.5_1 un <0.5mm. Pētījumi tika veikti ar salmiem, niedrēm un rapša stiebriem pievienojot kūdras. Eksperimenta rezultātu precizitāte tika nodrošināta izmantojot datorizētu mēriekārtu un nodrošinot pietiekošu mērījumu atkārtojumu skaitu (ne mazāk par 11 atkārtojumiem).

Normālie robežspriegumi tika noteikti slogojot briķeti stiepē perpendikulāri briķetēšanas virzienam izmantojot ķīļu ierīci (1. att.). Materiāla pārbaude ar ķīļu metodi lietojama gadījumos, kad pārbaudāmā objekta izmēri un konfigurācija nedod iespēju izgatavot stiepes paraugu. Materiālu saspiež starp diviem tērauda ķīļiem, kuru virsotnes leņķis 90°. Pārbaudē nosaka maksimālo slodzi F_{max} , kas sagrauj paraugu.

Stiepes izturības robežu aprēķina pēc formulas:



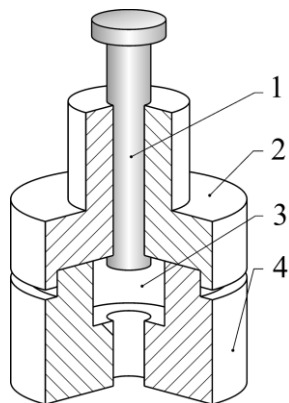
1.att. Ķīļu ierīce

1-kustīgais ķīlis, 2-vadotne,
3-briķete, 4-distances gredzens

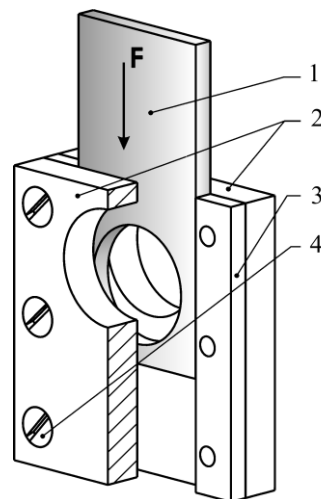
$$\sigma_b = \frac{F_{max}}{A} \cdot (1 - 0,02 \frac{F_{max}}{A}),$$

kur σ_b - stiepes izturības robeža, MPa; F_{max} - parauga sagraušanas slodze, N; A - šķērsriezuma laukums, mm² [4].

Tangenciālie robežspriegumi tika noteikti divās plaknēs – presēšanas virzienā un perpendikulāri presēšanas virzienam. Abos gadījumos tangenciālie spriegumi tika noteikti, slogojot paraugu cirpē (bīdē) ar speciālās ierīces palīdzību (skat, 2. un 3. att.).



2. att. Ierīce bīdes spriegumu noteikšanai presēšanas plaknē:
1-bīdnis, 2-vadotne, 3-telpa paraugam, 4-korpuss.



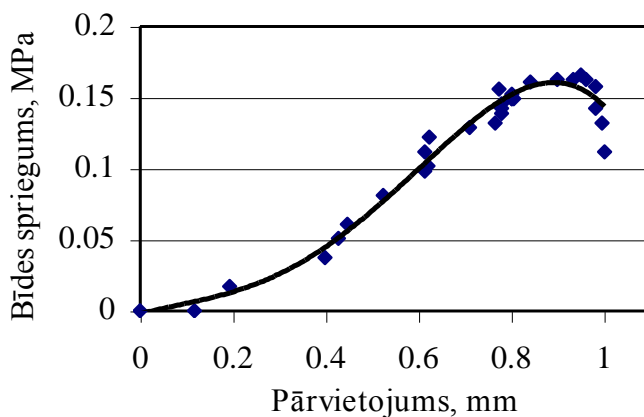
3. att. Ierīce bīdes spriegumu noteikšanai presēšanas virzienam perpendikulārā plaknē:
1-bīdnis, 2-korpuss, 3-distances plāksnes, 4-savilcējskrūves.

Parauga sagraušanas spēks un slīdņa pārvietojums tika pārveidoti proporcionālā elektriskā signālā un ievadīti firmas *Pico technology* virtuālās mērsistēmas interfeisā. Mērījumu dati tika automātiski ierakstīti datora atmiņā un veikta to matemātiskā apstrāde. Rezultātā tika iegūtas paraugu sagraušanas līknes (4. att.).

Mērījumu rezultāti

Patreizējā situācijā, viena no pieejamākām biomasām ir salmi. Pārbaudot salmu briketi ar cirpņa palīdzību, iegūstam līkni, kas raksturo tās robežizturību bīdē starp plaknēm perpendikulāri briketēšanas virzienam (4. att.). Sagrūšanas līknē neparādās materiāla tecēšanas posms, kas norāda, ka parauga īpašības atbilst trausliem materiāliem.

