

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ВП НУБІП УКРАЇНИ «НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Ніжин,
26-27 березня 2015 року**

УДК 631.171
ББК 40.7 ф
С 91

Друкується за рішенням вченої ради ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут» від 01.04.2015 протокол №7.

До збірника включені праці науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів Ніжинського агротехнічного інституту, Національного університету біоресурсів і природокористування України, наукових установ НААН України, навчальних закладів України і зарубіжжя, у яких наведені результати конструкторських, теоретичних, експериментальних досліджень машин та засобів для механізації і автоматизації агропромислового виробництва, нових технологій у енергетиці та природокористуванні. Також у збірнику представлені матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні тенденції та перспективи розвитку збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві», що відбулась 26–27 березня 2015 року у ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут».

Редакційна колегія: В. С. Лукач (науковий редактор); С. В. Толочко (заступник наукового редактора); Є. І. Храпач; М. О. Демидко; О. І. Литвинов; В. І. Василюк; І. І. Махмудов; М. І. Ікальчик, М. М. Муквич; Ю. О. Ромасевич.

С 91 Сучасні тенденції та перспективи розвитку збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві : зб. матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (26-27 березня 2015 року, м. Ніжин) / За наук. ред. В. С. Лукача [та ін.]. — Ніжин, 2015. — 272 с.

Тексти статей друкуються в авторській редакції. Відповідальність за інформацію, подану в науковому дослідженні, несуть автори статей.

© ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
© автори статей

Зміст

Секція 1	Новітні тенденції використання технологій та техніки для виробництва продукції АПК	8
Бешун О.А.	ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ І ЦИКЛІВ У ДВЗ . . .	9
Богославець Д., Чижиков І.О.	УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ САДИЛЬНОГО АПАРАТУ МАШИНИ ДЛЯ САДІННЯ ПІДЩЕП ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР	17
Бочкур М.В., Ракул О.І.	ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ГРАНУЛ ДОБРИВ ПО ПОВЕРХНІ ЛОПАТІ ВІДЦЕНТРОВОГО ДИСКА ЗАПРОПОНОВАНОГО РОЗКИДАЧА . .	19
Вітрух П.І.	ВНЕСЕННЯ СИПКИХ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПОВОРІТНИМ ПОДАВАЛЬНО-ВИРІВНЮВАЛЬНИМ МЕХАНІЗМОМ	23
Гайденко О. М.	ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ, ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА	26
Галата Д.А., Ікальчик М.І.	УПРАВЛІННЯ РЕСУРСОСПОЖИВАННЯМ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯМ В ТВАРИННИЦТВІ	39
Грищенко О.В., Бондаренко О.В.	АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ	44
Дейнека С.М.	ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОВИСІВУ НАСІННЯ	47
Кириченко О.М.	ВІБРОАКУСТИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ НАСОСІВ	53
Кириченко О.М.	ПРИЧИНИ ВІДМОВ ТА ЗНИЖЕННЯ РЕСУРСУ ГСТ-90 ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ДОН-1500Б	58

Козаченко Н.В. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В АГРО- ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ	63
Конценуренко О.С., Гавриш В.І. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗО-ДИЗЕЛЬНОГО ЦИ- КЛУ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	66
Крижановський Р.Г., Бондаренко О.В. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРА- МЕТРІВ СОШНИКА ДЛЯ ПІДҐРУНТОВО-РОЗКИДНОЇ СІВБИ	68
Кудра В.В., Ікальчик М.І. КОМПЛЕКСНЕ ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТВАРИННИЦТВА. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗА- ЦІЇ НА ФЕРМАХ	72
Лавська Н.В. ВИРОБНИЦТВО ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ — ШЛЯХ ДО РАЦІО- НАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	77
Литвинов О.І. ДО МЕТОДОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИ- СТЕМ	81
Ловейкин В.С., Човнюк Ю.В., Дяченко Л.А. ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ВИБРОПЛУГА В РАМКАХ МОДЕЛИ ОДНОРОДНОГО СТЕРЖНЯ С УПРУГО ПРИСОЕДИНЕННОЙ МАССОЙ	95
Лукач В.С., Василюк В.І., Сушко В.В. МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ КОМПОЗИТНИХ ПОЛІ- МЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИ- НАХ І СПОРУДАХ	100
Максимчук А.І. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІВА- ЛОК ДЛЯ NO-TILL ТЕХНОЛОГІЇ	104
Махмудов І.І., Іванов Є.К. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ МАШИН В ТВАРИННИЦТВІ В УМОВАХ РЕФОРМУ- ВАННЯ АПК	107
Мовчан М.С., Пилип В.Є. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ ПАСИВНИХ РОБОЧИХ ОР- ГАНІВ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ	111
Пантилімонова Є.О., Сушко С.Л. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ ЧЕРЕШНІ В НДЦ ТДАТУ	117
Похыленко Е.А., Човнюк Ю.В. АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИЦЕПНОЙ СЕЛЬСКО- ХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ РАВНО- МЕРНОМ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ МТА	119

Прокопенко О.О., Ікальчик М.І.	
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ТА РОЗДАЧІ КОРМІВ	124
Сергєєва Н.В., Шаповал Л.І.	
ЩО СПОНУКАЄ ДО РОЗРОБКИ НОВОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАР- СЬКОЇ ТЕХНІКИ?	130
Сердюк Д.В.	
АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, МЕТОДИКА ОЦЕНКИ	138
Скрипка В.В., Ікальчик М.І.	
ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ УТРИМАННЯ СВИНЕЙ	143
Слушніков В., Дядя В.М.	
УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕ- ННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	149
Сокол О.О., Ікальчик М.І.	
СУЧАСНІ ДОЇЛЬНІ УСТАНОВКИ	151
Супрун О.М., Смолінський С.В.	
ТЕХНІЧНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КАЧАНОВІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ КУКУРУДЗОЗБИРАНИХ МА- ШИН	156
Тесленко С.В., Саньков С.М.	
КЛАСИФІКАЦІЯ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИСІВУ СІЛЬСЬКО- ГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	160
Фай А.Б., Макаєв В.І.	
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В УКРАЇНІ	162
Федько Р.М., Махмудов І.І.	
ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ФОРМ С-Г ВИРОБНИЧИХ КО- ОПЕРАТИВІВ В АПК УКРАЇНИ	165
Хорольський С.В., Дудка Б.А.	
ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН	170
Худенко О.М., Василюк В.І.	
ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ НА ПОЛІССІ УКРАЇНИ ТА СУЧАСНІ ПЕРСПЕКТИВИ	174
Хымыч И.П., Човнюк Ю.В.	
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КО- ЛЕБАНИЙ НАВЕСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ, ПРИСОЕДИНЁННОЙ К ТРАКТОРУ	179
Чечін С.О., Грубань В.А.	
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРА- МЕТРІВ КОПАЧА ЛУКУ	183
Шейко Л.О., Короїд В.Ю.	
РОЗВИТОК ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬ- СЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	186

Шейко Л.О., Некушин В.Є. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ДООЧИСНИКІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ВІД ЗАЛИШКІВ ГИЧКИ НА КОРЕНІ	190
Шуба О.В., Завірюха М.В. МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ СОШНИКА ДЛЯ РІЗНОГЛИБИН- НОГО ПОСІВУ БАШТАННИХ КУЛЬТУР	194
Ярошно Я.В., Махмудов І.І. РОЗРОБКА ВІТЧИЗНЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПОСІВНИХ АГРЕГА- ТИВ (ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ)	198
Секція 2 Сучасні проблеми енергетики і автоматики в сіль- ськогосподарському виробництві	200
Бондаревський О.К., Якубінська Л.Г. ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ ВІДОМА І НЕВІДОМА	201
Герасименко В.П., Майбородіна Н.В. ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ ВИТОКУ В МЕРЕЖАХ 0,38 КВ У ТВА- РИНИЦЬКОМУ ПРИМІЩЕННІ	203
Дворник А.В., Самойленко В.В., Новіков М.Г. ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ПІВ- ДНІ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ СМТ. ЛАЗУРНЕ	207
Ікальчик Ю.М. SLAM — КОНЦЕПЦІЯ ОДНОЧАСНОЇ НАВІГАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ МАПИ	213
Ковальов О.В., Кучеренко Д.В. ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАСОБАМИ АГРО- ПРОМИСЛОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА	217
Кривець О.Д. РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИ ШТУЧНІЙ ІНКУБАЦІЇ У ПТАХІВНИЦТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛІВКОВИХ КАРБОНОВИХ НАГРІВАЧІВ	222
Лукач В.С., Кушніренко А.Г., Татарін С.В., Макарець В.В. ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЕКВІПОТЕНЦІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ НАПРУ- ЖЕНОСТІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКТОРА ІЗ ЗМІННИМ РАДІ- УСОМ НАВИТКИ ВИКОНАНОЇ НА ЗРІЗАНОМУ КОНУСНОМУ КАРКАСІ	226
Маслов В.О. ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ В АПК І ОСНОВНІ ФАКТОРИ ЕНЕРГО- ЗБЕРЕЖЕННЯ	232
Муквич М.М. КОНСТРУЮВАННЯ ОБВІДНОЇ ПОВЕРХНІ МНОЖИНИ ПОЛО- ЖЕНЬ ПЛОЩИНИ, ЖОРСТКО ЗАКРІПЛЕНОЇ В ТРИГРАННИКУ ФРЕНЕ ПРОСТОРОВОЇ КРИВОЇ	238
Ромасевич Ю.О. СИНТЕЗ НЕКЛАСИЧНОГО РЕГУЛЯТОРА	243

Сушко Ю.Р., Новіков М.Г. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ФРН	248
Федоренко А.І., Котко А.О., Новіков М.Г. ВІТРОЕНЕРГЕТИКА ПОЛІССЯ	251
Чуєнко Р.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПРЯМОГО ПУСКУ КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА	256
Шаман А.В. БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ	262
Якубінська Л.Г. ОРГАНІЧНІ СВІТЛОДІОДИ — СВІТЛО МАЙБУТНЬОГО	267

Секція 1

**Новітні тенденції використання
технологій та техніки для
виробництва продукції АПК**

БЕШУН О.А.
ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ
МЕТОДУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ І ЦИКЛІВ У ДВЗ

УДК 621.43:62-531.9:62-544:001.3

Бешун О.А.,
доцент кафедри тракторів і автомобілів,
НУБіП України,
м. Київ, Україна

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ
МЕТОДУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ І
ЦИКЛІВ У ДВЗ

Анотація: Розглянуто історичні аспекти розвитку методу відключення циліндрів і циклів у двигунах внутрішнього згоряння, а також проблеми та перспективи застосування даного методу у багатоциліндрових дизельних двигунах з метою покращення їх економічних і екологічних показників на режимах часткових навантажень у холостого ходу.

Ключові слова: дизель, бензиновий двигун, економічність, режим, метод, регулювання, потужність, відключення, циліндр, цикл, історія, перспектива

Постановка проблеми. Дві проблеми, економія енергетичних ресурсів та зменшення навантаження на довкілля, на сьогоднішній день є найгострішими у світі. Очевидно, що актуальність пошуку шляхів вирішення цих проблем буде лише посилюватись з часом. Відомо, що одним з резервів покращення експлуатаційної паливної економічності та зниження рівня шкідливих викидів багатоциліндрових двигунів є застосування методу регулювання потужності відключенням циліндрів [1 – 12] і циклів [3 – 6]. Найбільший ефект при застосуванні цього методу досягається на режимах холостого ходу і малих навантажень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Історичні аспекти розвитку та окремі проблеми застосування методу відключення циліндрів і циклів у автомобільних бензинових двигунах розглянуті у праці [1]. Проте в даній роботі практично не приділено уваги дизельним двигунами, у робочих процесах яких є цілий ряд особливостей, а також відсутня інформація про метод відключення окремих робочих циклів, що також суттєво відрізняється від методу відключення циліндрів, і має порівняно з ним ряд переваг.

Мета статті: на основі аналізу літературних джерел систематизувати інформацію про історію розвитку методу покращення економічних і екологічних показників

багатоциліндрових автотракторних, тепловозних і судових двигунів внутрішнього згоряння шляхом деактивації циліндрів, виявити основні проблемні питання, які на сьогоднішній день залишаються недостатньо вивченими та перспективи подальших досліджень і впровадження у виробництво.

Виклад основного матеріалу. Ідея підвищення ефективності роботи поршневих бензинових двигунів шляхом відключення частини циліндрів вперше зародилася в США в далекому 1905 р. [2] і далі була розвинута в 1917 р. [1] та передбачала деактивацію половини циліндрів (6-ти на 12-циліндровому двигуні).

