

### Список використаних літературних джерел

1. Якушко С.І., Яхненко С.М. Установка комплексної переробки органічних відходів за енергозберігаючою технологією. – Вісник “СумДУ”. – 2006. – С. 81-84.
2. Дубрыбаев С.Д., Даниикин В.С., Рязанцев В.П. Утилизация отходов животноводства и птицеводства. – М.:Агропроминформ. – 1989, – 53 с.
3. Деклараційний патент України № 58544, “Лінія по переробці біомаси в біогаз, електричну енергію, тепло та органічні добрива”, 11.04.2011, бюлетень №7, (Друкований М.Ф., Яремчук О.С., Друкований О.М., Брянський В.В., Паламарчук О.Д., Горбатюк П.О.).
4. Деклараційний патент України №67837, “Спосіб виробництва біологічного органічного добрива”, (Друкований М.Ф., Яремчук О.С., Брянський В.В., Друкований О.М., Мазур І.В., Білера П.А., Паламарчук О.Д.).

### Аннотація

*Друкований М.Ф., Дышкант Л.В.*

*Технологическая линия по изготовлению биогаза и биологических органических удобрений для выращивания экологически чистой сельскохозяйственной продукции.*

*В статье рассмотрены вопросы производства биологических органических удобрений заданного содержания фосфора, азота, калия и кальция под заданную сельскохозяйственную культуру.*

*Ключевые слова:* биологические органические удобрения, биогаз, реактор, технологическая линия

### Annotation

*Drukovanuu M., Dushkant L.*

*Tehnological lines on payment of biogas and biological organic fertilizer for grown environmentally clean agricultural products.*

*This article considers the production of biological organic fertilizer given phosphorus, nitrogen, potassium and calcium during a given agricultural culture.*

*Keywords:* biological organic fertilizer, biogas, reactor, technological lines

*Отримано редакцією 01.10.13*

УДК 620.952

ДУМИЧ В.В., завідувач лабораторії,

Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

КУРИЛО В.Л., доктор с.-г. наук, професор,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

## АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РІЗАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ДЕРЕВОПОДРІБНЮВАЛЬНИХ МАШИН

*Проведено аналіз конструкцій різальних пристроїв деревоподрібнювальних машин.*

*Ключові слова:* аналіз, конструкція, різальний пристрій, щепорез, деревина

**Вступ.** Виробництво паливних гранул та брикетів в Україні за попередні 3-4 роки знаходиться в межах від 260 тис. т до 300 тис. т на рік. Вагома частка твердого біопалива виготовляється з деревини [1].

За середньорічними даними, підприємства Держлісгоспу України заготовляють близько 15,0 млн. м<sup>3</sup> деревини, з якої для виробництва твердого біопалива використовується менше 4,0 млн. м<sup>3</sup> деревини. В процесі лісозаготівлі утворюється близько 2 млн. м<sup>3</sup> лісосічних відходів, які спалюються або згнивають на зрубках [2].

В Україні викидаються, вивозяться на смітники, спалюються або утилізуються без корисного ефекту 0,4 - 0,5 млн. м<sup>3</sup> відходів деревини в дрібних деревообробників, деревних

залишків у побуті і комунальній сфері, міському садово-парковому господарстві тощо. Ще одним резервом деревини для виробництва біопалива є енергетичні рослини (верба, тополя тощо), з яких можна отримати близько 3,5 - 4,0 млн. м<sup>3</sup> біомаси. Отже, за умови ефективної державної політики в питанні використання біопалива загальний обсяг деревини для виробництва біопалива в Україні складатиме близько 12 млн. м<sup>3</sup> [2].

Для раціонального використання потенціалу деревної біомаси необхідно вирішити декілька завдань. Одним з яких є технічне забезпечення процесу переробки деревини в тріску дерево-подрібнювальними машинами (деревоподрібнювачами).

**Мета досліджень.** Впровадження деревоподрібнювачів в українських лісничих господарствах для підвищення ступеню використання лісових відходів та збільшення обсягів виробництва енергії з твердого біопалива.

**Результати досліджень.** Виробники пропонують різні моделі деревоподрібнювачів: малогабаритні, малопотужні, середньої потужності, високопотужні та великогабаритні; мобільні і стаціонарні; з приводом від автономних двигунів внутрішнього згорання, ВВП енергозасобу та електродвигунів; з ручною і механічною подачею деревини тощо.

