

## SURSELE ENERGIEI REGENERABILE ȘI ECHIPAMENTUL PENTRU PRODUCEREA LOR

*Membru corespondent al AȘM*  
**Ion HĂBĂȘESCU**

*The Republic of Moldova having no fossil energy sources imports 95% of them. Annually in the country also accumulates over 12 m tones lei of vegetable and animalist wastes, the energy which is equivalent with all energy sources imported – gas, coal, fuel, electricity. The research has shown that to use agricultural waste is necessary to transform the product easy to obtain renewable energy. One of the most common methods in this direction is compression of the vegetable wastes in pellet. This product is simple to use as energy source in corporate and individual boilers. The pressing biomass, the density increases of 6-8- times and reaches the number from 1100 to 1250 kt / m, while the baled straws have only 120 – 150 kt/m<sup>3</sup>.*

*The Institute of Technical Agricultural „Mecagro” has elaborated a technological scheme for producing the pellets and they designed, manufactured and tested equipment properly.*

*The technological line is made up of chopper of straw bale joint through a duct of air with bunker - cyclone of accumulation of ground produce, dispenser, and blender with pump of water, granulators, and pneumatic systems for transportation of granulated product with fan, cooler with cooling fan, elevator, bunker of accumulating of pellets and the automatic dosing apparatus and packaging of finished product.*

*All the construction units represent the original equipment protected by patents. The experimental factory of Institute “Mecagro” completed the first two lines of grain and mounted at economical agency.*

În condițiile contemporane energia este temelia economiei. Dezvoltarea durabilă a oricărei țări depinde de asigurarea garantată și continuă cu surse energetice la prețuri accesibile.

Republica Moldova, practic neavând zăcămintele subterane, este nevoită să importe peste 95 % din surse energetice. În republică anual se importă peste 300 mii t motorină, 186 mii t benzină, 150 mii t cărbune, circa 1200 mil. m<sup>3</sup> gaz natural și 68 mii t gaz lichifiat (propan), ceea ce constituie, împreună cu energia electrică importată, aproximativ 25 mii GWh.

În astfel de condiții este firesc să se caute surse energetice alternative, acestea fiind energia eoliană,

hidraulică, solară și cea a biomasei. Dacă primele trei surse de energie presupun cu precădere o abordare teoretică, întrucât ele astăzi nu sunt competitive, cea din urmă poate deveni una din principalele ramuri ale economiei naționale. Într-adevăr, prețul 1kWt/h produs de o instalație solară, eoliană sau hidrolică este de 3-10 ori mai mare decât aceeași energie obținută din zăcămintele fosile, pe când energia biomasei este la același preț sau în unele cazuri cu mult mai ieftină.

Moldova dispune anual de peste 12 mil. tone de deșeuri vegetale și animaliere, ceea ce-i echivalent cu 50-60 mii GWh. Cifra aceasta este comparabilă (randamentul de transformare a biomasei în energie 0,4-0,6) cu toată energia importată, inclusiv cea electrică. Pe lângă aceasta, republica poate cultiva plante speciale cu un potențial energetic sporit, precum rapița, sorgul zaharat, topinamburul și altele, la a căror utilizare integrală se va obține un efect economic considerabil.

Astfel, după cum afirma la conferința din Bavaria prof. german *Karl Tetzlaff*, “Europa are posibilitate să producă biomasă în astfel de cantități, încât să-și asigure pe deplin necesarul de energie pe baza agriculturii.” Acest fapt este valabil și pentru Moldova ca parte a Europei.

Biomasa reprezintă componentul vegetal al naturii ca forma de păstrare a energiei solare în formă chimică, fiind unul din cele mai populare și universale resurse. Ea asigură nu doar hrană, dar și energie, materiale de construcții, hârtie, țesături, medicamente și substanțe chimice. Biomasa este utilizată în scopuri energetice din momentul descoperirii de către om a focului, însă întotdeauna randamentul ei nu depășea 0,15-0,25, cu alte cuvinte, în temei, se încălzea atmosfera înconjurătoare, dar nu locuința. Pentru ca biomasa să înlocuiască sursele energetice fosile, ea urmează să fie utilizată cu un randament nu mai mic de 0,70-0,8.