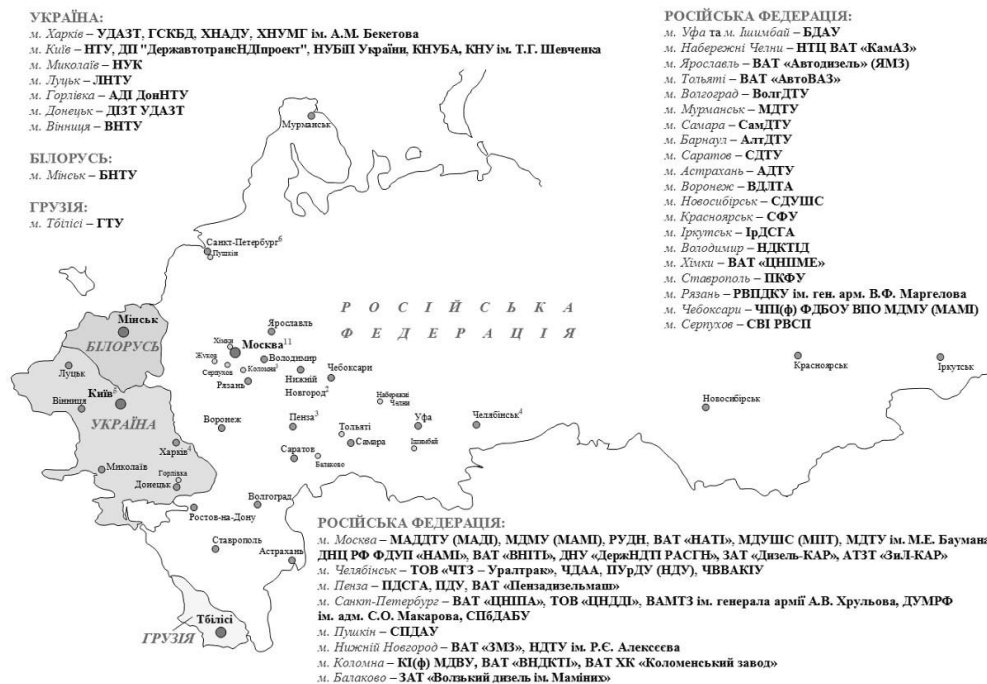


Рис. 1. Географія експериментальних, теоретичних і патентних досліджень методу покращення експлуатаційної паливної економічності та зниження шкідливих викидів багатоциліндрових ДВЗ шляхом регулювання потужності відключенням циліндрів і циклів в країнах СНД

В колишньому СРСР метод відключення циліндрів як спосіб підвищення експлуатаційних якостей ДВЗ, вперше був запропонований академіком Є.О. Чудаковим (див. фото на рис. 2). Сутність цього методу, як випливає з його назви, полягає в тому, що на часткових режимах і особливо на холостому ході відключають подачу палива в частину циліндрів [2].

В СРСР і пострадянському просторі дослідження в галузі відключення циліндрів в різний час виконувалися в НАМІ (Росія), НТУ (Україна) і в інших організаціях (див.

БЕШУН О.А.
ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ
МЕТОДУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ І ЦИКЛІВ У ДВЗ

карту; цифра біля назви міста вказує на кількість установ і організацій, в яких проводили дослідження систем відключення циліндрів; відсутність цифр відповідає одній установі) [1 – 8].



Рис. 2. Керівники наукових шкіл і провідні науковці, які досліджували метод відключення циліндрів і циклів в країнах СНД

Певні наукові і практичні результати були досягнуті в роботах ЦНДІ МФ, РУДН, МАДІ, ПО «Пенздизельмаш», УкрДАЗТ, СДУШС, ВАТ «НТЦ «КамАЗ»», ВАТ ЯМЗ, ТОВ «ЧТЗ-Уралтрак», НВО ЦНДТА, що знайшло відображення у наукових статтях достатньо великої кількості вчених, які працювали у наукових школах, очолюваних відомими провідними фахівцями в даній галузі (див. фото на рис. 2).

В Україні такі дослідження проводилися на автомобілі МАЗ-500 з V-подібним 6-циліндровим дизелем ЯМЗ-236 ще наприкінці 70-х років, а також на дизелі Д-50 в Національному транспортному університеті та ДержавтотрансНДІпроекті Мінтрансу. На двотактному Д-100 і чотиритактних тепловозних дизелях типу 6ЧН31,8/33 (ПДГ1М), 12ЧН14/14, 6ЧН26/26, 8ЧН26/26, 16ЧН26/26, а також на тракторних дизелях 4Ч12/14 (СМД-14) і 6ЧН13/11,5 (СМД-62) – у Харківській державній академії залізничного транспорту спільно з ГСКБД та ОГК ПО «Пенздизельмаш». А на дизелях будівельних машин – у Київському національному університеті будівництва й архітектури, а також в інших установах і організаціях [5].

В Росії аналогічні дослідження виконувались: в Російському університеті дружби народів ім. П. Лумумби [2] на дизель-генераторах та дизелях фірми «Перкінс» і «Сканія»

спільно з Московським автомобільно-дорожнім інститутом та Національним інженерним університетом Перу (м. Ліма); в НТЦ "КамАЗ" спільно з РУДН – на дизелі КамАЗ-740; в ПО "ЯМЗ" спільно з РУДН – на дизелі ЯМЗ-238 та в НАТИ на дизелі 12Ч15/18; у Воронежському лісотехнічному інституті – на дизелі ЯМЗ-740; в НАМІ – на дизелі 8Ч13/14 та дизелі автобуса ЛиАЗ; у ВНІТІ спільно з МПТ та Балаківським машинобудівним заводом ім. Ф. Дзержинського – на дизелі 6ЧН21/21 маневрового тепловозу типу ТГМ-4; в Мурманському філіалі ЦНПМФ – на суднових дизелях Д100, 2Д100, 3Д100, 12Д70, 11Д45 та 6Д49, головному дизелі 9МН51 (9Д51/55) криголама типу "Москва", судновому допоміжному дизелі 2Ч12,5/18 та серійних дизелях 10ДП20,7/25,4×2; а також у Коломенському філіалі ВЗП.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної патентної документації також показав, що і в Україні, і в країнах близького та дальнього зарубіжжя, існує достатньо велика кількість робіт, присвячених цьому напрямку [1-8, 12 та багато ін.]. У перерахованих роботах вивчалися як найпростіші способи відключення циліндрів – припиненням подачі палива, так і більш складні: поряд із припиненням подачі палива здійснювалось примусове закриття, або відкриття клапанів цих циліндрів і живлення непрацюючих циліндрів відпрацьованими газами працюючих.

В період з 70 років минулого століття до теперішнього часу науковцями Росії і України було виконано ряд дисертаційних досліджень, спрямованих на вивчення доцільності застосування відключення циліндрів і циклів у ДВЗ. Всього станом на початок 2015 року в СРСР і країнах СНД захищено 49 дисертаційних робіт, які більшою чи меншою мірою стосувалися дослідження даного методу, з яких – 11 докторські дисертації.

В країнах далекого зарубіжжя подібні дослідження виконували такі вчені, як Bemman Y.-J., Bowles P., Batteh J., Douglas K.J., Falkowski A., McElwee M., Bonne M., Fukui T., Howard G., Jost K., Kreuter P., Leone T.G., Pozar M., Moskwa J., Mangun D., Lemke A., Lahti J., Pischinger M., Sandford H., Allen J., Tudor R., Vinodh B., Univ A., Watanabe E., Fueutani I., Zheng Q., Zmudka Z., Postrzednik S., Ciesiolkiewicz A., Zammit J.P., McGhee M.J., Shayler P.J., Zammit J.-P., McGhee M.J., Shayler P.J., Pegg I., Mo H., Huang Y., Mao X., Zhuo B., Yang J., Quan L., Yang Y., Xin Q. (H.), Manna S., Foudzisava Hideya, Bergman N., Netman R., Sougasava F., Camleytner E., Sanaca Y. та інші.

Практично у всіх роботах було доведено можливість покращення експлуатаційної

БЕШУН О.А.
ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ
МЕТОДУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ І ЦИКЛІВ У ДВЗ

паливної економічності в межах 3...25 % залежно від способів і засобів реалізації методів з одночасним покращенням екологічних показників. На режимі холостого ходу економія палива сягала в окремих випадках 45 %.

Доцільність застосування цього методу на багатоциліндрових автомобільних бензинових двигунах підтверджується також тим, що з початку 80-х років минулого сторіччя такі провідні автомобілебудівні фірми світу, як Cadillac, General Motors, Mercedes-Bens, Honda, Toyota, Chrysler, Audi, Volkswagen та інші застосовують системи відключення циліндрів на серійних автомобілях, причому дві останні – навіть на 4-циліндрових двигунах невеликого об'єму (1,4 л) та потужності (103 кВт) [7].

В більшості випадків, це системи відключення груп (як правило половини) циліндрів на серійних легкових автомобілях з V-подібними багатоциліндровими бензиновими двигунами. Зокрема це системи: Active Cylinder Control (ACC) фірм Daimler AG і Mercedes Benz; Active Fuel Management (AFM) і Displacement on Demand (D.O.D.) фірми General Motors; Dynamic Skip Fire (DSF) фірми GMC і Tula Technology; Variable Cylinder Management (VCM) фірми Honda; Cylinder on Demand System (CDS) фірми Audi; Multi-Displacement System (MDS) фірми Chrysler; Active Cylinder Management (ACT) фірми Volkswagen та інші. Відомі також дослідження системи відключення циліндрів з припиненням руху поршнів у трициліндровому двигуні з можливістю зміни ступеню стиснення Scalzo Piston Deactivation 3-cylinder Engine PDE with Variable Compression Ratio.

Вище зазначена інформація свідчить про перспективність даного методу, який по суті є частинним випадком методу відключення циклів і має ряд суттєвих недоліків порівняно з ним, проте дещо простіший в реалізації, через що він і застосовується в серійному виробництві.

Метод регулювання потужності відключенням окремих робочих циклів вперше був запропонований в 1966 році проф. Андрусенком П.І. [3] і детально досліджений в НТУ проф. Філіпповим А.З. [4] відносно багатоциліндрових бензинових поршневих та роторно-поршневих двигунів. Відносно дизелів, даний метод досліджувався в НУБіП України [5] і НУК імені адмірала Макарова [6], але він потребує більш поглибленого вивчення, що обумовлено широким застосуванням останнім часом акумуляторних систем паливopодачі, які значно спрощують питання реалізації методу на практиці.

Сутність цього методу полягає в тому, що зміна навантаження здійснюється

зменшенням (або збільшенням) кількості навантажувальних робочих циклів шляхом припинення подачі палива в циліндри двигуна.

Пошукові дослідження відносно дизелів, що проводились протягом понад 15 років і охопили понад 5000 джерел інформації показали, що за винятком тракторів Т-100М [9, с. 95-102] і Т-130М з двигуном Д-108 [10, с. 54-58] та автомобіля IFA W50LA з двигуном 4VD 14.5/12-1SRW [11] (див. рис. 3), в серійному виробництві метод відключення циліндрів не застосовувався. Слід відмітити, що на зазначених вище машинах, даний метод застосовувався в основному з метою зменшення закоксування розпилювачів форсунок на холостому ході, а також для зниження витрати палива на цьому режимі.

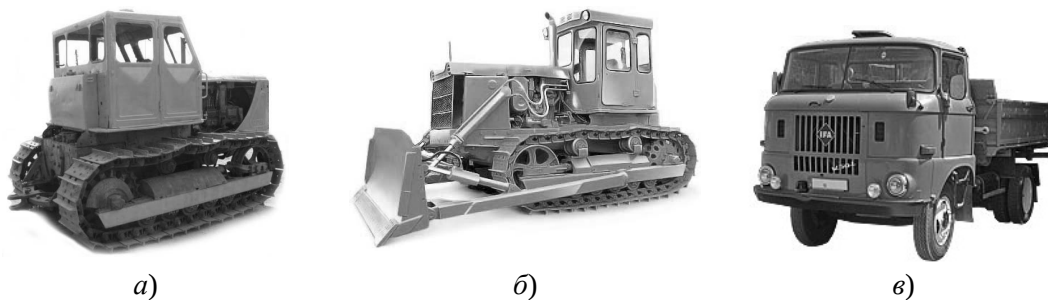


Рис. 3. Серійні машини, на яких застосовувався метод відключення половини циліндрів при роботі двигуна на режимі холостого ходу:
а) трактор Т-100М; б) трактор Т-130М; в) автомобіль IFA W50LA.

Стрімкий розвиток систем живлення і механізмів газорозподілу [8] створює широкі можливості для реалізації методу відключення окремих робочих циклів без внесення значних змін у конструкції двигунів. Забезпечити оптимальні параметри робочого процесу в цих умовах практично не можливо при застосуванні традиційних систем і механізмів. Проте, застосовуючи метод відключення окремих робочих циклів, який у порівнянні з методом відключення циліндрів має ряд суттєвих переваг, в поєднанні з акумуляторною системою паливоподачі типу Common Rail та альтернативними газорозподільними механізмами, можна забезпечити найоптимальніші параметри робочого циклу дизеля, а регулювання його потужності при цьому здійснювати не зміною кількості впорскуваного в циліндр палива, а зміною частоти робочих циклів.