Основними складовими вузлами машин є рама, живильний, різальний, транспортуєчо-викидний пристрій, опорно-ходова частина, гідравлічна і електрична системи, механізми приєднання до енергозасобу та приводу робочих органів. Деревоподрібнювачі комплектують різними типами різальних пристроїв – дисковими, барабанними, роторними та комбінованими дисково-молотковими і роторно-молотковими.

Технічні характеристики деревоподрібнювачів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

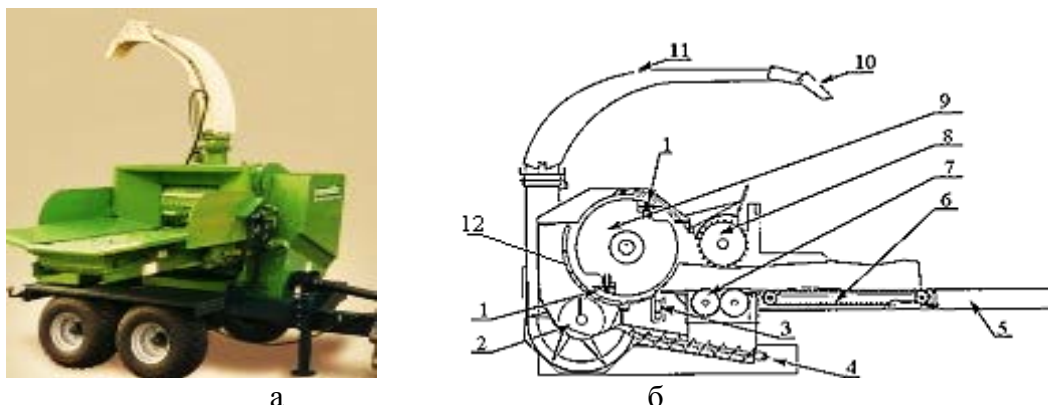
#### Коротка технічна характеристика деревоподрібнювачів

Марка деревоподрібнювача	Виробник	Тип подрібнювального пристрою	Товщина подрібнювальної деревини, см	Привід	Необхідна потужність, кВт	Продуктивність, т/год.	Маса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
Малогабаритні деревоподрібнювачі							
GSE 15	BGU Maschinen, (Німеччина)	молотковий	до 5	електродвигун	2,2	0,4	86
Bio 50	Caravaggi, (Італія)	дисковий	до 4	карбюраторний двигун	3,7	0,4	55
Bio 80	Caravaggi, (Італія)	дисково-молотковий	до 7	карбюраторний двигун	6,6	0,5	80
OL 2500 T	Oehler Maschinen (Німеччина)	роторний	до 12	ВВП енергозасобу	25-40	3-4	490
PZ 110	Pezzolato (Італія)	дисковий	до 11	дизельний двигун	18	0,5	365
HJ-4 M	Junkkari (Фінляндія)	дисковий	до 10	ВВП енергозасобу	10-35	0,5-1,5	172
CIP 800-H9	Green Technic (Італія)	барабанний	до 6	карбюраторний двигун	6,6	0,5	150
Малопотужні деревоподрібнювачі							
HN 520/30D	BGU Maschinen (Німеччина)	барабанний	до 30	дизельний двигун	52	4-7	3500
TV 27-40	Vandaele (Німеччина)	дисковий	до 27	дизельний двигун	68	5-8	2750
Cippo 25	Caravaggi, (Італія)	дисковий	до 25	дизельний двигун	59	3,5	1660
DP 660T	Олнова (Україна)	дисковий	до 16	ВВП енергозасобу	24	2-4	760
OL 2600 D	Oehler Maschinen (Німеччина)	дисковий	до 25	карбюраторний двигун	36	5-7	1500
PZ 210	Pezzolato (Італія)	дисковий	до 21	дизельний двигун	38	4,5	1180
HJ-260 G	Junkkari (Фінляндія)	дисковий	до 25	ВВП енергозасобу	30-75	1,7-5	740
NHS 840	EIFO Forsttechnik	дисковий	до 21,5	ВВП енергозасобу	36	3-5	900
Coromat 160	Rabaud (Франція)	роторний	до 16	дизельний двигун	40	3-4	1200
RM 800.5	Хеммель-Україна (Україна)	дисковий	до 15	ВВП енергозасобу	50	4-5	665
Деревоподрібнювачі середньої потужності							
PTH 700/660	Pezzolato (Італія)	барабанний	30-40	дизельний двигун	169	10-12	5300
Natura 350	Rabaud (Франція)	дисковий	до 35	карбюраторний двигун	160	13-17	3100