Cel mai răspândit în Europa mod de prelucrare a biomasei în marfă comodă de utilizare este peletarea – granularea cu un diametru a peletei de 6 mm pentru utilizatori individuali și 8-10 mm pentru cei corporativi și cu o lungime de 15-25 mm. Dimensiunile acestea au fost adoptate pornind de la necesitatea de a automatiza procesul de lucru al cazanelor de încălzire.

Densitatea peletelor depinde de materialul din care sunt fabricate. Însușirile fizico-mecanice a biomasei sunt caracterizate printr-un șir de parametri, precum densitatea, porozitatea, frecarea, capacitatea de lipire și altele. Pentru cazul nostru, cei mai importanți sunt primii trei parametri.

Densitatea substanțelor depinde de însușirile fizico-mecanice, de gradul de fărâmițare, de forma particulelor și de starea suprafeței particulelor biomasei. De exemplu, densitatea șisicăi de paie este

de  $29\text{kg/m}^3$ , făinii de  $90\text{kg/m}^3$ , pe când densitatea pictometrică a paielor este de  $1400\text{-}1440\text{kg/m}^3$ .

La presarea biomasei, densitatea crește de la densitatea inițială a materialului în vraf până la densitatea finită care este mai mică decât cea pictometrică, întrucât în granule rămâne închis o parte din aer. În procesul de peletare, volumul biomasei se micșorează de 6-8 ori. De fapt, presarea este un proces de refulare a aerului dintre particulele substanței. Or, dacă peletele au o densitate de  $1100\text{-}1250\text{kg/m}^3$ , atunci ele conțin încă 40-60% de aer.

Aceasta încă o dată confirmă comoditatea de a lucra anume cu materialul peletat, dar nu cu o biomasă neprocesată. Institutul de Tehnică Agricolă "Mecagro" a elaborat o schemă tehnologică de producere a peletelor și în baza ei a conceput, produs și testat utilajul corespunzător.

Această schemă tehnologică este alcătuită din tocătorul de baloturi de paie 1, unit printr-o conductă de aer cu buncărul-ciclon 2 de acumulare a produsului măcinat, dozatorul 12, malaxorul 13 cu pompa de apă 3, granulatorul 14, sistemul pneumatic de transportare a produsului granulat cu ventilatorul 7, răcitorul-cernător 5 cu ventilatorul de răcire 15, elevatorul 9, buncărul de acumulare a peletelor 10 și dispozitivul de dozare și ambalare a produsului finit 11.

Tocătorul de baloturi de paie mărunțește, apoi macină paietele formate în baloturi sau alte deșeuri vegetale din fitotehnie (ciocleji de porumb, tulpinile florii soarelui sau a sorgului zaharat ș.a.). Componenta fracțională a măciniișului depinde de diametrul orificiilor sitei tobei cu ciocănașe, de umiditatea și soiul materiei prime. Este stabilit că cele mai dure pelete se obțin când umiditatea biomasei nu depășește 12-13%, dar particulele măciniișului sunt până la 1-3 mm.

Tocătorul este înzestrat cu un ventilator care

alimentează cu fragmente de materie primă toba cu ciocănașe și apoi măciniișul obținut este transportat în buncărul-ciclon de acumulare a produsului.

Testările tocătorului au demonstrat că parametrii ventilatorului – productivitatea  $Q = 0,69\text{ m}^3/\text{s}$ , presiunea  $P = 2340\text{ Pa}$  și viteza aerului  $V = 48,4\text{ m/s}$  sunt neîntemeiat de înalte, conducând la consumul sporit de energie și funcționarea nesatisfăcătoare a buncărului acumulator care joacă rolul și de ciclon, adică un dispozitiv de separare a aerului și a produsului transportat. Au fost corectate dimensiunile paletelor ventilatorului în urma căruia productivitatea a înregistrat  $Q = 0,58\text{ m}^3/\text{s}$ , presiunea  $P = 810\text{ Pa}$  și viteza aerului  $V = 36,7\text{ m/s}$ . Indicii obținuți au arătat că ventilatorul alimentează efectiv tocătorul cu fragmente de biomasă, transportă sigur tot produsul măcinat și asigură funcționarea eficientă a buncărului de acumulare ca ciclon.

Aerul cu produsul măcinat intră în partea cilindrică a buncărului tangențial față de suprafața cilindricului, ceea ce provoacă separarea suficientă a măciniișului de aer. Prin filtrele instalate pe capacul de sus al buncărului, aerul sub presiune este eliminat. Suprafața filtrelor este calculată în așa mod încât presiunea din buncăr să fie minimală.