Висновки: Таким чином, не дивлячись на тривалий період досліджень і велику кількість наукових публікацій по проблемі відключення циліндрів у ДВЗ, на сьогоднішній день залишається ряд питань, які потребують більш глибокого вивчення. Насамперед, це питання доцільності застосування методу відключення окремих робочих циклів на багатциліндрових дизельних ДВЗ, обладнаних акумуляторними системами паливоподачі

БЕШУН О.А.
ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ
МЕТОДУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ І ЦИКЛІВ У ДВЗ

типу Common Rail і альтернативними механізмами газорозподілу, що дозволяють реалізувати синхронне припинення процесів газообміну, питання доцільності застосування даного методу на тракторах у складі МТА і особливо самохідних лісових машинах (харвестерах, форвардерах, процесорах, скідерах і т.п.), вивчення впливу обох методів на зміну показників ресурсу ДВЗ і його вібрації, що, як відомо, є одним з недоліків цих методів [4, 5, 12] та інші важливі для практики питання.

Список літератури:

1. Мищенко Н.И., Шляхов В.С., Супрун В.Л., Подлесный А.Г., Колесникова Т.Н. Автомобильные двигатели с отключением цилиндров. Конструкции, анализ // Вісник СевНТУ. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Вип. 122. – Севастополь, 2011. – С. 163-166.
2. Патрахальцев Н.Н., Страинов С.В., Мельник И.С., Корнев Б.А. Изменение числа работающих цилиндров дизеля – вариант повышения экономичности его режимов малых нагрузок // Автомобильная промышленность, 2012. – №2. – С. 11-13.
3. Андрусенко П.И. Теория и исследование новой системы топливоподачи для тракторных двигателей: Дис. ... д-ра техн. наук. – К., 1954.
4. Филиппов А.З. Повышение экономических и экологических показателей ДВЗ отключением отдельных рабочих циклов: Дис... д-ра техн. наук: 05.04.02. – К., 1996. – 460 с.
5. Бешун О.А. Вплив регулювання потужності дизеля відключенням окремих робочих циклів на його економічні, екологічні та динамічні показники: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03. – К., 2006. – 282 с.
6. Мошенцев Ю.Л., Минчев Д.С., Нагорный А.В., Дьяконов А.С. Моделирование рабочего цикла дизельного двигателя с системой периодического отключения работы цилиндров // Электронне видання «Вісник НУК», 2012. – №3-4. – С. 77-83. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://jn.nuos.edu.ua/ru/material;jsessionid=79a4c4fde4d12eec05ac806e08ca?publicationId=19068>
7. Программа самообучения 510 (Volkswagen): Система отключения цилиндров (ACT) на двигателе 1,4 л 103 кВт TSI: Устройство и принцип действия. – [Електронний ресурс]. – http://vwts.ru/engine/cpta/pp510_syst_otkl_cyl_act_1_4_tsi_cpty_rus.pdf
8. Балабин В.Н. Научные основы создания регулируемых приводов газораспределения

локомотивных двигателей внутреннего сгорания нового поколения: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.02. – М., 2010. – 292 с.

9. Лазарев А.А., Ефимов М.А. Двигатели Д-108 и КДМ-100. – М.: Машиностроение, 1971. – 300 с.

10. Трактор Т-130М / М.И. Злотник, А.А. Лазарев, Б.Л. Магарилло, В.И. Плешков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 199 с.

11. IFA W50L: предшественники и потомки // Грузовик Пресс, 2008. – №1.

12. Peters G. Cylinder deactivation on 4-cylinder engines. A torsional vibration analysis DCT 2007-11. February 15, 2007. P. 10-15, 39.

Аннотация: Рассмотрены исторические аспекты развития метода отключения цилиндров и циклов в двигателях внутреннего сгорания, а также проблемы и перспективы применения данного метода в многоцилиндровых дизельных двигателях с целью улучшения их экономических и экологических показателей на режимах малых нагрузок и холостого хода.

Ключевые слова: дизель, бензиновый двигатель, экономичность, режим, метод, регулирование, мощность, отключение, цилиндр, цикл, история, перспектива

Summary: The article is devoted to investigation of the history aspects of development of method cylinder deactivation and separate working cycles switching-off in the internal combustion engines also problems and prospects of application of this method in multicylinder diesel engines for improvements of economical and ecological parameters on the small loading and idling modes.

Key words: diesel, petrol engine, fuel economy, mode, method, control, power, switching-off, cylinder, cycle, history, prospect

© О.А. Бешун, 2015

БОГОСЛАВЕЦЬ Д., ЧИЖИКОВ І.О.
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ САДИЛЬНОГО АПАРАТУ МАШИНИ
ДЛЯ САДІННЯ ПІДЩЕП ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

УДК 631.171: 634

Богославець Д., студент 25 СПМ,
керівник – к.т.н., доц. **Чижиков І.О.**
Таврійський державний агротехнологічний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ САДИЛЬНОГО АПАРАТУ МАШИНИ ДЛЯ
САДІННЯ ПІДЩЕП ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

Анотація - наведено та обґрунтовано конструкцію садильного апарату дискового типу з пристроєм для орієнтування підщеп у борозну, який забезпечить садіння підщеп плодових з дотриманням встановлених вимог щодо якості висаджених підщеп.

У технологічному процесі вирощування саджанців, садіння підщеп є однією з найбільш трудомістких та відповідальних операцій, адже підщепа є основою плодового дерева. У більшості розсадників садіння підщеп із-за відсутності адаптованих до цієї операції машин або їх невідповідності відбувається або вручну, або переобладнаними машинами для садіння розсади. Такі засоби механізації не в повній мірі забезпечують дотримання нормативних вимог до якості висаджених підщеп, а саме відхилення висаджених підщеп від вертикальної осі, що є основним показником якості висаджених підщеп і впливає на формування штабма саджанця. Згідно нормативних вимог, відхилення висадженої підщепи від вертикальної осі не повинно перевищувати 10° [1]. Для забезпечення даних показників, найбільш придатними для внесення конструктивних змін є машини, що мають садильний апарат дискового типу з радіально розташованими захватами [2]. У якості прототипу обрано садильний апарат дискового типу, який реалізовано у конструкції експериментального зразка машини для садіння підщеп МПП-4 [2]. Недоліком прототипу є низька якість садіння підщеп за показником їх відхилення від вертикальної осі.

Для усунення вказаного недоліку пропонується встановити на копії 5 (рис.1) орієнтуючий пристрій 4, при проходженні через який, кожній підщепі до моменту загортання ґрунтом буде заданий певний кут відхилення від вертикальної осі в протилежну сторону руху машини. Заданий кут відхилення буде компенсуватися кутом повороту підщепи в сторону руху машини при прикочуванні котками 10, і таким чином кожна підщепа буде висаджена з мінімальним відхиленням від вертикальної осі.

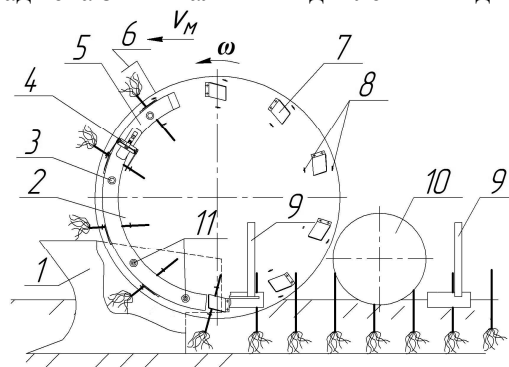


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема секції садильної машини для садіння підщеп плодових культур.

1 – сошник; 2 – диск садильного апарата; 3 – плунжерний фіксатор; 4 – орієнтуючий пристрій; 5 – копій; 6 – обмежувач вкладки підщеп у захвати; 7 – захват; 8 – упори; 9 – загортачі; 10 – прикочуючі котки; 11 – пружини.

Пристрій працює наступним чином (рис.2). На диску 10 навколо центру кожного захвату 7 встановлені упори 9, які розташовуються під певним кутом відхилення підщеп у захваті при потраплянні у борозну. На копії 6 за допомогою основи 1 встановлено пружину 4, що впирається на диск апарата і при проходженні через неї підщеп доводить їх до упорів. Пружина складається з циліндричної частини у зоні кріплення з основою та нециліндричної частини у вигляді двох «гачкоподібних» напрямних, які безпосередньо взаємодіють з підщепами. Притискна сила пружини на підщепи регулюється болтом 2 та гайкою 3.

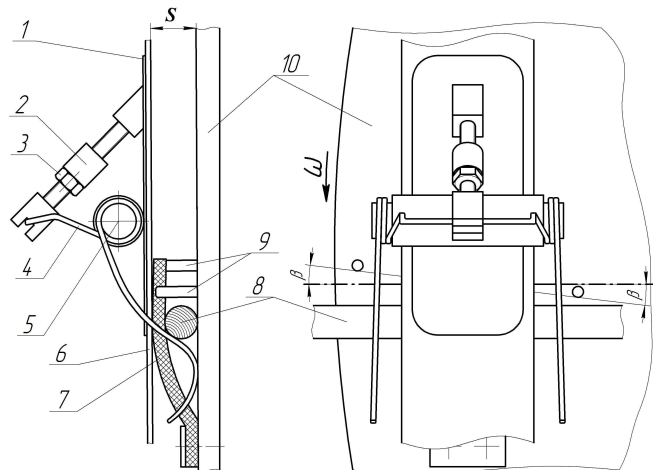


Рис. 2. Схема орієнтуючого пристрою.

1 – основа; 2 – болт, яким регулюється сила тиску пружини на підщепи; 3 – гайка; 4 – пружина; 5 – кріплення пружини; 6 – копія; 7 – захват; 8 – підщепа; 9 – упори; 10 – диск садильного апарата; S – зазор між диском та копіром.

Кут встановлення упорів розраховується з урахуванням біометричних особливостей рослини та впливу на рослину валку ґрунту, утвореного внаслідок спільної дії загортачів та прикочуючих котків.

Внесені зміни до конструкції садильного апарату забезпечать підвищення якості садіння підщеп плодових культур у перше поле розсадника за показником відхилення висаджених підщеп від вертикальної осі, що сприятиме збільшенню виходу стандартних саджанців.

Список літератури

1. ДСТУ 4938:2008. Саджанці плодових культур. Технічні вимоги. -Чинний від 26.03.2008. – К.: Держспоживстандарт, 2008. – 16 с.
2. Фришев С.Г. Комплекс машин для розсадників. / С.Г.Фришев. – АПК: наука, техніка, практика. – 1990. №9, с.18-19.
3. Сафонов О.Ф. Механізація вирощування плодових саджанців / О.Ф. Сафонов // Техніка в АПК, 1997. - №2. - С. 26-27.

БОЧКУР М.В., РАКУЛ О.І.
ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ГРАНУЛ ДОБРИВ ПО ПОВЕРХНІ ЛОПАТІ
ВІДЦЕНТРОВОГО ДИСКА ЗАПРОПОНОВАНОГО РОЗКИДАЧА

УДК 631.355

Бочкур М.В., студент групи М 6,
науковий керівник – асистент **О.І. Ракул**,
Миколаївський національний аграрний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ГРАНУЛ ДОБРИВ ПО ПОВЕРХНІ ЛОПАТІ
ВІДЦЕНТРОВОГО ДИСКА ЗАПРОПОНОВАНОГО РОЗКИДАЧА

Запропонована нова конструкція розкидача твердих мінеральних добрив. Досліджено процес руху гранул добрив по поверхні відцентрового диска.

Предложена новая конструкция разбрасывания твердых минеральных удобрений. Исследовано процесс движения гранул удобрений по поверхности центробежного диска.

Недоліком відомих агрегатів є те, що вони не забезпечують рівномірну, на задану норму внесення, подачу добрив на кожний з дисків розкидача.

З метою усунення вище перелічених недоліків запропонована зовсім нова конструкція робочого органу відцентрового розкидача мінеральних добрив.

Відцентровий розкидач твердих мінеральних добрив (рис. 1) складається з кузова 1, пруткового конвеєра 2, регулювальної заслінки 3 з управлінням від гідроциліндра двосторонньої дії 4, тукоспрямувачів 5, конусних дискових робочих органів 6, диски 7 яких кріпляться на вертикальному валу 8, мають лопатки 9 і приводяться в рух від гідромотора 10 через клинопасову передачу 11.