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8
NHS 960	EIFO Forsttechnik	дисковий	до 30	ВВП енергозасобу	80	7-9	1050
Biber 7	Eschlbock Maschintnfabric (Німеччина)	дисковий	до 35	ВВП енергозасобу	44-125	8-12	5000
TV 40-52	Vandaele (Німеччина)	дисковий	до 40	дизельний двигун	120	9-13	2750
HJ-350	Junkkari (Фінляндія)	дисковий	до 35	ВВП енергозасобу	75-140	5-12	2200
Високотужні деревоподрібнювачі							
HJ-500 C	Junkkari (Фінляндія)	дисковий	до 45	ВВП енергозасобу	80-150	8-25	2500
Hacker modell PTH 900/820	Pezzolato (Італія)	барабанний	45-50	дизельний двигун	169	25-30	12300
NHS 1400	EIFO Forsttechnik	дисковий	до 45	ВВП енергозасобу	188	25-30	4500
Biber 92	Eschlbock Maschintnfabric (Німеччина)	барабанний	до 75	дизельний двигун	397	35-40	26000
Chippro 510 C	Komptech	барабанний	до 75	дизельний двигун	370	45	18000

Машина з барабанним різальним пристроєм складається із різального барабана 9 з ножем 1, контрножа 3, сітки-решета різального пристрою 12, вентилятора викидного пристрою 2, механізму подачі тріски в зону викидання 4, викидної труби 11 з козирком 10, живильного пристрою (транспортера 6, нижніх 7 і верхнього 8 вальців, приймального стола 5) (рис. 1).

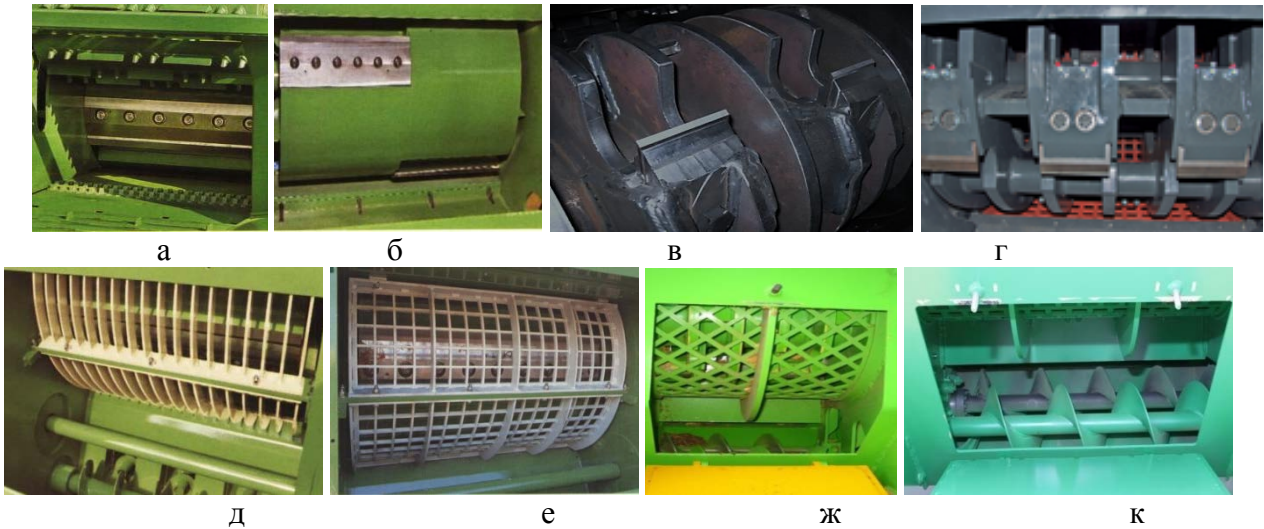


**Рис. 1. Деревоподрібнювальна машина з барабанним різальним пристроєм:**

а – загальний вигляд; б – конструкційна схема.

