

## ДОПОВІДЬ

*Холодюк Олександр Володимирович к.т.н., ст. викладач ВНАУ*

### **Момент від зусиль тертя трав'яної маси на дисковому ножі подрібнювального апарату**

Розвиток галузі тваринництва потребує використання усіх різновидів стеблових кормів: сіна, сінажу, силосу, зелених кормів, тощо. Майже 80-90 % стеблових кормів – це подрібнені корми.

Подрібнювальний апарат – основний і найбільш енергомісткий робочий вузол кормозбиральної машини. Його конструкційне виконання визначає її технологічну схему і розташування основних вузлів.

Більшість високопродуктивних кормозбиральних комбайнів (понад 75 %) використовують барабанний подрібнювальний апарат, що включає різальний барабан, закритий кожухом, протиризальну пластину та живильні вальці.

Окрім барабанних подрібнювальних апаратів виробники випускають машини з дисковим та роторним подрібнювальним апаратом. Такий апарат встановлюють переважно на причіпні і напівнавісні кормозбиральні машини, а також машини, які агрегатуються з універсальними енергетичними засобами, де їхнє використання обумовлюється конструкцією комбайна в цілому.

Нині набувають широкого використання бітерно-ножові подрібнювальні апарати, які здійснюють багатоплощинне різання із швидкістю 4-8 м/с. Такі апарати застосовують у конструкційно-технологічних схемах прес-підбирачів та візків-підбирачів таких відомих зарубіжних фірм як: Pottinger, Mengele, Taarup (Дания), Far, Claas, Krone, Deutz Fahr (Німеччина), New Holland, Case, John Deere (США) та ін. Ці машини за загальним компонуванням близькі між собою і різняться лише конструкційним виконанням окремих вузлів і агрегатів.

При оцінці чи порівнянні подрібнювальних (різальних) апаратів стеблових кормів кормозбиральних машин важливе значення має їхня техніко-економічна характеристика, у якій найбільш інформативними і об'єктивними є енергетичні показники. У загальному виді робота, що витрачається на подрібнення трав'яної маси, включає витрати роботи

на подрібнення (стискання, різання, тертя), транспортування по каналу і подачу листостеблової маси в кузов чи камеру пресування, а також витрати роботи на холостий хід робочих органів.

Об'єктом дослідження був процес транспортування розрізаної порції трав'яної маси пальцями живильного ротора крізь дискові ножі у формуючому каналі бітерно - ножового подрібнювального апарату.

Мета роботи полягала у встановленні аналітичних залежностей моменту і роботи від зусиль тертя трав'яної маси по бічній поверхні дискового ножа бітерно-ножового подрібнювального апарата.

Завданням роботи передбачалось: здійснити аналіз досліджень і публікацій щодо розрізання матеріалу (грунт, рослинні залишки, стебла рослин) дисковим ножом та їх взаємодія у процесі; визначення площі частини дискового ножа, яка безпосередньо контактує з трав'яною масою; встановлення загального зусилля дії розрізаного шару стеблової маси та аналітичних залежностей крутного моменту і роботи від зусилля тертя трав'яної маси на бічній поверхні дискового ножа подрібнювального апарату.

На кафедрі агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ та за участю ННЦ ІМЕСГ, який входить у склад Всеукраїнського науково-навчального консорціума, проводились дослідження бітерно-ножового подрібнювального апарату з активними дисковими ножами загальний вигляд та конструкційно-технологічна схема якого представлена перед вами. Основними робочими органами апарату є живильний ротор, різальний механізм, подавальний пристрій.

Вузли та основні робочі органи експериментальної установки представлені перед вами.

Після розрізання порції трав'яної маси дисковим ножом палець живильного ротора проштовхує її у зону вивантаження. На бокових поверхнях дискового ножа виникають зусилля тертя, які необхідно подолати. Визначимо момент від зусилля тертя на валу різального механізму.