Totodată, aceasta garantează filtrarea eficientă a aerului. În partea de jos a buncărului este montat un dispozitiv de agitare și alimentare cu făină a melcului dozator 12. De obicei, rotațiile dozatorului sunt variabile și reglate cu un variator mecanic, dar în cazul nostru – cu un schimbător de frecvență (inverter) a curentului electric care alimentează motorul de acționare a agitatorului. Pasul și diametrul melcului au fost calculate în așa fel încât să fie posibil a regla productivitatea liniei de granulare în limite largi – aceasta o cere tehnologia de producere a peletelor.

### *Linie pentru producerea peletelor din paie*

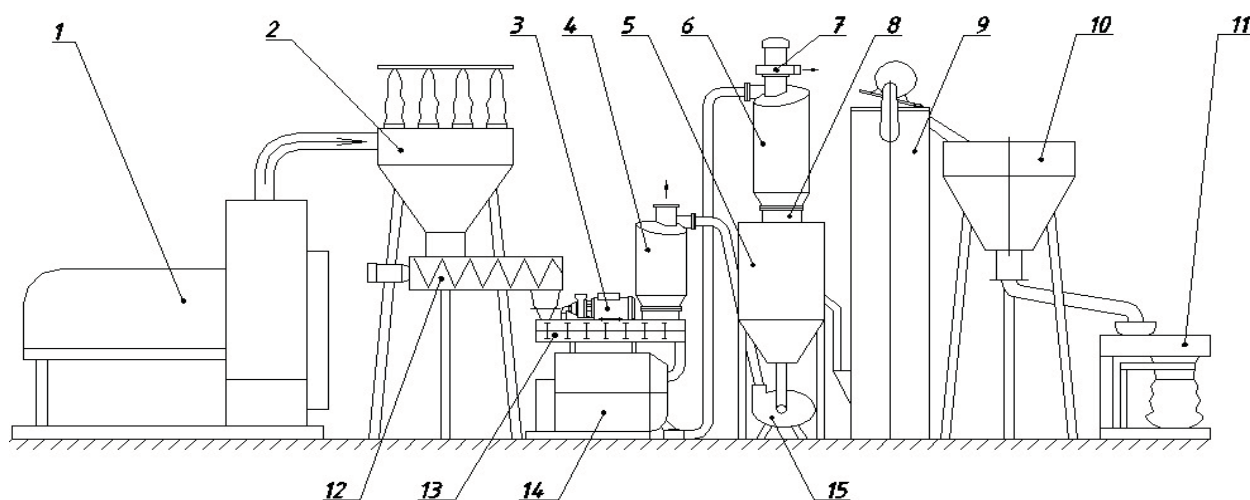


Fig. 1. Linie pentru producerea peletelor din biomasă

Dozatorul 12 alimentează cu făină de biomasă malaxorul 13, pe care se fixează ciclonul 4 și pompa 3. Acesta aprovizionează măcinșul cu apă. Menirea malaxorului este de a omogeniza biomasa udată cât mai migălos.

De gradul de omogenizare depinde calitatea peletelor. Pentru a asigura uniformitatea amestecării apei cu măcinșul, o parte din palete de pe axa malaxorului sunt fixate rigid pentru a împinge produsul înainte – ele au un unghi de înclinare de 45° față de axă, dar cealaltă parte împinge făina înapoi.

Aceste palete sunt instalate pe axă mobilă, fapt ce permite a schimba unghiul lor de înclinare, și, în consecință, reglarea gradului de omogenizare a biomasei. Testările au arătat că pentru a căpăta un produs bine omogenizat e destul ca fiecare a patra paletă (mobilă), care împinge amestecul înapoi, să fie instalată sub un unghi de 25°. O importanță mare pentru a asigura calitatea înaltă de condiționare a biomasei o are și viteza liniară a vârfului paletelor, numărul lor și diametrul corpului malaxorului.

De obicei, pentru a obține rezultate bune, e destul ca diametrul malaxorului să fie de 1,5 – 2 ori mai mare decât diametrul dozatorului, dar viteza liniară a paletelor – nu mai mică de 4 m/s. Experimentele întreprinse cu malaxor având alți parametrii au demonstrat rezultate nesatisfăcătoare de condiționare a materialului.