Барабанний різальний пристрій складається з барабана з прикріпленими до нього ножами, контрножів та змінної сітки-решета. Виробники деревоподрібнювальних машин на різних моделях встановлюють барабани: з суцільними ножами, півножами та швидкозмінними лезами (рис.2а; 2б; 2в; 2г). Деревоподрібнювачі барабанного типу комплектуються решетами: з поздовжніми отворами та отворами у формі клітинки, ромба тощо (рис.2д; 2е; 2ж). Під решетами в нижній частині подрібнювальної камери монтується механізм подачі тріски в зону викидання одно- або двошнекового типу (рис.2к) [3-5].

Під час виконання технологічного процесу транспортер живильного пристрою подає деревину між верхній і нижній вальці, які утримують і направляють її до різального барабана. Ножі барабана обертаючись поступово подрібнюють деревину і скидають тріску на сітку-решето. Тріска просипається через отвори решета потрапляє на шнековий механізм, який транспортує її до викидного пристрою. В подальшому потоком повітря, який створюється вентилятором, тріска через викидну трубу направляється в кузов технологічного транспорту або в кагати. Велика фракція тріски, яка не проходить через отвори решета, подається на повторне подрібнення.



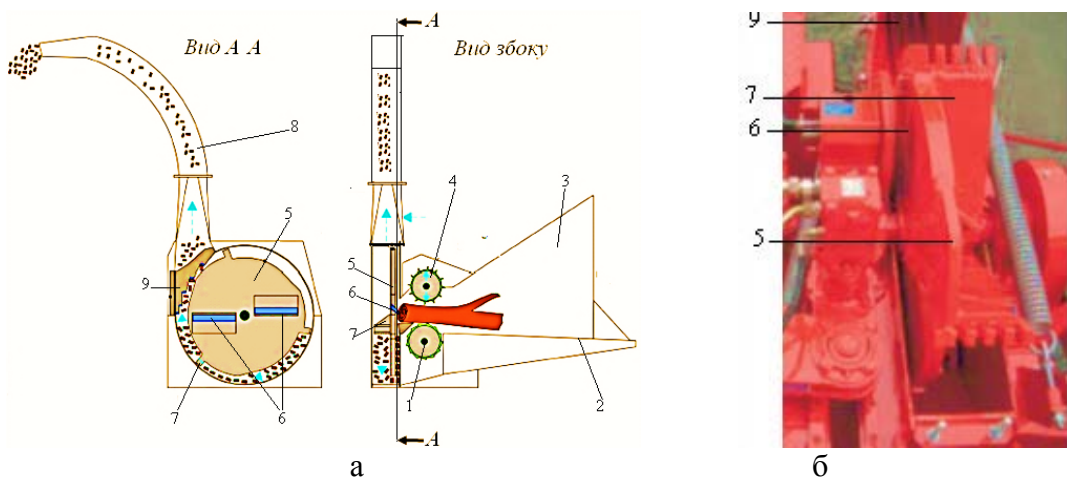
**Рис. 2. Різальні барабани та решета деревоподрібнювачів барабанного типу:**

а – з суцільними ножами; б – з півножами; в, г – з швидкозмінними лезами; д – з поздовжніми отворами; е – з прямокутними отворами; ж – з ромбоподібними отворами; к – шнековий механізм подачі тріски в зону викидання.

Деревоподрібнювачі дискового типу зазвичай укомплектовано комбінованим різальновикидним робочим органом. Принципової різниці в конструкціях живильних пристроїв деревоподрібнювачів з різними типами різальних пристроїв не існує. Проте конструкційне виконання різальних і транспортуючо-викидних пристроїв має суттєві відмінності.

Дискові різальні пристрої за способами подрібнення дерева на тріску розділяють на кілька типів: з однофазним і двофазним подрібненням деревини. Машина з однофазним різальним пристроєм подрібнюють деревину в тріску, довжина якої близько 12 см. Двофазний дисковий різальний пристрій в залежності від конструкції забезпечує вихід фракції тріски деревини від 0,5 до 2,5 см або від 0,5 до 12,0 см.