На рисунку 6 представлена схема до визначення напрямку абсолютного вектору швидкості та зусилля тертя при протягуванні розрізаної трав'яної маси крізь дисковий ніж.

Загальний вектор абсолютної швидкості  $V_L$  руху виділеної елементарної площадки у т.  $L$  являє собою суму векторів швидкостей від дії дискового ножа  $V^0$  та пальця  $V^n$ . Тому, елементарне зусилля  $dF_m$  тертя, яке діє на цю площу, спрямовано протилежно вектору абсолютної швидкості в т.  $L$ .

Визначимо площу поверхні диска ножа обмеженої днищем подрібнювального апарата як колом радіусом  $R_p$  і лезом ножа, як колом радіусом  $r_d$ .

Скориставшись рівнянням кола днища (1), рівнянням кола леза дискового ножа (2) та перетворюючи з полярних координат в прямокутну одержали площу сектора (3) дискового ножа, що обмежений днищем каналу подрібнювального апарата і лезом ножа.

Виходячи із рис. 7, шляхом нескладних математичних перетворень визначаємо площу фігури  $A_1K_1B_1F_1$ , яка безпосередньо контактує з трав'яною масою, залежність (4). Загальне зусилля дії шару стеблової маси можна розрахувати скориставшись залежністю (5), а момент від зусиль тертя на дисковому ножі – залежністю (6).

Таким чином, залежності (7) і (8) дозволяють розрахувати момент опору і роботу від зусиль тертя розрізаної трав'яної маси по поверхні дискового ножа. Як бачимо величина енерговитрат залежить як від конструкційних параметрів різальної пари, так і властивостей матеріалу.

Коефіцієнт тертя трав'яної маси по боковій поверхні дискового ножа визначали за допомогою розробленої експериментальної установки. Дослідження проводили із люцерною сорту "Вінничанка", відносна вологість якої змінювалась в межах від 20,3 до 75,7 %.

Коефіцієнт тертя стеблового матеріалу визначався в діапазоні швидкостей обертання дискового ножа від 0,56 до 3,10 м/с ( $\omega_d = 3,18 - 17,61 \text{ с}^{-1}$ ). Тиск маси на поверхню дискового ножа змінювалося у межах від 58,3 до 188,6 кПа (5,8 – 18,9 Н/см<sup>2</sup>).

На рисунку 8 наведена графічна залежність зміни коефіцієнта тертя руху від тиску маси на бічну поверхню дискового ножа. Аналізуючи графічну залежність можна зазначити, що при вологості 20 % збільшення тиску з 60 до 140 кПа (більш ніж в два рази) призводить до збільшення коефіцієнта тертя руху з 0,07 до 0,37 (при швидкості 1,0 м/с).

За результатами досліджень встановлено, що коефіцієнт тертя руху при заготівлі люцерни на сінаж вологістю 45 – 55 % в залежності від швидкості обертання і тиску на ніж приймає значення в межах  $f_{\delta} = 0,25 - 0,55$ .

Висновки:

1. Момент і роботу від зусиль тертя трав'яної маси по бічній поверхні дискового ножа бітерно-ножового різального апарата слід визначати індивідуально, враховуючи вид різання, конструкційні особливості різальної пари, їхні режимні параметри роботи та властивості матеріалу.

2. Розроблено математичну модель для визначення крутного моменту (7) від зусилля тертя на бічній поверхні дискового ножа, що дозволяє встановити енерговитрати (8) від цих зусиль. Величина енерговитрат залежить як від конструкційних параметрів різальної пари, так і властивостей матеріалу.

3. Експериментально встановлено, що коефіцієнт тертя руху при заготівлі люцернового сінажу вологістю 45 – 55 % в залежності від швидкості обертання і тиску на ніж набуває значень в межах  $f_{\delta} = 0,25 - 0,55$ .

Дякую за увагу.