Tika noteikta salmu briketes bīdes robežizturības atkarība no salmu smalkuma pakāpes (5.att.). Katram briķešu veidam tika veikti 11 mērījumi un aprēķināta vidējā vērtība. Eksperimenti parādīja, ka salmu briķešu robežizturība praktiski nemainās paraugiem, kuru daļiņu

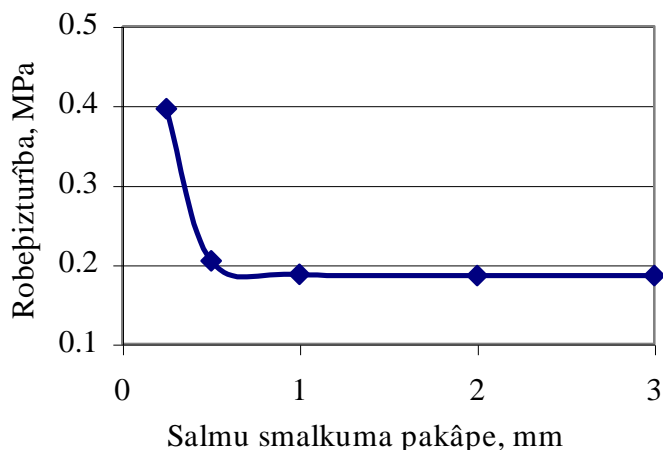


4. att. Salmu briketes bīdes robežizturība perpendikulāri briketēšanas virzienam

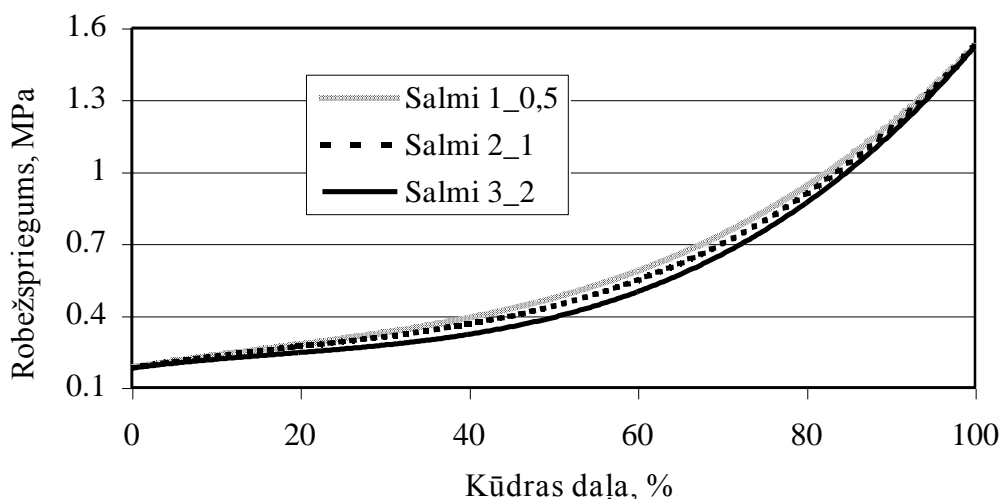
izmērs ir no 0,5 – 3 mm, tā ir ~ 0,2MPa. Paraugi, kuri izgatavoti no salmiem ar smalcinājuma pakāpi <0,5mm, robežizturība pieaug līdz 0,4MPa (5. att.).

Palielinot smalcināšanas pakāpi ievērojami pieaug enerģijas patēriņš, tāpēc jāmeklē iespēja palielināt izturību briketēm ar mazāku smalcināšanas pakāpi.

Pievienojot materiālam saistvielas iespējams palielināt briķešu noturību. Kūdras pievienošana palielina salmu briķešu robežizturību (6. att.) no 0,2MPa (100% salmi) līdz 1,55MPa (100% kūdra). Tā kā Latvijā ir pietiekoši kūdras krājumi, tas varētu būt viens no risinājumiem salmu-kūdras kurināmā gatavošanā.