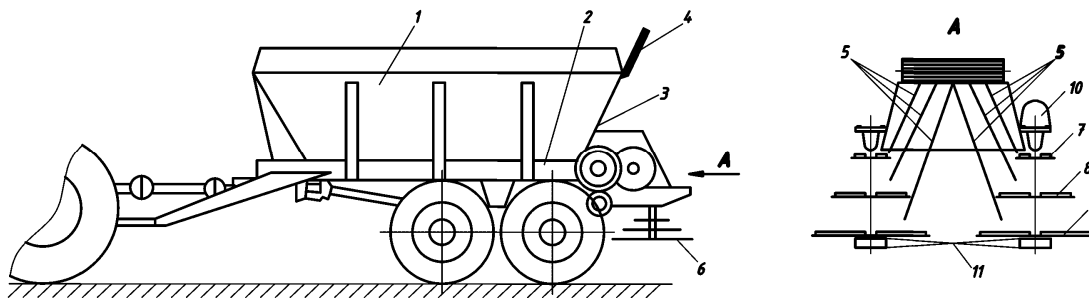


Рис. 1. Конструктивна схема запропонованого відцентрового розкидача твердих мінеральних добрив:

- 1 – кузов; 2 – прутковий елеватор; 3 – регулювальна заслінка;
4 – гідроциліндр; 5 – тукоспрямувач; 6 – робочі органи; 7 – диски;
8 – вал; 9 – лопатки; 10 – гідромотор; 11 – клинопасова передача

Працює відцентровий розкидач твердих мінеральних добрив так. За допомогою гідромотора 10 через клинопасову передачу 11 перехресного типу приводяться в рух шість дисків розкидаючого пристрою. Прутковий конвеєр 2 приводиться в рух від вала відбору потужності трактора, подає мінеральні добрива через регулювальну заслінку 3, яка встановлюється за допомогою гідроциліндра 4, на задану норму висіву. Тукоспрямувачі 5 спрямовують добрива на розкидальні диски 7, при чому кожний автономний тукоспрямувач спрямовує добрива на один диск, за рахунок цього відбувається більш рівномірна в часі подача мінеральних добрив на розсіваючі диски і у визначену зону подачі. Це призводить до того, що кожний розкидальний диск підхоплює подані на нього мінеральні добрива всією поверхнею лопатки 9, забезпечуючи збільшення їх середньої дальності польоту та відповідно ширини захвату.

Використання запропонованого шестилоткового тукоспрямовувача дозволяє надійно забезпечувати рівномірну, згідно встановленої норми висіву, подачу добрив на кожний розкидальний диск, за рахунок цього підвищується надійність технологічного процесу та рівномірність розсіювання добрив по поверхні поля.

Проведений аналіз тенденцій розвитку сільськогосподарського виробництва та сучасних технологій і способів внесення твердих мінеральних добрив, технологічних схем їх внесення, існуючих технічних засобів та їх робочих органів, тенденції розвитку техніки, а також результатів досліджень дозволяє зробити такий висновок:

На сучасному етапі та в найближчі десятиріччя основну масу твердих мінеральних добрив аграрії вноситимуть розсіваючи їх по поверхні поля при основному удобренні та підживленні сільськогосподарських культур;

Найбільш широке застосування при поверхневому розсіюванні добрив знаходять машини, обладнані розсівальними органами відцентрового типу.

Продуктивність цих машин значною мірою залежить від робочої ширини захвату. Встановлено, що робоча ширина захвату розсіювального агрегату збільшується зі збільшенням дальності розсіювання частинок мінеральних добрив.

Основи теорії розрахунку сільськогосподарських машин з відцентровими робочими органами закладені в багатьох роботах. Автори вказаних робіт використали моделі та підходи, розвинуті у працях. Системний підхід в дослідженні характеру взаємодії потоку добрив, який надходить на розкидальні органи відцентрового розсіювача з лопатками, опубліковано в статті Якимова Ю.І., Волосникова С.І. «Экспериментальные исследования распределения удобрений центробежными аппаратами». Автори встановили, що частинки добрив, які взаємодіють з верхньою кромкою лопаток в момент співударяння, відбиваються від розкидальних органів. При цьому їх швидкість не може перевищувати колову швидкість лопатки в точці співударяння з частинкою добрив, і тому швидкість цих частинок добрив значно менша швидкості частинок, які злітають з периферійних кінців лопаток. А це суттєво впливає на якість розсіювання добрив за всією шириною захвату агрегата.

Дискові дозувальні апарати широко застосовують при внесенні твердих мінеральних добрив на сівалках, садильних машинах з міжряддям 45 см і більше, а також на культиваторах-рослинопідживлювачах. Робочий процес дозувальних апаратів передбачає дві фази: транспортування гранул до скребка-напрямяча та їхній рух вздовж цих скребків до висівних вікон. Шар добрив підводиться до скребків-напрямячів завдяки силі тертя, достатній для того, щоб передати гранулам обертальний рух разом з диском. Самовільний рух добрив у радіальному напрямку не допускається, таким чином дотримується умова:

$$m\omega^2 r < fmg, \quad (1)$$

де m – маса гранули;

ω – кутова швидкість диска;

r – відстань гранули від осі обертання;

f – коефіцієнт тертя;

g – коефіцієнт вільного падіння.

Для радіуса R ($0 < r \leq R$) маємо з (1) нерівність, якій задовольняє ω :

$$\omega < \sqrt{\frac{gf}{R}}. \quad (2)$$

Як показують розрахунки, відцентрове прискорення $\omega^2 r$ становить 0,01...0,04 м/с², що у кілька разів менше gf .

Добрива скидаються з диска внаслідок їх руху вздовж нерухомих скребків-

БОЧКУР М.В., РАКУЛ О.І.
ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ГРАНУЛ ДОБРИВ ПО ПОВЕРХНІ ЛОПАТІ
ВІДЦЕНТРОВОГО ДИСКА ЗАПРОПОНОВАНОГО РОЗКИДАЧА

напрямлячів (пасивних скидачів). Кожен апарат призначений для висіву добрив у два рядки, тому над кожним диском встановлено по два скидачі. Основні вимоги до їхньої роботи такі: добрива не повинні накочуватись і ущільнюватись; лівий і правий скребки-напрямлячі мають скидати однакову кількість добрив. Туки не накопичуватимуться перед пасивним скидачем, якщо вони безперервним потоком переміщуватимуться вздовж нього до вихідного отвору.

Наприклад, гранула масою m розміщується на поверхні диска, який обертається (рис. 2).

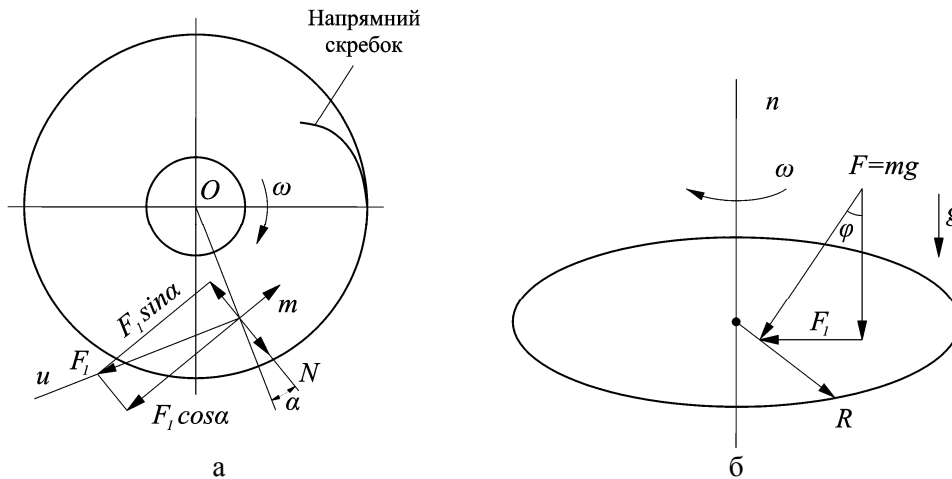


Рис. 2. Схема дискового механічного туковисівного апарату:
 а – у вертикальній площині; б – у горизонтальній площині

Сила $\bar{F}_1$, яка надає рух цій гранулі, становить $mg \cdot \tan \varphi$. Напрямок сили $\bar{F}_1$ збігається з напрямком швидкості $\bar{n}$, яка перпендикулярна до радіуса, проведеного у точку m із центра O обертання диска. Розглянемо силу $\bar{F}_1$ у момент зіткнення частинки m із скидачем по нормалі та дотичній до поверхні скидача в точці контакту з нею частки m , R – радіус диска.

Складова $F_1 \sin \alpha$ сприяє нормальній реакції $\bar{N}$, що діє на часточку добрив з боку скидача, складова $F_1 \cos \alpha$ створює ковзання часточки m по поверхні скидача, якому протидіє сила тертя часточки по скидачу:

$$|\bar{F}_2| = Nf, N = F_1 \sin \alpha, |\bar{F}_2| = F_1 \sin \alpha \cdot f, \quad (3)$$

де f – коефіцієнт тертя гранули добрив з поверхнею диску.

Часточка добрив m рухається вздовж скидача до випускної щілини за умови:

$$F_1 \cos \alpha \geq F_1 \sin \alpha \cdot f, \quad (4)$$

або

$$\operatorname{ctg} \alpha \geq f, \quad (5)$$

Якщо позначити $\operatorname{tg} \varphi = f$, де $\varphi = \arctg f$ (кут зовнішнього радіуса), тоді:

$$\operatorname{ctg} \alpha \geq \operatorname{tg} \varphi. \quad (6)$$

Оскільки $\operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha)$, тоді з (6) маємо:

$$\operatorname{tg}(90^\circ - \alpha) \geq \operatorname{tg} \varphi. \quad (7)$$

Умову ковзання вздовж скидача можна записати у вигляді:

$$90^\circ - \alpha \geq \varphi \Rightarrow \alpha \leq 90^\circ - \varphi, \quad (8)$$

або

$$\alpha \leq 90^\circ - \arctg f . \quad (9)$$

Отже, щоб поверхня скидача задовольняла вимогу (9), кут α у міру віддалення від центру обертання має залишатися постійним чи зменшуватися. Це можливо при криволінійному шкребку, який виконаний, наприклад, у вигляді логарифмічної спіралі ($\alpha = \text{const}$).

Список літератури

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Машини для приготування і внесення добрив / П.М. Заїка. – Харків : Око, 2002. – Т. 1, ч. 3. – 342 с.
2. Жуковский Н.Е. Теоретическая механика / Н.Е. Жуковский. – М.-Л. : Гостехиздат, 1950. – 811 с.
3. Василенко П.М. Об уравнениях транспортировки частиц в сопровождающих средах / П.М. Василенко // Доклады ВАСХНИЛ. – 1970. – № 4. – С. 44–46.
4. Козловский Е.В. Некоторые вопросы работы центробежного диска / Е.В. Козловский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1962. – № 1. – С. 41–42.

RESEARCH OF TRAFFIC OF FERTILIZER GRANULES ON THE SURFACE BLADE CENTRIFUGAL DISC PROPOSED SPREADER

M.V. Bochkur, O.I. Rakul

A new design of the spreading of solid mineral fertilizers. Investigate the process of the granules of fertilizer on the surface of the centrifugal disc.

ВІТРУХ П.І.
ВНЕСЕННЯ СИПКИХ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПОВОРОТНИМ
ПОДАВАЛЬНО-ВИРІВНЮВАЛЬНИМ МЕХАНІЗМОМ

УДК 631.333:631.82

Вітрух П.І., аспірант,
Національний науковий центр «ІМЕСГ» НААН України

ВНЕСЕННЯ СИПКИХ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПОВОРОТНИМ
ПОДАВАЛЬНО-ВИРІВНЮВАЛЬНИМ МЕХАНІЗМОМ

Аналіз конструкцій машин та їх робочих органів свідчить про певні їх вади, а саме – недосконалість рівномірності норм внесення і просторової точності, незначний термін їх використання за рік. Головним напрямком роз витку машин для внесення мінеральних добрив є підвищення біологічної ефективності завдяки поліпшенню якості їх внесення, підвищення їх продуктивності, розширення технологічних можливостей, впровадження в конструкціях комп'ютерних систем контролю та управління технологічним процесом.

Розроблена універсальна машина для сипких матеріалів з поворотним подавально-вирівнювальним механізмом рис 1, в яка забезпечує виконання нових функцій по завантаженню мінеральних добрив і інших сипких матеріалів у бункери начіпних машин для їх розсівання та насіння в насіннєвий бункер чи ящик сівалки, тобто машина стає універсальною.