Основна кількість моделей деревоподрібнювачів з дисковим різальним пристроєм для двофазного подрібнення деревини складається з камери подрібнення, приймального стола 2, горизонтального бункера 3, притискових вальців 1 і 4, викидної труби 8. Складовими частинами камери подрібнення є корпус, відкидна кришка з вторинним ножом 9, диск 5 з прикріпленими до нього ножами 6 та лопатками викидання з вирізаними канавками 7 (рис. 3) [6].



**Рис. 3. Деревоподрібнювальна машина з дисковим різальним пристроєм:**

а – функціонально-конструкційна схема; б – загальний вигляд різального пристрою.

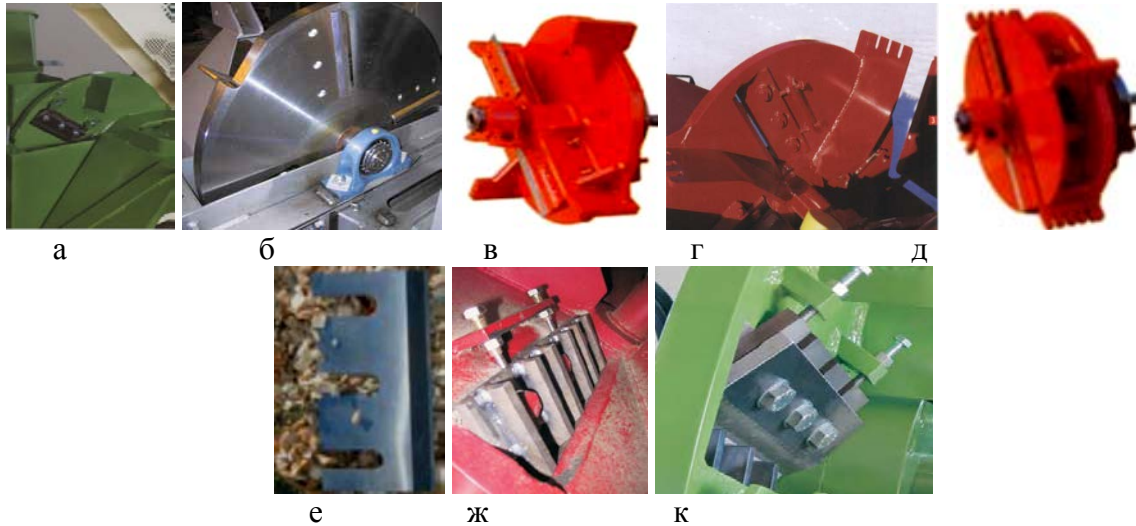
Деревоподрібнювачі з дисковими різальними пристроями для двофазного подрібнення деревини виконують технологічний процес наступним чином: притискові вальці направляють стовбури і гілки дерев до різального диска, ножі якого їх подрібнюють на тріску. Тріс-



ка через проміжки між ножем і диском поступає на лопатки викидання, які переміщують її до другого ножа. Взаємодіючи з сегментами другого ножа, тріска подрібнюється до встановленої фракції і за допомогою повітряного потоку вивантажується в кагати або кузов транспортного засобу.

В конструкції деревоподрібнювачів для однофазного подрібнення деревини не передбачено другого додаткового ножа та змінена форма лопатки викидання. На різальних дисках таких машин зазвичай встановлюються лопатки з суцільною окрайкою.

Виробники дерево-подрібнювальних машин залежно від моделі встановлюють декілька типів різальних дисків (рис. 4а; 4б; 4в; 4г; 4д), які комплектуються гладкими або ребристими ножами та комбінованими різачами, які складаються з основного ножа і пластинчастих вертикальних міні-ножів (рис. 4 ж; 4 к; 4 л) [3, 6, 7].



**Рис. 4. Різальні диски та ножі:**

а, б, в – різальні диски машин для однофазного подрібнення; г, д – різальні диски машин для двофазного подрібнення; е, ж, к – гладкий та ребристий ножі і комбінований різач дисків

Для виробництва каліброваної тріски відповідних розмірів на деревоподрібнювачах OL 2700 NT (Oehler Maschinen, Німеччина), машинах для подрібнення деревини серії Н виробництва італійської фірми Pezzolato та деяких моделях інших виробників встановлюються камери, які обладнуються решетами та системами повторного подрібнення (рис. 5) [3, 8].



**Рис. 5. Деревоподрібнювачі з дисковими різальними пристроями для виробництва каліброваної тріски:**

а – деревоподрібнювач OL 2700 NT; б – подрібнювальна камера деревоподрібнювачів серії Н виробництва фірми Pezzolato.