Apa introdusă trebuie să fie pulverizată sub o presiune care ar asigura picături nu mai mari de 0,1 mm. Pentru aceasta, diametrul găurii aspersorului trebuie să nu depășească 1,0 – 1,2 mm, ceea ce permite ridicarea presiunii până la 0,2 MPa, obținându-se o cantitate de apă de 60 l/h. Datele respective se selectează la etapa de elaborare a utilajului, calculându-se cantitatea de apă necesară de a fi introdusă pentru a obține umiditatea dorită.

Se știe că procesul de peletare este mai eficient când umiditatea finită a materiei prime este de 15-18%, iar cea inițială nu mai mare de 13 %. Aceste date dau posibilitate de a determina diametrul orificiului pulverizatorului, știind productivitatea liniei de peletare și presiunea necesară dezvoltată de pompă. Reglarea presiunii pompei la același diametru al pulverizatorului se execută de un baipas. Pentru a exclude înfundarea orificiului pulverizatorului, pompa este înzestrată cu un filtru.

Biomasa condiționată este transportată de malaxor în granulatorul 14, al cărui organ de lucru principal este matrița cu rolete de presare. Materialul din malaxor gravitațional cade într-un alimentator cu palete care împinge biomasa în interiorul matriței, unde aceasta nimereste sub roletele de presare. Granulatorul reprezintă un corp în care este montată o axă cu planșăibă, pe care este întărită matrița. Axa este pusă în mișcare prin curele trapezoidale de un motor electric. Datorită acestui fapt, reductorul cu

roți dințate care, în mod tradițional, este utilizat în construcția granuletoarelor, a fost înlocuit cu un reductor cu curele trapezoidale, fapt care a simplificat simțitor construcția și a micșorat costul utilajului.

Energia consumată de granulator la formarea peletelor depinde de biomasa utilizată și de parametrii tehnologici – umiditatea materialului și temperatura procesului. Odată cu sporirea umidității, se micșorează brusc coeficientul de frecare care influențează mai cu seamă energia de fabricare a peletelor. Astfel, coeficientul de frecare a făinii de paie se micșorează aproape de două ori la creșterea umidității de la 5 la 20 %, totodată la ridicarea temperaturii de la 20 până la 100°C coeficientul de frecare scade de 2,5 – 5 ori.

Se întâmplă acest fenomen pentru că, odată cu creșterea umidității și temperaturii, pe pereții orificiilor de presare se formează o peliculă de aburi care schimbă condițiile de frecare. După cum s-a stabilit, coeficientul de frecare și energia minimă de presare are loc la presiunea de peste 25 MPa, umiditatea de 18% și temperatura de 100°C la viteza de mișcare a biomasei în orificiu mai mare de 0,3 m/s.

În procesul de presare, în materialul comprimat se acumulează energie potențială de deformare și, de aceea, după înlăturarea forței de presare se observă dilatarea materialului.

Gradul de dilatare a materialului, după înlăturarea forței, se măsoară cu coeficientul  $K_d$  egal cu:

$$K_d = \frac{V_p}{V_d}$$

unde  $V_p$  este volumul materialului după dilatare (după înlăturarea forței), iar  $V_d$  – volumul materialului la sfârșitul procesului de presare.

Coeficientul  $K_d$  pentru paie, hlujan de porumb, tulpini de floarea soarelui și altele este de 2,0 – 2,5. Peletele obținute din asemenea material după presare de obicei se distrug ușor. Pentru a evita acest lucru, monolitele presate trebuie să se găsească un timp oarecare sub forță ca să se finiseze procesul de relaxare a materialului. Coeficientul  $K_d$  pentru monolitele relaxate după presare este de doar  $K_d = 1,10-1,15$ . Timpul necesar pentru relaxarea completă a materialului și pentru transformarea deformațiilor elastice în plastice se stabilește pe cale experimentală.

În granulator, timpul necesar pentru a obține pelete dure, adică pentru a micșora dilatarea monolitelor după presare, rezultă prin calculul necesar al grosimii matriței și productivitatea preseii: cu cât grosimea matriței este mai mare și materialul presat este mai puțin, cu atât timpul de aflare a biomasei în gaură va fi mai mare. Pentru aceasta a fost utilizată o matriță cu diametrul interior  $D = 350$  mm și exterior  $D = 450$  mm, productivitatea preseii experimentale fiind stabilită de 600-800 kg/h.