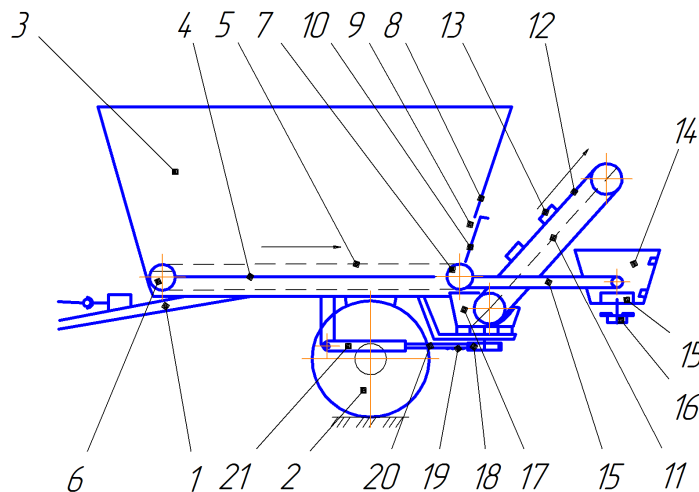


Рис. 1. Загальний вид універсальна машина для сипких матеріалів з поворотним подавально-вирівнювальним механізмом

Універсальна машина для сипких матеріалів з поворотним подавально-вирівнювальним механізмом включає раму 1 з опорними колесами 2, на якій закріплений кузов 3. На днищі 4 кузова 3 установлений живильник 5, який виконаний у вигляді конвеєра наприклад прутково-пластинчастого типу і його контур встановлений на веденому 6 і ведучому 7 валах. В задньому борту 8 кузова 3 виконана випускна щілина 9 з регулювальною заслінкою 10. Під випускною щілиною 9 встановлений завантажувальний кінець конвеєра 11, який має стрічково-скребковий контур, що включає стрічку 12, виконану із прогумованої тканини, і скребки 13. Конвеєр 11 встановлено похило таким чином, що його розвантажувальний кінець розміщений вище випускної щілини 9. Під розвантажувальним кінцем конвеєра 11 встановлений вирівнювальний бункер 14, який закріплений на допоміжній рамі 15, що з'єднана з

кузовом 3. На днищі вирівнювального бункера 14 встановлений дозатор 15, під яким розташований знімний розсівальний орган 16 з приводом (привод на кресленнях не показаний). Нижній кінець конвеєра 11 встановлений у приймачі 17 матеріалу і обладнаний механізмом повороту навколо вертикальної осі на кут величиною до 180° .

В процесі роботи машини сипкий матеріал живильником 5 через щілину 9 виноситься із кузова 3 і подаються на конвеєр 11, яким він подається у вирівнювальний бункер 14. Із бункера 14 дозатор 15 подає сипкий матеріал, установленою дозою на розсівальний орган 16, який розганяє цей матеріал і розсіває по поверхні поля на ширину захвату.

При завантаженні, наприклад, насіння в насіннєвий ящик сівалки, в сховищі насіння завантажується в бункер 3 машини і транспортується на поле. На полі тракторист розподільником гідросистеми трактора подає масло в корпус 21 гідроциліндра і під тиском масла переміщується рейка 19 механізму повороту, в результаті його повертається шестерня 18 і повертає конвеєр 11 і встановлює його перпендикулярно до напрямку руху машини. Після цього тракторист розвертає машину так, щоб вивантажувальний кінець конвеєра 11 розміщувався над початком насіннєвого ящика 22 сівалки.

Після цього тракторист вмикає механізм приводу машини і насіння живильником 5 через щілину 9 виноситься із кузова 3 на конвеєр 11, який подається в насіннєвий ящик сівалки. Причому по мірі завантаження цього ящика агрегат повільно рухається паралельно до ящика, завдяки чому він заповнюється насінням по усій довжині.

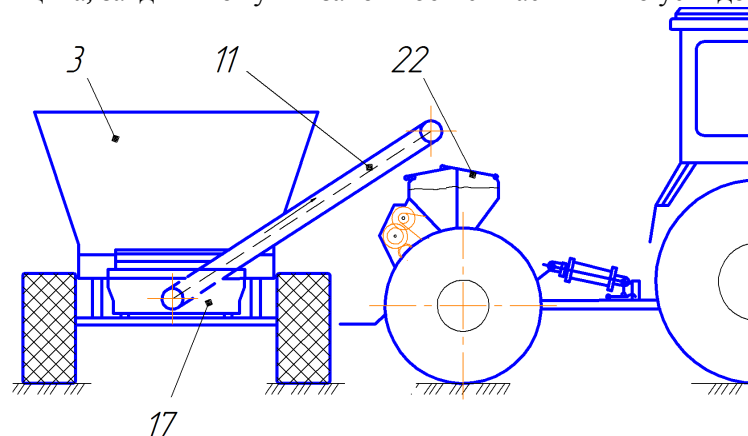


Рис. 2. Завантаження, насіння в насіннєвий ящик сівалки

Механізм повороту жолоба подавально – вирівнювального транспортера може бути виконаний у вигляді ланцюгової передачі рис.3, або рейковим і включати шестерню, що знаходиться в зачепленні з рейкою котра з'єднана зі штоком гідроциліндра, корпус якого з'єднаний з кузовом 3. Похилий подавальний транспортер 9 кріпиться до кузова 3 машини шарнірними ланками перемінної довжини 10.

ВІТРУХ П.І.
ВНЕСЕННЯ СИПКИХ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПОВОРОТНИМ
ПОДАВАЛЬНО-ВИРІВНЮВАЛЬНИМ МЕХАНІЗМОМ

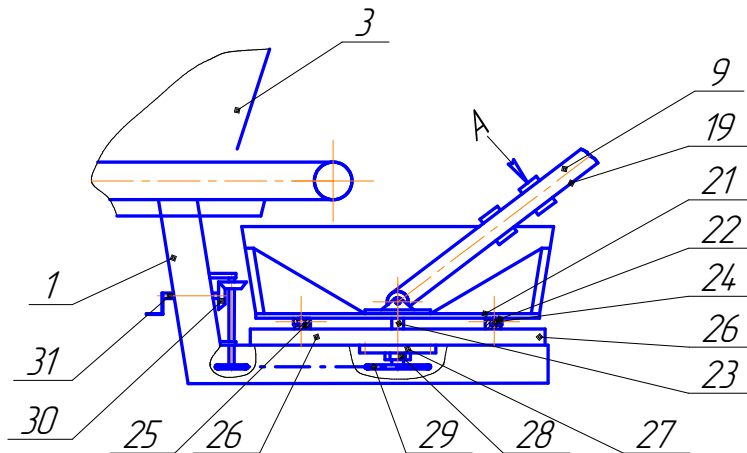


Рис.3. Механізм повороту жолоба подавально - вирівнювального транспортера

У варіанті універсальної транспортно – технологічна машина для мінеральних добрив, зерна, гранульованих і сипучих матеріалів в робочому положенні при виконанні транспортних робіт та операції перевантаження технологічних матеріалів у бункери комбінованих машин і сівалок та ін. відцентровий розсіювальний орган 11 демонтується за допомогою механізму навіски з автозчіпкою 17 обладнаного шарнірними ланками перемінної довжини 18.

Похилий подавальний транспортер за допомогою механізму повороту жолоба 8 повертається на кут 180° у горизонтальній площині шарнірними ланками перемінної довжини 10 може бути встановлений у різних технологічних положеннях під необхідним кутом до машини або до агрегату у який необхідно перевантажити технологічний матеріал у вертикальній площині після цього вмикається привод механізмів машини і виконується робочий процес розвантаження або перевантаження.

Висновки. В результаті такого виконання машини для сипких матеріалів з поворотним подавально – вирівнювальним механізмом забезпечується висока рівномірність розсівання добрив та виконання нових функцій по завантаженню мінеральних добрив і інших сипких матеріалів у бункери начіпних машин для їх розсівання та насіння в насіннєвий бункер чи ящик сівалки, тобто машина стає універсальною.

Список літератури

1. Бегун П.П. Равномерность подачи минеральных удобрений на распределяющие рабочие органы двухступенчатым выравнивающим устройством. Авто реферат дис. канд. техн. наук спец. 05.20.11 – технологи и средства механизации сельского хозяйства. Минск 2011. 16с.
2. Ав. св. СРСР, № 1123569, МПК A01C17/00.
3. Патент України № 61181, МПК 7 A01C15/12.

УДК 631.353.3: 631.53.023: -026

Гайденко О. М.,
вчений секретар Кіровоградської
ДСГДС НААН, к. т. н., с. н. с.

**ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ, ВЛАСТИВОСТІ
КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА**

Вивчено основні технологічні вимоги до твердого біопалива (паливних гранул), відповідно до вимог сертифікатів країн Європи, властивості його компонентів та технологія виробництва при використанні рослинної біомаси сільськогосподарських культур (соломи).

Ключові слова: тверде біопаливо, паливні гранули, солома, рослинна біомаса, технологія виробництва.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку основними пріоритетними напрямками галузі є пошук дешевої біосировини, нових технологічних рішень і створення необхідної інфраструктури для вирощування та переробки біомаси за допомогою хімічних та біологічних процесів, термоконверсії, біоконверсії в різні види біопалива: рідкі, газоподібні і тверді. Для цього в нашій державі є всі необхідні передумови, особливо ґрунтово-кліматичні, що забезпечують вирощування енергетичних культур з високою врожайністю біомаси. Застосування адаптивних технологій, удосконалення технологічних процесів, вирощування біоенергетичних культур, переробки біомаси та використання біопалива дозволить збільшити частку біоенергетики в структурі енергетичного балансу України.

Процес освоєння нових джерел енергетичного забезпечення сільського господарства об'єктивно зумовлений змінами структури агропромислового виробництва, постійним зростанням диспаритету цін на енергетичну та сільськогосподарську продукцію. Солома, як цінний агропромисловий ресурс, є джерелом заміщення частки загального споживання первинних енергоносіїв в Україні.

Мета досліджень. Вивчити основні технологічні вимоги до твердого біопалива (паливних гранул), властивості його компонентів та технологія виробництва при використанні рослинної біомаси сільськогосподарських культур (соломи).

Результати досліджень. Технологічні вимоги до твердого біопалива (паливних гранул). Загальновідомо, що використання рослинної біомаси на енергетичні цілі з економічної точки зору сприяє заощадженню сировинних та енергетичних ресурсів, економічної – знижує забруднення навколишнього середовища, соціальної – створює нові підприємства з додатковими робочими місцями, що сприяє підвищенню рівня зайнятості населення. Однак для отримання максимальної економічної віддачі при використанні рослинної біомаси необхідно забезпечити підвищення теплотворної здатності (питомої теплоти згорання) твердого біопалива та забезпечити зручність транспортування (подачі) до теплових установок (котлів), керованість процесом горіння. З цією метою проводять переробку рослинної біомаси шляхом гранулювання або брикетування, внаслідок отримують кінцевий продукт переробки відповідно паливні гранули або брикети. Розглянемо основні види продуктів переробки рослинної біомаси та їх основні технологічні характеристики [1]:

ГАЙДЕНКО О. М.
ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ,
ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

– паливні гранули – це спресовані частинки рослинного походження, що мають форму циліндрів максимального діаметра до 25 мм і завдовжки від 10 до 50 мм. Паливні гранули можуть бути виготовлені з деревини, торфу, трави, лушпиння, соломи, вугільного пилу і багатьох інших видів рослинної сировини, а також їх сумішей;

– паливні брикети – спресовані вироби циліндричної, прямокутної або будь-якої іншої форми, довжиною 100-300 мм, яка не повинна перевищувати в п'ять разів їх діаметр, який більший ніж 25 мм, та зазвичай становить в межах від 60 до 75 мм.

Паливні гранули мають значні переваги порівняно з традиційними видами палива, так для їх виробництва витрачається близько 3 % енергії, при цьому під час виробництва нафти ці енерговитрати становлять близько 10 %, а при виробництві електроенергії – 60 %, їх теплотворна здатність становить в межах від 4,5 до 5,0 кВт/кг, що в 1,5 раза більше ніж у звичайної деревини і вугілля. При спалюванні 2000 кг паливних гранул виділяється стільки ж теплової енергії, як і при спалюванні: 3200 кг деревини, 957 м³ газу, 1000 л дизельного палива, 1370 л мазуту. Горіння паливних гранул в топці котла відбувається більш ефективно – кількість залишків (золи) не перевищує між від 0,5 до 1,0 % від загального об'єму використаного палива. При спалюванні паливні гранули не впливають негативно на оточуюче середовище.

Розглянемо порівняльну характеристику різних видів палива та продуктів їх переробки за вмістом основних елементів (сірки, золи, вуглекислого газу) наведену в таблиці 1.

Завдяки перевагам біопалива, а також аналізуючи значення, наведені в таблиці 1 слід відмітити, що паливні гранули (брикети) мають високу конкурентоспроможність порівняно з іншими видами традиційного палива. Ціни на біопалива не залежать від стрибків цін на викопні види палива і на екологічні податки, що збільшуються.

Для одержання якісних паливних гранул, необхідно: використовувати якісне обладнання, чітко дотримуватись технології виробництва та використовувати якісну сировину, яка має відповідати наведеним основним вимогам:

– сировина не повинна бути старою (злежаною), тому що вона гірше гранулюється, і паливні гранули виходять з меншою енергетичною цінністю;

– не містити залишків ґрунту, каміння та інших неорганічних включень, так як отримаємо окрім погіршення якості вихідного продукту ще і вихід з ладу обладнання;

– вологість сировина перед пресуванням має бути в межах 12-14 %, тому що при більшій вологості паливні гранули виходять менш міцними, і залишкова вологість після охолодження може бути вище норми, у таких гранул менша енергетична цінність й, відповідно, ціна.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика різних видів палива [1]

Вид палива	Вологість матеріалу, %	Теплотворна здатність, МДж/кг	Вміст сірки, %	Вміст золи, %	Вміст вуглекислого газу, кг/ГДж
Природний газ, МДж/м ³	–	35-38	0	0	57
Камяне вугілля	–	15-25	1-3	10-35	60
Паливо для двигунів	–	42,5	0,2	1	78
Мазут	–	42	1,2	1,5	78
Гілки плодівих дерев	20	10,5	–	–	–
Виноградна лоза	20	14,2	–	–	–
Тріски дерев, опилки	40-45	10,5-12,0	0	2	0
Брикети з деревини	7-8	16,8-21,0	–	–	–

Гранули з деревини	9-10	17,5-19,5	0,1	1	0
Солома	20	10,5-12,5	–	–	–
Солома в тюках	14-17	14,2	–	–	–
Гранули з соломи	8-10	16,5-18,8	0,2	4	0
Брикети з соломи	6-10	15,4-21,0	–	–	–
Брикети з полови	–	16,7	–	–	–
Стебла соняшнику	20	12,5	–	–	–
Брикети з лузги соняшнику	6-8	21,0-21,8	–	–	–
Гранули з лузги соняшнику	6-8	18,5-20,0	–	–	–
Стебла кукурудзи	20	12,5	–	–	–
Брикети з качанів	–	18,0	–	–	–

Після виготовлення якість паливних гранул необхідно зберегти, з цією метою необхідно:

- виключити можливість попадання в них вологи;
- звести до мінімуму деформуючі навантаження.