5. att. Salmu briķetes robežizturības atkarība no smalcinājuma pakāpes

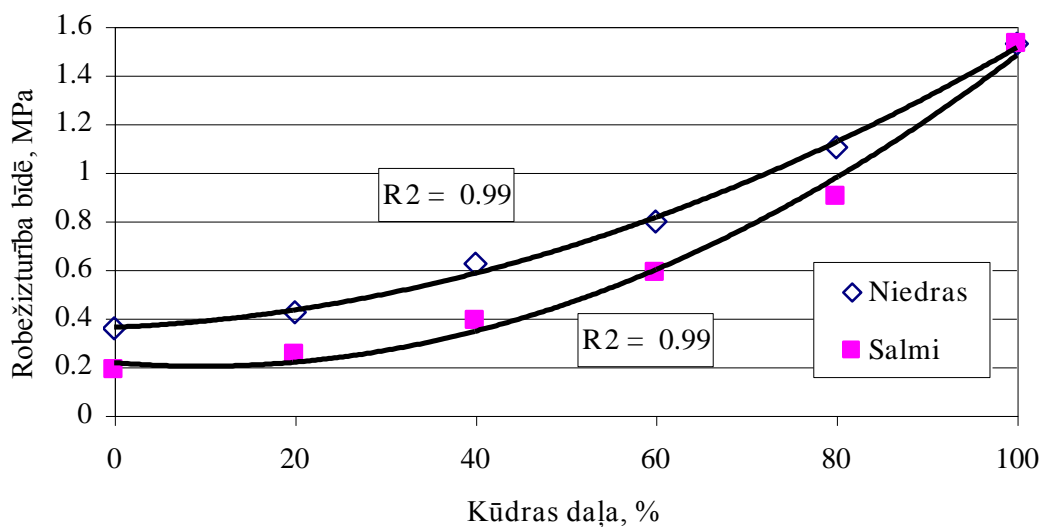


6.att. Dažāda smalkuma salmu briķešu robežizturība bīdē atkarībā no kūdras daļas (deformācija perpendikulāri presēšanas virzienam)

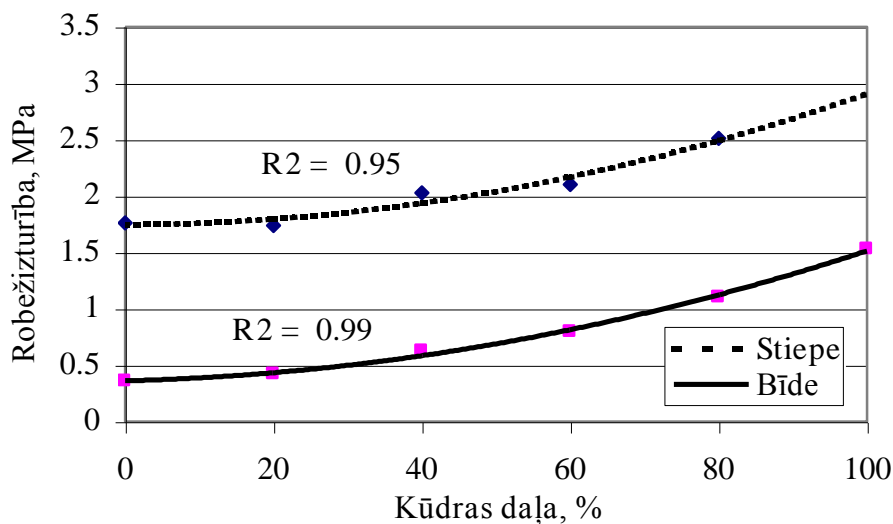
Pievienojot salmiem 50% kūdras, iegūto briķešu robežizturība bīdē pieaug 2.2 reizes. Tas dod iespēju samazināt briķetējamā materiāla smalcināšanas pakāpi. Salmu-kūdras briķetēm smalcinājuma pakāpes palielinājums no 3mm uz 0.5mm palielina briķetes robežizturību bīdē par ~35%, ja kūdras saturs ir 40 – 60%. Ja kūdras daļa ir ~40%, tad briķetes stiprība sasniedz smalko salmu (līdz 0,5mm) briķešu stiprību (6. att.).

Niedru briķešu robežizturība ir augstāka nekā salmiem. Pie kam starp salmu un niedru briķešu Robežizturības izmaiņa atkarībā no kūdras daļas ir līdzīga salmu briķetēm (7.att.). Tīru niedru briķešu (ar daļiņu garumu 1 – 2mm) robežizturība ir tik pat augsta, kā salmu briķetēm ar daļiņu garumu līdz 0,5mm, tas nozīmē, ka niedru briķetēm nepieciešams mazāks enerģijas patēriņš smalcināšanai.