Din granulator ies pelete și făină negranulată. Tot produsul acesta are o temperatură de 60-80°C și o umiditate de până la 17- 18 %. De aceea, ca peletele să fie dure, urmează ca ele să fie răcite de un curent de aer, totodată evaporându-se intens surplusul de apă. În acest scop, sub gaura granulatorului este amplasat un receptor pneumatic care transportă produsul granulatorului într-un ciclon 6, unde partea solidă se separă de aer și prin portal nimereste în răcitorul 5.

Construcția răcitorului (fig. 2) este de așa natură că aerul aspirat de ventilatorul 15 pătrunde prin tot stratul masei de pelete, le răcește și, totodată, evaporează apa care se conține în granule.

Volumul răcitorului este coordonat cu productivitatea granulatorului în așa fel ca peletele să se afle în răcitor nu mai puțin de 10-15 mm.

S-a demonstrat că pentru peletele cu un diametru de 6-8 mm, acest timp este suficient ca temperatura lor să scadă cu 25-30°C, iar umiditatea materialului cu 3-4%. Însă efectul dat va fi obținut când productivitatea ventilatorului va fi de  $Q = 1800-2000 \text{ m}^3/\text{h}$  cu o presiune de  $P = 1800-2000 \text{ Pa}$ .

Bineînțeles că atunci când ventilatorul va dezvolta o presiune mai înaltă și o productivitate sporită, răcirea va fi mai intensă, iar timpul necesar pentru condiționarea peletelor va fi mai restrâns. Însă cercetările au demonstrat că viteza optimă de răcire a peletelor este asigurată anume de parametrii ventilatorului numiți mai sus. Răcirea peletelor cu o viteză mai sporită conduce la formarea pe suprafața corpului peletei a unei coji tari slab transparente ce împiedică evaporarea apei din interiorul peletei.

Din această cauză, umiditatea materialului scade nesemnificativ în interior față de umiditatea inițială (16-18%) a biomasei presate. Desigur că o astfel de umiditate înaltă nu numai reduce potențialul energiei peletelor, dar și provoacă procese nedorite de descompunere a biomasei, îndeosebi acesta este periculos la granularea combifurajelor, unde mucegaiul va aduce la distrugerea hranei.

Ventilatorul 15 are o menire importantă. După separarea de cernător a peletelor de făină și granule deformate, el transportă masa prin ciclon înapoi în malaxorul de condiționare a biomasei. Cernătorul reprezintă o sită oscilatoare cu o înclinare de 15°

spre gura de evacuare a peletelor. Amplitudinea de oscilare a = 17 mm și frecvența de  $f = 56 \text{ os/min}$ . asigură separarea și mișcarea garantată a produsului pe sită.



Fig. 2. Răcitor-cernător de pelete

Peletele răcite și separate de făină nimeresc în elevatorul cu cupe 9 care le ridică și le descarcă în buncărul acumulator de producție finită 10. Aici peletele continuă să se răcească până la temperatura aerului înconjurător, totodată sporindu-le duritatea. Mai departe, producția este îndreptată în depozit sau dozată și ambalată.

Dispozitivul 11 de dozare și ambalare prevede ambalarea peletelor în saci sau pungi cu greutate de la 5 până la 50 kg cu o precizie de 0,2% și o productivitate de peste 1,5 t/h. Tot procesul de dozare și ambalare este automatizat. Operatorul doar îmbracă sacul pe gura de încărcare a peletelor și îl scoate, dozarea se execută în regim automat de un melc acționat de motor-reductor condus de niște traductori tenzometrici. De obicei, peletele sunt comercializate în pungi de 5-10 kg sau în saci de 20-25 kg, însă pentru necesități mai mari ele pot fi împachetate în saci de 400-500 kg.

Peletele au o serie de avantaje față de alți combustibili solizi – preț redus, nu poluează practic mediul înconjurător – cât bioxid de carbon este eliminat la ardere, tot atâta a fost consumat din atmosferă

Tabloul 1

**Caracteristicile principale ale peletelor în calitate de combustibil**

	Umiditatea totală, $w_t^r$ , %	Cenușă, $A^d$ , %	Sulf, $S_t^d$ , %	Căldura specifică inferioară de ardere, $Q_i^r$ , kJ/kg
Paiele de grâu	12,2	6,25	0,15	14360
Begasa din sorg	11,5	4,01	0,22	14280
Tulpini de porumb	11,1	5,14	0,09	14200
Tulpini de floarea soarelui	11,0	3,78	0,08	14760

de plantele verzi. Cenușa se poate folosi ca îngrășămintă excelentă și este de 5-10 ori mai puțină decât la arderea cărbunelui. Conținutul sulfurii în cenușa de biomasă este neînsemnat, în special în cazul peletelor fabricate din tulpini de porumb și floarea soarelui (tab. 1).