Найкраще паливні гранули зберігати у закритих мішках. Зовнішній вигляд паливних гранул з високими показниками якості має бути:

- поверхня блискучою, гладкою, без тріщин і здуття;
- колір не повинен бути сірим;
- запах – легкий солодкуватий запах клею.

Стандарти на тверде біопаливо. Паливні гранули є стандартизованим видом біопалива, проте у різних країнах прийняті різні стандарти виробництва паливних гранул. Однак до теперішнього часу, ще не встановлено українського стандарту на паливні гранули, окрім проекту ДСТУ “Брикети та гранули паливні. Технічні умови. Частина 1. Брикети та гранули паливні з деревинної сировини”, розробленого в Національному університеті біоресурсів і природокористування України у 2011 р. [2].

Єдиного Європейського стандарту на паливні гранули поки не існує, тому нижче наводяться назви деяких існуючих національних стандартів:

- Австрія – ONORM M 7135 Austrian Association pellets (briquettes and pellets);
- Англія – The British BioGen Code of Practice for biofuel (pellets);
- Німеччина – DIN 51731 (briquettes and pellets);
- США – Standard Regulations & Standards for Pellets in the US: The PFI (pellet);
- Швейцарія – SN 166000 (briquettes and pellets);
- Швеція – SS 187 120 (pellets).

В таблиці 2 приводяться показники якості паливних гранул за вимогами сертифікатів країн Європи [2, 3].

Австрійський стандарт ONORM M 7135 класифікує паливні гранули за типом вихідної сировини: на гранули з деревини і на гранули з кори. Розміри в обох випадках такі: діаметр від 4 до 20 мм і довжина до 100 мм.

ГАЙДЕНКО О. М.
ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ,
ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

Таблиця 2. Показники якості паливних гранул за вимогами сертифікатів країн Європи [2, 3]

Параметр	DIN 51 731, ФРН	O-Norm M 7135, Австрія	DIN plus, ФРН	SS 187/120, Швеція	EN plus-A1	EN plus-A2	EN-B	Проект значень
Діаметр, мм	4-10	4-10	4-10	< 25	6 (±1)	6 (±1)	6 (±1)	4-10
Довжина, мм	< 50	< 5×d	< 5×d	< 5×d	3,15≤L≤40	3,15≤L≤40	3,15≤L≤40	3,15≤L≤40
Щільність, кг/дм ³	> 1,0-1,4	> 1,12	> 1,12	не має	не має	не має	не має	> 1,12-1,4
Вологість, %	< 12	< 10	< 10	< 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Насипна маса, кг/м ³	650	650	650	> 500	≥ 600	≥ 600	≥ 600	> 500
Брикетний пил, %	не має	< 2,3 %	< 2,3 %	не має	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Зольність, %	< 1,5	< 0,5	< 0,5	< 1,5	≤ 0,7	≤ 1,0	≤ 3,0	< 0,5
Теплота згорання, МДж/кг	17,5-19,5	> 18	> 18	> 16,9	≥ 16,5	≥ 16,5	≥ 16,0	> 18
Температура плавлення золи, °С	не має	не має	не має	не має	≥ 1200	≥ 1100	≥ 1100	≥ 1100
Вміст сірки, %	< 0,08	< 0,04	< 0,04	< 0,08	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	< 0,04
Вміст азоту, %	< 0,3	< 0,3	< 0,3	не має	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0	< 0,3
Вміст хлору, %	< 0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,03	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,03	< 0,02
Миш'як, мг/кг	< 0,8	не має	< 0,8	не має	≤ 1	≤ 1	≤ 1	< 0,8
Свинець, мг/кг	< 10	не має	< 10	не має	≤ 10	≤ 10	≤ 10	< 10
Хром, мг/кг	< 8	не має	< 8	не має	≤ 10	≤ 10	≤ 10	< 8
Мідь, мг/кг	< 5	не має	< 5	не має	≤ 10	≤ 10	≤ 10	< 5
Цинк, мг/кг	< 100	не має	< 100	не має	≤ 100	≤ 100	≤ 100	< 100
Ртуть, мг/кг	< 0,05	не має	< 0,05	не має	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	< 0,05
Кадмій, мг/кг	< 0,5	не має	< 0,5	не має	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	< 0,5
Нікель, мг/кг	не має	не має	не має	не має	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Закріплювач, %	не має	< 2	< 2	не має	не має	не має	не має	< 2

Примітка: "не має" – означає: відомості відсутні, значення не визначене або відсутня їх величина.

Відповідно до німецького стандарту DIN 51731 паливні гранули повинні мати діаметр в межах від 4 до 10 мм і довжину не більше 50 мм. В Європі до недавнього часу користувались німецьким стандартом DIN 51731, відповідно до якого паливні гранули мають довжину не більше 5 см, діаметр – від 4 до 10 мм, вологість не більше 12 %, вміст пилу не більше 0,5 % і т. д. Проте, у зв'язку з приходом на ринок низькосортних паливних гранул, виготовлених в основному за кордоном, з 2002 р. в Німеччині впровадили новий сертифікат DIN plus. Цей сертифікат об'єднав німецький і австрійський стандарти. Саме тому вітчизняні виробники орієнтуються на західноєвропейські стандарти. У Німеччині нормативи (вимоги якості) називаються DIN (Німецький промисловий стандарт).

Паливні гранули, згідно шведському стандарту (SS 187120) – це спресовані циліндри з максимальним діаметром 25 мм. Згідно з цим стандартом, паливні гранули діляться на три групи, починаючи з I-ої (гранули найвищої якості) і закінчуючи III-ї (промислові).

У США, наприклад, діє Standard Regulations & Standards for Pellets in the US: The PFI (pellet). Стандартом дозволено виробництво паливних гранул двох сортів: “Преміум” та “Стандарт”. Паливні гранули сорту “Преміум” повинні містити не більше 1 % золи, а сорту “Стандарт” не більше 3 %. “Преміум” може застосовуватися для опалення будь-яких будівель, а на сорт “Преміум” припадає близько 95 % виробництва паливних гранул в США. Сорт “Стандарт” містить більший обсяг кори або сільськогосподарських відходів. Стандарти визначають також щільність, розміри паливних гранул, вологість, вміст пилу та інших речовин. У США паливні гранули не можуть бути більше 1½ дюймів у довжину, діаметр гранул повинен бути в діапазоні від ¼ дюйма до 5 1/16 дюйма.

У Європі з 2010 р. запровадили новий стандарт EN plus для паливних гранул побутового призначення та EN-B для “індустріальних” паливних гранул, які використовуються в промислових підприємствах і комунальних котельнях. Ініціатором розробки нових стандартів виступила Німеччина. Введення окремого стандарту якості для побутових і промислових паливних гранул дозволить вести чіткий облік споживання і контролювати якість продукції.

Всі діючі стандарти до твердого біопалива регламентують такий параметр як зольність, на який основний вплив має наявність у вихідній сировині кори, гілок та інших включень.

Паливні гранули високої якості (білі та сірі) використовують для опалення житлових будинків шляхом спалювання в невеликих котлах, печах і камінах. Вони, як правило, бувають діаметром 6-8 мм і довжиною менше 50 мм. У Європі їх частіше пакують в мішки вагою від 16 до 20 кг.

Однак на даний час в Україні не існує стандартів на паливні гранули, тому більшість виробників орієнтуються на західноєвропейські стандарти, які відрізняються від країни до країни або винаходять свої ТУ. Крім того, існуючі західноєвропейські стандарти часом включають в себе не тільки стандарт на самі паливні гранули, а також стандарти на їх виробництво, зберігання і транспортування.

З метою створення конкурентоздатної енергетичної продукції вітчизняного виробництва та виходу на Європейський ринок необхідно запровадити виробництво твердого біопалива у відповідності до вимог тих країн, де дана продукція буде реалізовуватися. Однак, враховуючи діапазон зміни значень показників якості твердопаливної продукції, необхідно дотримуватись “найжорсткіших” вимог щодо зазначеної продукції, розроблених на основі сертифікатів країн Європи, тому в таблиці 5.2 розроблено та запропоновано до використання проект нормативних значень вимог до

ГАЙДЕНКО О. М.
ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ,
ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

твердопаливної продукції (паливних гранул), використання яких дозволить реалізовувати продукцію в будь-якій з країн Європи, так як вони враховують мінімальні нормативні значення діючих вимог до твердого біопалива.

Основні характеристики паливних гранул. Як уже зазначалось раніше, згідно вимог, паливні гранули – це пресовані циліндри з рослинної біомаси, діаметром до 25 мм, однак найбільшого поширення набули паливні гранули діаметром в межах від 6 до 10 мм. Паливні гранули, як і кожний кінцевий продукт виробничого процесу, має задані фізико-геометричні характеристики: діаметр, довжина, щільність, вологість, насипну масу, які визначаються параметрами устаткування по їх виробництву.

Набута циліндрична форма паливних гранул форма забезпечує їм сипкість і дозволяє використовувати всі відомі способи автоматизації в подаючих пристроях котельень. Саме завдяки цим геометричним характеристикам паливні гранули стали основним видом пресованого палива в Європі.

Якщо фізико-геометричні характеристики паливних гранул визначаються параметрами устаткування по їх виробництву, то хімічні – залежать від властивостей вихідної сировини. У процесі пресування не допускається використання сторонніх матеріалів, таких як клей і пластмаси.

Зазвичай паливні гранули біло-жовтого кольору виготовляються з відходів меблевого виробництва, паливні гранули з додаванням коричневих вкраплень виготовляють із сировини з додаванням кори, чорну – лушпиння соняшника, коричневі – лушпиння з гречки, жовті – соломи злакових культур та ін.(рис. 1).

Однак колір паливних гранул не є критерієм якості. За їх кольором можна визначити яка сировина використовувалася, як відбувався процес гранулювання і як паливні гранули зберігалися, але про якість самих паливних гранул колір скаже мало.

Ще однією характеристикою паливних гранул є кількість виділеної теплової енергії. Часто такий показник є основним при формуванні вартості на даний вид палива.

Паливні гранули завжди тонуть у воді, і хороші, і погані, так як щільність паливних гранул більше 1 кг/дм³. Не є критерієм оцінки запах паливних гранул, за винятком сторонніх запахів, що вказують на застосування хімічних сполучних або неправильного зберігання.



Рис. 1. Зразки паливних гранул в залежності від виду вихідної сировини: а – лушпиння гречки, б – солома зернових культур, в – деревна стружка, г – торф, д – лушпиння соняшника, ж – лушпиння рису

Провівши аналіз літературних джерел та критерії оцінки продукції твердопаливного виробництва було встановлено, що найбільш важливими параметрами, які характеризують, а отже і встановлюють параметри паливних гранул є [4]: габаритні розміри (діаметр та середня довжина), теплотворна здатність (теплота згорання), зольність, вміст вологи, питома щільність, насипна щільність, вміст хімічних елементів (хлор, азот, сірка та ін.), вміст інших компонентів та домішок. Розглянемо кожний параметр, яких характеризує тверде біопаливо, окремо:

Діаметр і середня довжина. Оскільки паливні брикети мають більш широке застосування і не вимагають спеціальних установок для їх спалювання (є альтернативою дровам), то відповідно їх діаметр і довжина залежать від вимог кінцевого споживача (довжина, як правило, приймається рівною п'ятикратному значенню діаметра).

Для паливних гранул прийняті жорсткіші вимоги до розмірів, ніж до паливних брикетів. Це пов'язано із застосуванням їх в паливних котлах з автоматизованою системою подачі (шнеками, транспортерами та ін.), а тому найбільш поширені є діаметри паливних гранул в межах від 6 до 8 мм.

Теплота згорання. Теплотою згорання біомаси називається кількість тепла, що виділяється при згоранні 1 кг речовини. Розрізняють вищу і нижчу теплоту згорання.