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний аграрний університет  
ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум»  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Харківський національний технічний університет сільського  
господарства імені Петра Василенка



## ПРОГРАМА ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«Інженерно-технологічне забезпечення аграрного сектору  
економіки: сучасний стан, проблеми та перспективи»**



**21-22 жовтня 2020 року**

**ВНАУ, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна**

*Захід внесено в реєстр УкрІНТЕІ (посвідчення № 209 від 4 березня 2020 р.)*

## ПОРЯДОК РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

**21 жовтня 2020 р.**

Ознайомлення з науково-технічними розробками та виданнями Вінницького національного аграрного університету, матеріально-технічною базою університету та ННБК «Всеукраїнського науково-навчального консорціуму».

**22 жовтня 2020 р.**

- 09<sup>00</sup>-10<sup>00</sup>** Реєстрація учасників (*2-ий корпус, 2-й поверх*)
- 10<sup>00</sup>-12<sup>30</sup>** **ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ** (*ауд. 2220*)
- 12<sup>30</sup>-14<sup>00</sup>** Перерва
- 14<sup>00</sup>-16<sup>00</sup>** **РОБОТА СЕКЦІЙ**
- Секція 1.** Інноваційні техніко-технологічні системи в агроінженерії та технічному сервісі (*ауд. 2327*).
- Секція 2.** Сучасні інноваційні технології в машинобудуванні та переробній галузі агропромислового комплексу (*ауд. 2319*).
- Секція 3.** Новітні підходи та досягнення електроінженерії в контексті енергоефективного розвитку аграрного сектора економіки (*ауд. 3210*).
- 16<sup>00</sup>-16<sup>30</sup>** Підведення підсумків конференції

### РЕГЛАМЕНТ

Доповідь на пленарному засіданні – до 10 хв.

Доповідь на секційному засіданні – до 5 хв.

Дискусія – 2–3 хв.

- 14:30 – 14:35 ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ РОЗКИДАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ**  
**Яропуд Віталій Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:35 – 14:40 ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**  
**Труханська Олена Олександрівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:40 – 14:45 ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЕКСТРУЗІЇ НА ІНДЕКС РОЗШИРЕННЯ ЕКСТРУДАТУ**  
**Кондратюк Дмитро Гнатович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:45 – 14:50 ДОСЛІДЖЕННЯ МОМЕНТУ ВІД ЗУСИЛЬ ТЕРТЯ ТРАВ'ЯНОЇ МАСИ НА ДИСКОВОМУ НОЖІ ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО АПАРАТУ**  
**Холодюк Олександр Володимирович**, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:50 – 14:55 ВПЛИВ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНУ СИСТЕМУ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ**  
**Рябошапка Вадим Борисович**, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:55 – 15:00 ТЕНДЕНЦІЇ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ В СКЛАДІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**  
**Комаха Віталій Петрович**, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:00 – 15:05 АНАЛІЗ СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА**  
**Присяжнюк Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, викладач інженерно-агрономічного відділення  
*Відокремлений структурний підрозділ “Ладизинський фаховий коледж Вінницького національного аграрного університету”*
- 15:05 – 15:10 АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ДОДАТКІВ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»**  
**Довбуш Євгеній Олександрович**, викладач інженерно-агрономічного відділення  
*Відокремлений структурний підрозділ “Ладизинський фаховий коледж Вінницького національного аграрного університету”*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ННВК «ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ КОНСОРЦІУМ»  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Всеукраїнський науково-навчальний консорціум  
Ukrainian scientific-educational consortium



# СЕРТИФІКАТ

учасника ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ  
ЕКОНОМІКИ: СУЧАСНИЙ СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ»

(Держ. реєстр. УкрНТЕІ № 409 від 4 березня 2020 р.)

**ХОЛОДЮКА ОЛЕКСАНДРА ВОЛОДИМИРОВИЧА**

Президент Консорціуму

**Г.М. КІСІЛІВ**

Ідентифікаційний код: 38893273

В.о. ректора ВНАУ

**В.А. МАЦУР**



21-22 жовтня 2020 р.  
м. Вінниця