Технологічний процес подрібнення деревини даних машин складається з наступних операцій: подачі деревного матеріалу; відрізання і повторного подрібнення та калібрування тріски на решеті і видалення її на зовні.

Деякі виробники техніки для подрібнення деревини пропонують також машини з горизонтальними дисковими різальними апаратами (рис.6). Конструкційне виконання основних складових частин таких деревоподрібнювачів аналогічне з машинами, які обладнанні

вертикально-дисковими різальними апаратами. Проте, просторове розташування основних вузлів (бункера, різального та викидного пристроїв повернено на 90° по вертикалі по відношенню до аналогічних механізмів дерево подрібнювачів з вертикальним різальним диском. В конструкції машин з горизонтальним різальним диском не передбачено механізмів примусового затягування деревини (деревний матеріал подається зверху вниз під дією власної ваги).



а



б

**Рис. 6. Машина з горизонтально-дисковими різальними робочими органами:**

а – загальний вигляд; б – різальний диск.

На світовому ринку техніки для подрібнення деревини представлені також моделі техніки з середньою та малою продуктивністю, а також малогабаритні машини, оснащені молотковим та роторними різальними пристроями. Так фірма Pezzolato (Італія) виготовляє причіпні машини серії S (S4000, S7000 тощо), фірма VECOPLAN Maschinenfabrik GmbH (Австрія) – стаціонарний деревоподрібнювач VAZ 90/55, які комплектуються молотковим різальним пристроєм. Фірма Oehler Maschinen (Німеччина) виготовляє універсальні деревоподрібнювачі OL 2500 T, OL 3000 T, OL 2500 D, які укомплектовано роторними різальними пристроями. (рис.7) [3, 9, 10]. Дані машини можуть також застосовуватися для виготовлення компостів з деревно-листяно-трав'яної суміші, для подрібнення різних видів рослинної сировини (листя, трави, стовбурів та гілок дерев, і деревних відходів, використаних меблів та інших виробів).

Молотковий різальний пристрій складається з ротора, до якого в три-чотири ряди кріпляться пластинчасті молотки та контр-молотків і решета. Основними складовими частинами роторного різального пристрою є барабан із змонтованими на ньому осями на яких шарнірно встановлено самозаточувальні ножі з високолегованої сталі [4, 8, 9].



а



б



в



г



д

**Рис. 7. Деревоподрібнювальні машини з молотковим та роторним різальними пристроями:**

а – деревоподрібнювач з молотковим різальним пристроєм S7000; б – молотковий різальний пристрій деревоподрібнювача VAZ 90/55; в – решето деревоподрібнювача S7000; г – деревоподрібнювач з роторним різальним пристроєм OL 2500 D; д – роторний різальний пристрій.

Для виробництва тріски з деревини та компостів з деревно-листяно-трав'яної суміші машинобудівні фірми виготовляють також малогабаритні та малопродуктивні машини, оснащені комбінованими (зазвичай дисково-молотковими) різальними пристроями [3, 10] (рис. 8).



**Рис. 8. Деревоподрібнювачі з комбінованим різальним пристроєм:**

а – деревоподрібнювач К 5500 (Pezzolato, Італія); б – деревоподрібнювач GSE 20 (BGU Maschinen, Німеччина); в – комбінований (дисково-молотковий) різальний пристрій

Такі машини обладнані двома незалежними механізмами подачі технологічного матеріалу до різальних робочих органів: деревина подрібнюється дисковим різальним пристроєм, а листя, дрібні гілки, трав'янисті рослини – молотковим.

З метою переробки на тріску не габаритних деревних відходів неправильної геометричної форми таких як пеньки, колоди тощо застосовуються великогабаритні деревоподрібнювачі з двобарабанным різальним пристроєм Crambo 5000 (Komptech, США), VA 965 D Titan (Jenz, Німеччина) та інші. Різальний барабан виготовлений у вигляді шнека, до навивок якого кріпляться різні типи зубів (серпоподібних, гакоподібних, стругальних, серпоподібних із змінними наконечниками) [5] (рис. 9).