Вища теплота згорання – це кількість тепла, що виділилася при згоранні 1 кг біомаси при повній конденсації всіх пар води, що утворилися при горінні, з віддачею ними тепла, витраченого на їх випаровування (так званої прихованої теплоти пароутворення).

Нижча теплота згорання – кількість тепла, що виділилася при згоранні 1 кг біомаси, без обліку тепла, витраченого на випаровування вологи, що утворилася при згоранні цього палива [5].

Процес вимірювання теплоти згорання біопалива проводиться в так званій “калориметричній бомбі” в спеціалізованих лабораторіях. Теплоту згорання вимірюють зазвичай в МДж/кг або кДж/кг, причому за основу може бути прийнята маса вологого, сухого або сухого беззольного палива. Обумовлена більшістю стандартів теплота згорання паливних гранул становить в межах 18 ± 1 МДж/кг, в залежності від сировини з якого вони виготовлені [5].

Зола (зольність). Зольністю називають вміст мінеральних речовин у паливі, що залишаються після повного згорання всієї горючої маси. Зола є небажаною частиною палива, тому що знижує вміст горючих елементів і ускладнює експлуатацію топкових пристроїв. При проведенні аналізів вміст золи підраховується на суху масу палива.

Зміст золи в паливних гранулах складає, відповідно до стандарту європейських країн, менш 1,5 %. Слід зазначити, що при спалюванні в промислових установках з автоматичним золовидаленням, зольність паливних гранул не має великого значення.

Вміст вологи. Вологість біомаси – це кількісна характеристика, що показує вміст у біомасі вологи. Розрізняють абсолютну і відносну вологість біомаси.

Абсолютною вологістю називають відношення маси вологи до маси сухої сировини.

Відносної або робочою вологістю називають відношення маси вологи до маси вологої сировини.

Вологість впливає на теплотворність біопалива. Низький вміст вологи гарантує постійну ефективність спалювання.

ГАЙДЕНКО О. М.
ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ,
ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

Вологість суттєво впливає на якість паливних гранул, так при вологості сировини понад 14 % зменшується щільність гранул і внаслідок випаровування води в них виникають тріщини, що знижують їх міцність [2].

Питома щільність. Питома щільність якісних паливних гранул складає в межах від 1 до 1,4 кг/дм³, і змінюється в залежності від виду сировини, з якого виготовлено кінцевий продукт.

Насипна щільність. Насипна щільність – це співвідношення між вагою паливних гранул і кількістю займаного простору. При гранулюванні біомаси насипна щільність продукції збільшується з 100 до 650 кг/м³ [6-8].

Наприклад, якісні брикети мають насипну щільність не менше 650 кг/м³. Щільність є основним чинником, що визначає механічну міцність, водостійкість і калорійність паливних гранул. Чим щільніші паливні гранули, тим вище показники їх якості. Наприклад, при щільності гранул в межах від 650 до 750 кг/м³ калорійність їх становить від 12 до 14 МДж/кг, а при щільності від 1200 до 1300 кг/м³ – 25-31 МДж/кг [8, 9].

Хлор. Хлор є у деревині лише в невеликих кількостях. Низький вміст хлору свідчить про те, що брикети виготовлені з чистої сировини. Високий вміст хлору в димових газах може привести до корозії металевих поверхонь паливних систем.

Азот. Низький вміст азоту свідчить про те, що паливні брикети були зроблені з екологічно чистої сировини. Високий рівень азоту в димових газах може привести до корозії металевих поверхонь паливних систем.

Сірка. Низький вміст сірки свідчить про те, що паливні брикети були зроблені з чистої сировини. Високий рівень сірки в димових газах може привести до корозії паливного обладнання.

Добавки (домішки). Добавки використовуються в якості сполучних елементів. При використанні якісної технології та якісної сировини з досить низьким вмістом води, в пресоване паливо не додається жодних добавок.

Як зазначалось раніше, процес виробництва твердого біопалива, в т.ч. паливних гранул, потребує постійного та своєчасного контролю параметрів вихідної продукції. У виробничих умовах не завжди є можливим дотримання необхідних параметрів кінцевої продукції із-за ряду факторів: неоднорідність властивостей вхідної сировини, нестабільність процесу виробництва продукції та ін. Однак саме завдяки відповідності кінцевої продукції, в даному випадку паливних гранул, заданим параметрам якості і визначає їх вартість та кінцевого споживача.

У таблиці 3 розглянемо характеристики паливних гранул вітчизняного виробництва та відповідність їх нормативним значенням сертифікатів країн Європи [10].

На якість паливних гранул суттєво впливають вологість, ступінь подрібнення і фізико-хімічні властивості сировини. При вологості сировини понад 14 % зменшується щільність гранул і внаслідок випаровування води в гранулах виникають тріщини, що знижують їх міцність. Зі зменшенням середніх розмірів частинок біомаси до 2 мм [6, 11] якість паливних виробів зростає. Проте існує спірна думка, що дрібна біомаса сприяє зношуванню матриць [9].

Як свідчать результати виробничої перевірки, наведені в таблиці 3.3, у всіх наведених пробах вміст води не перевищує 10 %, що є чинником відсутності руйнування паливних гранул в процесі їх навантаження та транспортування.

Таблиця 3. Характеристика якості зразків твердопаливних виробництв України

Параметри	Паливні гранули деревні світлі	Паливні гранули з лушпиння соняшника	Паливні гранули з соломи
Відповідність стандарту	DIN 51731, DIN plus,	EN-B	EN-B
Мета використання	для побутових споживачів	для котелень (тепло- та електростанцій)	для котелень (тепло- та електростанцій)
Сировина	хвойні породи, дуб, бук, осика, тополя	лушпиння соняшника	солома пшениці, проса, гречки
Діаметр, мм	6; 8	6; 8	6; 8
Довжина, мм	< 50	10-50	10-50
Щільність, кг/дм ³	> 1,12	1-1,4	1-1,2
Вміст води, %	< 10	< 10	< 10
Зольність, %	0,33-0,9	< 2,6	< 8
Вміст сірки, %	< 0,04	< 0,01	відсутній
Теплота згорання, МДж/кг	> 18	17,9-19,9	15-19,8
Насипна щільність, кг/дм ³	0,65	0,6-0,64	0,585
Фасування	насіпом у вагонах-хопперах, біг-бегах (1 т), мішках по 15-35 кг		

Темні паливні гранули з великим вмістом кори чи інших домішок спалюють в котлах більшої потужності, з метою отримання тепла та електроенергії для населених пунктів та промислових підприємств. Темні паливні гранули можуть бути більшого діаметру.

За вмістом загальної сірки в товарній продукції вітчизняні виробники витримують вимоги (менше 0,04 %). Теплота згорання твердого біопалива також перевищує нормативні значення європейських стандартів на рівні не нижче 18 МДж/кг [6-8].

Нормована європейськими стандартами величина зольності (0,5 %) практично недосяжна для вітчизняних виробників, лише проби паливних гранул, виготовлені з опилок хвойних порід, дуба, бука, осики та ін. витримують вимоги стандартів DIN 51731 та DIN plus, та мають значення в межах від 0,33 до 0,9 %. Нажаль паливні гранули, виготовлені з лушпиння соняшника та соломи, мають понаднормові значення зольності, відповідно до 2,6 та до 8 %, що і знижує їх показники якості та використання для котелень (тепло- та електростанцій).

Елементи технології виробництва паливних гранул з рослинної біомаси сільськогосподарських культур. На основі аналітичного огляду літературних джерел [9, 12] та вивчення елементів технології виробництва твердого біопалива з соломи сільськогосподарських культур, було визначено основні технологічні операції по виробництві твердого біопалива (паливних гранул) з рослинної біомаси сільськогосподарських культур за наступною схемою: велике подрібнення, сушка, дрібне подрібнення, зволоження, пресування, охолодження, фасування. Розглянемо детально основні елементи технології виробництва твердого біопалива (паливних гранул):

– **велике подрібнення:** з метою подальшого використання (переробки) тюки або рулони соломи укладають на планчасті рухомі транспортери, та подають їх по мірі

ГАЙДЕНКО О. М.
ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ,
ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

завантаження до дробарки. Великі дробарки подрібнюють сировину для подальшого сушіння. Процес подрібнення має дійти до розмірів частинок не більше 10 мм. Велике подрібнення дозволяє швидко і якісно підготувати сировину для сушки та до подальшого подрібнення в дрібній дробарці.

– **сушка:** зазвичай соломі зберігають у вигляді тюків або рулонів на відкритих майданчиках, однак під дією атмосферного впливу початкові значення вологості соломи можуть змінюватися, що негативно впливатиме на процес її подрібнення. Відходи з вологістю більше 15 % погано пресуються особливо пресами з круглими матрицями. Крім цього, виготовлені паливні гранули з підвищеною вологістю не мають відповідних параметрів якості. Тому сировина перед пресуванням повинна мати вологість в межах від 8 до 12 %. Для отримання якісного продукту вологість повинна складати 10 ± 1 %.

Для доведення вологості сировини до нормативних значень використовують сушарки барабанного або стрічкового типу. Вибір типу сушарки визначається видом сировини, вимогами до якості продукції і джерелом одержуваної теплової енергії. В технологічному процесі виробництва твердого біопалива сушка є найбільш енергоємним процесом.

– **дрібне подрібнення:** згідно технологічних вимог для пресування сировина повинна поступати фракціями з розмірами частинок до 4 мм. Тому з використанням дробарок досягають подрібнення сировини до необхідних розмірів. Для якісного продукту насипна вага після подрібнення повинна складати $150 \text{ кг/м}^3 \pm 5$ %, а основний розмір часток не повинен перевищувати 1,5 мм.

В переважній більшості для подрібнення сировини використовують молоткові дробарки, так як вони найбільше відповідають вимогам процесу подрібнення соломистої маси сільськогосподарських культур.

– **зволоження:** сировина з вологістю менше 8 % погано піддається “склеюванню” під час пресування, а готова продукція (паливні гранули) в процесі подальшого механічного впливу (фасування, навантаження, транспортування та ін.) втрачає початкові габаритні розміри, подрібнюється та утворюються пилоподібні частини, що негативно впливає на її якість. Саме тому занадто суха сировина має бути зволожена до нормативних значень вологості необхідних для пресування. Для проведення зволоження сировини використовують установку дозування води. Для проведення процесу зволоження сировини використовують шнекові змішувачі, в яких вбудовані входи для подачі води або пари.

– **пресування:** процес пресування (гранулювання) здійснюватися на пресах різних конструкцій, з плоскою або циліндричною матрицею. При цьому діаметр матриці може бути більше метра, а потужність преса до 500 кВт, в залежності від заданої продуктивності обладнання. Так само на продуктивність преса в межах 20 % впливає розмір одержуваних паливних гранул. Паливні гранули діаметром до 6 мм виготовляють для приватного споживання, до 10 мм – для промислового.

Речовиною, що пов’язує подрібнений матеріал у паливних виробках, є лігнін – аморфний полімер, який виділяється під дією тиску і температури і міститься у клітинах біомаси [13-14].

Важливо витримувати пресовану сировину у формуючій порожнині під тиском протягом певного часу, щоб відбулася релаксація напруження, а також міцна плівка на поверхні паливних гранул. Найбільшої міцності набуває біомаса, що пресується при температурі понад 150 °С. Верхньою межею температури пресування є 250 °С, коли розпочинається реакція піролізу, тобто відбувається часткове розкладання біомаси [15, 16]. За даними компанії California Pellet Mill [6, 9] оптимальна температура

гранулювання має бути 88-102 °С, тому що забезпечується плавлення лігніну при 90 °С і відсутнє утворення водяної пари, що розриває паливні гранули.

– **охолодження:** процес охолодження готової продукції забезпечує отримання якісного кінцевого продукту. Під час охолодження паливні гранули, нагріті після пресування до 70–90 °С, втрачають зайву вологу. Після охолодження паливних гранул, з метою видалення пилоподібних частин сировини, їх просіюють, а утворений пил направляють на повторне гранулювання.

– **фасування:** після охолодження паливні гранули зберігаються в бункерах і транспортуються насипом. Однак для виключення втрати в якості рекомендується проводити їх фасування в великі мішки (Біг-Беги) місткістю 1000 кг. Для приватного споживання паливні гранули фасують у поліетиленові мішки місткістю 15-35 кг [12].

Слід відмітити, що в залежності від стану вхідної сировини, її технологічних параметрів та фізико-механічних властивостей, кількість технологічних операцій та послідовність їх виконання може бути змінена в будь-якому окремо взятому випадку.

Слід відмітити, що в залежності від стану вхідної сировини, її технологічних параметрів та фізико-механічних властивостей, кількість технологічних операцій та послідовність їх виконання може бути змінена в будь-якому окремо взятому випадку.

Висновки:

1. На основі результатів досліджень встановлено, що для отримання максимальної економічної ефективності, при використанні рослинної біомаси на енергетичні цілі, необхідно забезпечити підвищення питомої теплоти згоряння (теплотворної здатності) твердого біопалива та забезпечити зручність транспортування (подачі) до теплових установок (котлів), керованість процесом горіння. Для цього необхідно дотримуватися вимог технології виробництва продукції та використовувати якісну сировину, яка має відповідати встановленим основним вимогам по якості.