Peletele au o piață largă de desfacere în Europa – 1 kg de pelete costă de la 110 până la 145 €, adică de la 1800 până la 2400 lei (la cursul de astăzi al leului). Treptat se va lărgi, desigur, și piața în Moldova. Astăzi, în țara noastră peletele se vând cu 1300-1400 lei/t, pe când prețul de cost al unei tone de pelete nu depășește 800-900 lei. În structura costului acestui produs elementul principal este costul materiei prime, al doilea element – costul energiei electrice.

La o tonă de pelete se consumă circa 100-110 kWh. Calculele demonstrează că un echipament pentru peletare cu un cost de 600 – 700 mii lei și o productivitate de 0,8 – 1,0 t/h se va răscumpăra timp de 7-8 luni. Desigur că o astfel de afacere în sfera de producere este destul de profitabilă.

Tot echipamentul de producere a peletelor descris aici este conceput, proiectat, fabricat și testat la Institutul de Tehnică Agricolă “Mecagro” și reprezintă niște construcții originale, apărute de brevete de invenții. La uzina experimentală a Institutului sunt fabricate primele două linii de granulare.

#### Bibliografie

1. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. Л., «Колос», 1978.
2. Шатов Н.Г. Уткин А.А. Механизация приготовления и раздачи комбикормов. М., Россельхозиздат, 1973.
3. Орлов С.П. Дозирующие устройства. М., 1989.

4. Макаров Ю.И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов. М., 1993.
5. Особов В.И. и др. Машины и оборудование для уплотнения. М., 1987.
6. Вайстих Г.Я., Дарманьян П.М. Гранулирование кормов. М., 1978.
7. Begu Adam și alții Culturi vegetale cu potențial energetic. Chișinău, 2009.
8. Energie din biomasă: Tehnologii și mijloace tehnice, Culegere tematică: ITA „Mecagro”, Chișinău – 2009.
9. “Tehnologii și Mijloace Tehnice pentru Agricultură”. Culegere tematică: ITA “Mecagro”, Chișinău – 2008.
10. Hăbășescu I., Kohanovschi Gh., Olexiuc A., Găina A., Șeremet A., Spetețchi V.; *Malaxor pentru materiale friabile*. „Buletin oficial de proprietate industrială nr. 8”. Brevet de invenție MD 3378. 2003-06-16; Chișinău – 2007.
11. Hăbășescu I., Cerempei V., Agarcov M., Balaban N.; *Malaxor*. „Buletin oficial de proprietate industrială nr. 12 (partea I)”. Brevet de invenție MD 3764. 2008-01-24; Chișinău – 2008.
12. Hăbășescu I., Cerempei V., Balaban N., Savca R.; *Malaxor pentru condiționarea în flux a biomasei*. „Buletin oficial de proprietate industrială nr. 3”. Brevet de invenție MD 163. 2009-12-24; Chișinău – 2010.
13. Hăbășescu I., Cerempei V., Balaban N., Savca R. *Utilaj pentru condiționarea în flux a biomasei*. „Buletin oficial de proprietate industrială nr. 4”. Brevet de invenție MD 183. 2009-12-30; Chișinău – 2010.
14. Hăbășescu I., Cerempei V., Agarcov M., Balaban N.; *Concasor vertical*. „Buletin oficial de proprietate industrială nr. 4”. Brevet de invenție MD 184. 2010-02-02; Chișinău – 2010.
15. Hăbășescu I., Cerempei V., Agarcov M.; *Închizător de buncăr*. „Buletin oficial de proprietate industrială nr. 4”. Brevet de invenție MD 238. 2010-01-15; Chișinău – 2010.
16. Hăbășescu I., Cerempei V., Agarcov M.; *Malaxor*. „Buletin oficial de proprietate industrială nr. 8”. Brevet de invenție MD 254. 2010-01-15; Chișinău – 2010.



Mihai Potârniche. Furceni, Orhei, 2004