**Рис. 9. Великогабаритна деревоподрібнювальна машина Crambo 5000:**

а – загальний вигляд; б – двобарабанный різальний пристрій; в – типи зубів 1 – серпоподібні зуби; 2 – гакоподібні зуби; 3 – стругальні зуби; 4 – серпоподібні зуби із змінними наконечниками.

**Висновки.** На світовому ринку представлені деревоподрібнювальні машини, різальні робочі органи яких можуть переробляти на тріску деревину різних розмірів і форм. Впровадження деревоподрібнювачів в українських лісничих господарствах дозволить підвищити ступінь використання лісових відходів та збільшити обсяги виробництва енергії з твердого біопалива.

#### Список використаних літературних джерел

1. О. Федик. Сучасний стан та перспективи розвитку ринку твердого біопалива в Україні/ О.Ю. Федик. – Інноваційна економіка. – 2012. – Вип. 9. – с.172-176.
2. Регуляторні передумови, ресурсний потенціал та техніко-економічні перспективи енергетичного використання в Україні деревини та її відходів./ [www.ukrbio.com/ua](http://www.ukrbio.com/ua)
3. Проспекти фірми Pezzolato
4. Проспекти фірми Heizomat
5. Проспекти фірми Komptech
6. Проспекти фірми Eschlböck Maschinentfabrik
7. Проспекти фірми Junkkari
8. Проспекти фірми Oehler Maschinen



9. Проспекти фірми **VECOPLAN Maschinenfabrik GmbH**

10. Проспекти фірми **BGU Maschinen**

*Аннотація*

*Думич В.В., Курило В.Л.*

*Анализ конструкций резальных устройств щепорезов*

*Проведен анализ конструкций резальных устройств щепорезов*

*Ключевые слова: анализ, конструкция, резальное устройство, щепорез, древесина, щена.*

*Annotation*

*Dumych V., Kurylo V.*

*Analysis of constructions of wood chippers.*

*During the research was conducted analysis of constructions of wood chipper devices apparatus.*

*Keywords: analysis, construction, cutting device, hardwood, kindling wood*

*Отримано редакцією 30.09.13*

УДК 620.952: 633.15

**КЛИМЧУК О.В.**, кандидат с.-г. наук, доцент

Вінницький національний аграрний університет

e-mail: [klimchuk-77@mail.ru](mailto:klimchuk-77@mail.ru)

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ КУКУРУДЗИ В БІОЕНЕРГЕТИЦІ**

*В статті наведено світові показники виробництва кукурудзи, представлено основні технологічні аспекти її вирощування та економічні переваги, порівняно з іншими зерновими культурами. Розкрито пріоритетні напрямки комплексного використання кукурудзи для виробництва біологічних видів палив в Україні, з урахуванням світового досвіду.*

*Ключові слова: економіка, біоенергетика, кукурудза, сировина, біоетанол, тверде біопаливо, біогаз*

**Вступ.** Аграрний сектор світової економіки в останні роки все більше уваги приділяє вирощуванню кукурудзи, площі якої становлять 20% у структурі ріллі та забезпечує понад 30% валового збору зернової маси. В результаті цього, дана культура займає лідируючі позиції як за врожайністю зерна, так і за його валовими зборами. На протязі останнього півстоліття посівні площі під кукурудзою зросли в 1,6 рази, врожайність – в 3 рази, а валові збори зерна – в 4,8 рази [1].

Вирощування кукурудзи на зерно відіграє стабілізуючу роль у зерновому комплексі країни, оскільки в несприятливій для інших зернових культур роки, її врожайність є порівняно високою. Технологія вирощування повинна враховувати ґрунтово-кліматичні особливості регіону, що дозволяє найбільш повно використовувати сприятливі та послаблювати або взагалі усувати несприятливі фактори середовища. Переваги кукурудзи полягають також у можливості тривалого збирання без втрат (до одного місяця) та відсутності вилягання на високому фоні внесених добрив або родючих ґрунтах [2]. Вирощування енергетичних культур, зокрема кукурудзи, з агротехнічної точки зору в основному не відрізняється від їхнього культивування для харчової промисловості. Різниця полягає лише в тому, що гібриди або сорти, які використовуються для енергетичних цілей, можуть бути трансгенними різновидами із спеціальними властивостями.

Наразі кукурудза все більше використовується в якості відновлюваної сировини для виробництва різних видів біопалив, тому вона є досить важливою високо енергетичною кон-