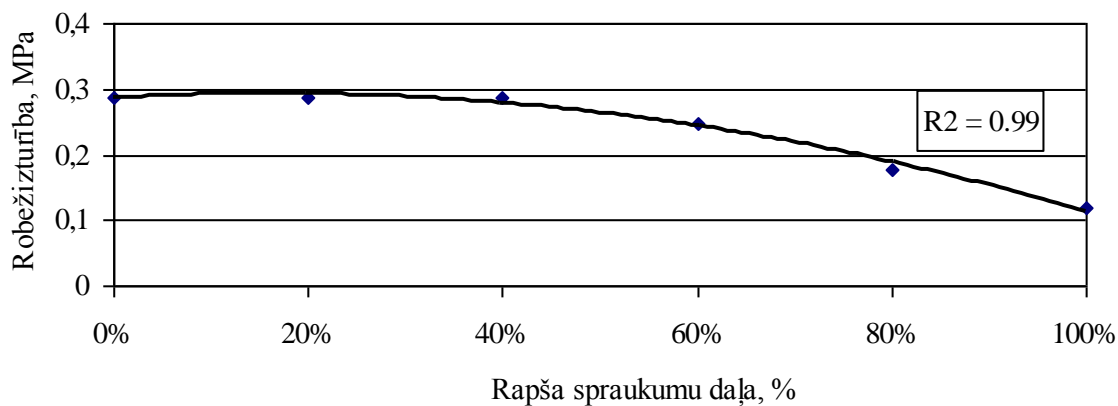
Niedru briķešu stiepes izturības robežspriegums tika noteikts izmantojot ķīļu metodi. Stiepes robežspriegumi ~3.5 reizes pārsniedz bīdes robežspriegumus (100% niedres). Palielinot kūdras daļu briķešu sastāvā, palielinās arī stiepes robežspriegumu vērtība (8. att.).



7.att. Niedru un salmu bīdes robežizturība atkarībā no kūdras daļas



8. att. Niedru briekšu bīdes un stiepes robežspriegumu atkarība no kūdras daļas



9.att. Tehniskā rapša briekšu robežizturība bīdē (perpendikulāri briketēšanas virzienam)

Pēdējos gados Latvijas laukos attīstās rapša audzēšana eļļas ieguvei. Pēc eļļas izspiešanas pāri paliek rapša spraukumi, kuri labi izmantojami enerģijas ieguvei. Arī rapša salmi var tikt izmantoti siltumenerģijas ieguvei.

Rapša salmu briķešu bīdes robežspriegumi (perpendikulāri briķetēšanas virzienam) ir līdzīgi salmu briķešu izturībai (9. att.). Pievienojot rapšu salmiem spraukumus līdz 40%, briķešu izturība praktiski nemainās, bet pārsniedzot šo vērtību izturība pakāpeniski samazinās līdz 0.12MPa. Tas norāda, ka veidojot briķetes no rapša salmiem un spraukumiem, briķešu izturības palielināšanai jālieto saistvielas.

Secinājumi

1. Jaunu biomasu enerģijas avotu ieviešanai ražošanā, nepieciešams izstrādāt atbilstošus nacionālos standartus, kuri būtu saskaņoti ar starptautiskajiem standartiem. Šim nolūkam jānosaka biokurināmā parametri, kuri būtu iekļaujami standartos.
2. Atbilstoša biomasu briķešu noturība nodrošina kurināmā kvalitāti uzglabāšanas un transportēšanas procesā. Izstrādājot biokurināmā standartus, noturība jāiekļauj normējamo parametru sarakstā.
3. Jāizstrādā metodika un iekārtas, kuras nodrošinātu biomasu noturības noteikšanu atbilstoši standartu prasībām. Noturības noteikšanas metodēm jābūt pietiekoši vienkāršām, lai nepaaugstinātu kurināmā pašizmaksu.
4. Salmu briķešu izturības robežspriegums bīdē (perpendikulāri briķetēšanas virzienam) ir ievērojami mazāks par stiepes robežspriegumu un bīdes robežspriegumu briķetēšanas virzienā. Bīdes robežspriegums (100% salmi) pieaug palielinoties materiāla smalcinājuma pakāpei. Ja daļiņu izmērs ir robežās no 0.5 līdz 3mm, bīdes robežspriegums ir ~0.18MPa. Daļiņu izmēru samazinot zem 0.5mm, bīdes robežspriegums sasniedz 0.4 MPa.
5. Salmu un niedru briķešu izturību var palielināt pievienojot masai kūdru. Izturības robežspriegums bīdē salmu-kūdras briķetēm ar kūdras saturu 50% palielinās 2.2 reizes.
6. Niedru briķešu izturība ir ~1.7 reizes lielāka par salmu briķešu izturību. Tā pieaug pievienojot briķetējamajam sastāvam kūdru.
7. Pievienojot rapša salmiem rapša spraukumus vairāk par 40%, briķešu izturība samazinās. Lai palielinātu rapša briķešu izturību, nepieciešams pievienot saistvielas, piemēram, kūdru.

Literatūra

1. Existing national standards on solid biofuels. CEN Workshop Solid Biofuels. Secretariat: SIS (Sweden). 1999.
2. D.Thrän, M. Kaltschmitt. Normen für biogene Festbrennstoffe in Europa. 2001. Blickpunkt Energiewirtschaft.
3. И.А. Цурпал, Н.П. Барабан, В.М. Швайко. Сопротивление материалов. Киев, «Вища школа». 1978., 190 с.
4. A.Anteins. Metālu mehāniskās pārbaudes. – „Liesma”, Rīga. 1974., 134 lpp.