2. Паливні гранули є стандартизованим видом біопалива, проте у різних країнах прийняті різні стандарти виробництва паливних гранул. Враховуючи, що на даний час в Україні не існує стандартів на тверде біопаливо, більшість виробників орієнтуються на західноєвропейські стандарти, а тому з метою створення конкурентоздатної енергетичної продукції вітчизняного виробництва та виходу на Європейський ринок необхідно запровадити виробництво твердого біопалива у відповідності до вимог тих країн, де дана продукція буде реалізована.

3. На основі результатів аналітичних досліджень визначено основні технологічні операції по виробництві твердого біопалива (паливних гранул) з рослинної біомаси сільськогосподарських культур. Встановлено, що в залежності від стану вхідної сировини, її технологічних параметрів та фізико-механічних властивостей, кількість технологічних операцій та послідовність їх виконання може бути змінена в будь-якому конкретно взятому випадку. Встановлено, що процес виробництва твердого біопалива, в т.ч. паливних гранул, потребує постійного та своєчасного контролю параметрів вихідної продукції. В той же час на якість паливних гранул суттєво впливають вологість, ступінь подрібнення і фізико-хімічні властивості сировини, однак завдяки відповідності кінцевої продукції заданим параметрам якості і визначається їх вартість та нарядом використання.

ГАЙДЕНКО О. М.
ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ,
ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

Список літератури:

1. Свистунова І.В. Тверде біопаливо в тепло забезпеченні села / І.В. Свистунова, В.О. Глотова, А.В. Філатова // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету : технічні науки. – Вінниця : ВНАУ, 2011. – Вип. 7. – С. 119–122.
2. Єременко О.І. Аналіз стану та тенденції розвитку твердопаливних виробництв / О.І. Єременко, О.В. Паянок, Д.М. Усенко // Вісник Степу : наук. зб. : – Ювілейний випуск до 100-річчя установи. – Кіровоград : “КОД”, 2012. – Ювілейний вип. 9. Ч. 2. – С. 234–240.
3. Пелети-стандарти. Режим доступу: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/1574>
4. Пелети-характеристики. Джерело інформації: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/1572>
5. Джерело інформації: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1149984>
6. Севастьянова С.Н. Биоэнергетика. Древесные (топливные) гранулы / С.Н. Севастьянова // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2009. – № 10. – С. 133-138.
7. Дроздник И.Д. Топливные пеллеты и брикеты: ресурсы, нормативная база / И.Д. Дроздник, Д.В. Мирошниченко // Відновлювальна енергетика. – 2009. – № 4. – С. 64-69.
8. Сарана В.В. Багатокритеріальна оцінка сучасного обладнання для виготовлення паливних гранул і брикетів з відходів переробки сільськогосподарських культур та деревини / В.В. Сарана, М.М. Гудзенко, С.М. Кухарець // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика. – К.: НУБіП України, 2010. – Вип. 144, ч. 3. – С. 190-198.
9. Перспективи ведучих компаній з розробок технологій та обладнання для виробництва твердого біопалива [Електронний ресурс]. Режим доступу до журн.: <http://fuelalternative.com.ua>; <http://www.pelletsgold.com/>; <http://www.bioresurs.com.ua/>; <http://www.evrobriket.ru>; www.elo.ru; www.presmash.if.ua; www.briketmal.kiev.ua; www.tk-ines.ru; www.ivtech.de; www.eco-en.ru; www.jasko.ru; www.weima.com.ua; <http://www.npk-attek.ru>; www.alligno.ru; www.generator-tepla.ru; www.ecodrevprom.ru; www.pellets.narod.ru; www.briket-ruf.ru/briket.html; www.ekko.com.ua; <http://www.gama-pardubice.cz>; <http://www.testmer.com.pl>; <http://www.lesintech.ru>; www.forwood.spb.ru; www.technogelion.ru; www.ecology-energy.ru; www.dozator.com.ua
10. Пелети за типами. Джерело інформації: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/1576/>
11. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография / М.В. Гомонай. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 68 с.
12. Пелети. Режим доступу: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/1967>
13. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло та ін. – К.: Енергетика і електрифікація, 2004. – 256 с.
14. Альтернативна енергетика: Навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / [М.Д. Мельничук, В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко та ін.] – К.: Аграр Медіа Груп, 2011. – 612 с.
15. Короткий словник-довідник найуживаніших термінів з екології, біотехнології та біоенергетики / [Д.О. Мельничук, М.Д. Мельничук, В.А. Гайченко та ін.] // За ред. Д.О. Мельничука. – К.: НУБіП України, 2009. – 310 с.
16. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / [Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк та ін.] – К.: Аграр Медіа Груп, 2010. – 360 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ:
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ И
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

Гайденко О. Н.,
ученый секретарь Кировоградской ГСХОС НААН, к. т. н., с. н. с.

Изучено основные технологические требования к твердому биотопливу (топливных гранул), в соответствии с требованиями сертификатов стран Европы, свойства его компонентов и технология производства при использовании растительной биомассы сельскохозяйственных культур (соломи).

Ключевые слова: твердое биотопливо, топливные гранулы, солома, растительная биомасса, технология производства.

ГАЛАТА Д.А., ІКАЛЬЧИК М.І.
УПРАВЛІННЯ РЕСУРСОСПОЖИВАННЯМ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯМ
В ТВАРИННИЦТВІ

УДК 631.312

Галата Д.А.,
студент 3-го курсу факультет механізації с.г.,
Ікальчик М.І.,
кандидат технічних наук, доцент,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

УПРАВЛІННЯ РЕСУРСОСПОЖИВАННЯМ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯМ В
ТВАРИННИЦТВІ

У даній статті розглянуті методи енергозбереження у кормовиробництві, ефективність приведених методів, а також застосування прогресивних технологій в основі мінімізації сукупних витрат енергії.

Енергозбереження, кормовиробництво, технології, витрати, енергія.

Постановка проблеми. Тваринництво та кормовиробництво - основні споживачі рідкого палива та електроенергії в сільському господарстві. Виробництво продуктів тваринного походження на сільськогосподарських роботах пов'язані з перетворенням енергії.

Енергію, необхідну для процесів життєдіяльності, росту й виробництва продукції тваринництва одержують із корму. Значна кількість одержуваної організмом енергії йде на засвоєння й обмін поживних речовин на клітинному рівні. Тому лише невелика частина спочатку спожитої енергії є „корисною”, тобто переходить в енергію кінцевого продукту.

Ефективність ведення тваринництва значною мірою визначається кормозабезпеченістю худоби і птиці. Найвища продуктивність сільськогосподарських тварин досягається при оптимальному забезпеченні кормами.

Аналіз останніх досліджень. На даний час витрати кормів на одиницю продукції тваринництва в Україні у 1,5...2 рази перевищують середній рівень розвинених країн. Одна з причин такого становища - незбалансованість поголів'я худоби і кормової бази.

Мета досліджень. Домогтися покращення якісних показників енергозбереження за рахунок правильного використання „корисної” енергії.

Результати досліджень. З кормів, виготовлених із 1000 т зеленої маси для переважного використання у стійловий період, найменших витрат сукупної енергії потребують пресоване сіно, сінаж і брикети, найбільших - трав'яне борошно (див. табл. № 1).

Таблиця 1. Енерговитрати на заготівлю розсипного сіна

Енерговитрати	Від %	До %
скошування злакових і бобових трав	9,9	13,8
перевертання	4,1	4,4
згрібання у валки	6,0	6,4
складання копиць	10,3	10,7
навантаження кіп	24,1	26,0
транспортування	24,0	26,0
скиртування	16,7	17,8
оборювання скирти	0,5	06

Витрати палива на виробництво 1 т сіна становлять 10 кг, а на 1 га - до 50 кг.

Основним напрямом зменшення енергоємності виробництва продуктів тваринництва є мінімізація сукупних витрат енергії на основі використання прогресивних технологій.

Вдосконалення традиційної технології виробництва молока шляхом використання резервів енергозбереження дає змогу зменшити її питому енергоємність на 37...55%. Це дозволяє підвищити біоенергетичний коефіцієнт молока до 11...15% (див. рис. № 1).

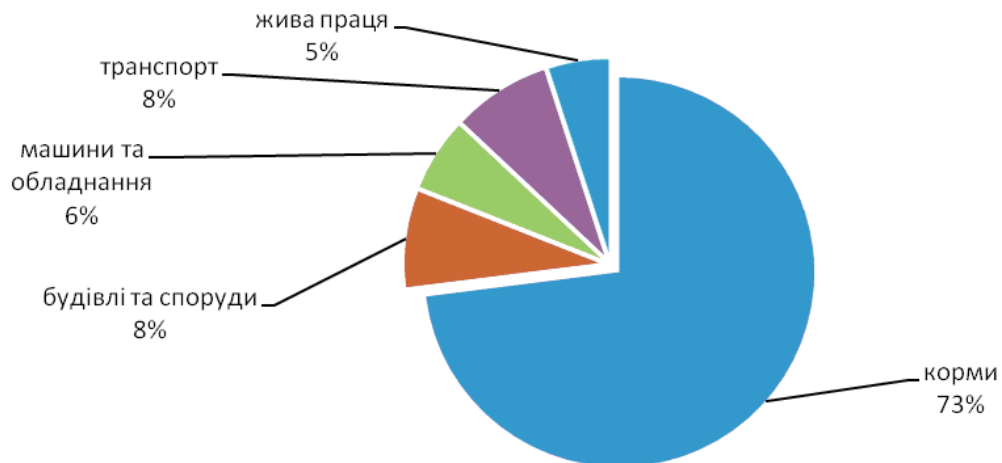


Рис. 1. Структура повної енергоємності утримання корів у традиційних і комплексно-механізованих фермах

У сукупному енергетичному балансі виробництва молока прямі витрати енергії становлять 12%, решта - непрямі витрати, що включають 29 % енерговитрат на мінеральне удобрення кормових культур, 44,0% - на концентровані корми 40%, 39% - на сушіння, 18% - на транспортування, 6% - на подрібнення та пресування), 2 % - на виготовлення трав'яного борошна, 1,5% - на зберігання кормів, 4% - на техніку й обладнання, 5,7% - на тепло та освітлення у приміщеннях, 1,8% - на службові потреби.

У сукупній енергоємності виробництва молока питома вага кормів становить 60,4...61,4%; енергії приміщень, засобів механізації, паливно-мастильних матеріалів і електроенергії - 10,0...11,2%, теплової енергії - 22,2...22,5%.

Система вентиляції, яка використовується в тваринництві, має суттєві недоліки. Так, у структурі питомих витрат електричної енергії на утримання корови найбільшу питому вагу має електропривод вентиляторів (до 46,3%).

На виконання первинної обробки молока та нагрівання води використовується відповідно 30,7 та 20,8%, а на освітлення - 20,2% від всій електроенергії, що витрачається на молочних фермах.

Підвищення рівня автоматизації тепловентиляційного обладнання; оптимізація управління цим обладнанням забезпечує зменшення енерговитрат на створення оптимальних параметрів мікроклімату.

Із метою зменшення енергоємності мікроклімату на фермах слід мати теплоутилізатори.

На фермі на 100 корів заощаджується протягом року 145 тис. кВт. год енергії. Капітальні вкладення окупаються за 2...3 роки.

Використання тепла молока, одержаного від 70 дійних корів, дозволяє щоденно нагрівати 200 л води до температури 55°C. Середньорічні витрати електроенергії на фермі знижуються на 100 тис. кВт-год.

Зважаючи на те, що у технологічних лініях використовуються машини з різними параметрами продуктивності, питомі енерговитрати кормоцехів на багатьох фермах вищі за нормативні.

Суттєво зменшити питомі енерговитрати можна шляхом оптимального вибору комплексу обладнання кормоцеху, дотримання нормативів дозування

Оцінювання технологій виробництва молока і м'яса за біоенергетичними показниками свідчить, що основні витрати енергії, пов'язані з використанням паливо-мастильних матеріалів, припадають на роздавання. Використання для цієї мети мобільних кормороздавачів з електроприводом замість двигунів внутрішнього згоряння знижує енергоємність процесу майже у 8 разів.

Для зниження загальної енергоємності виробництва продуктів тваринництва необхідно розробляти більш ефективні електромобільні системи транспортування й роздачі кормів, обладнані надійними індивідуальними джерелами електроенергії (типу акумуляторних батарей).

В середньому 1 кВт-год. електроенергії, використаної на виробничі процеси у тваринництві, заощаджує 15 люд. - год. трудовитрат.

Застосування електроенергії при доїнні корів, стрижці овець заощаджує - 50% робочої сили, на водопостачанні тваринницьких ферм - 70%, на силосуванні кормів - 60

Основний напрямок заощадження електроенергії - це її високопродуктивне витрачання шляхом погодження потужності електрообладнання з необхідними потребами.

В умовах енергетичної кризи варто змінити підходи до розміщення поголів'я, зважаючи на економічну доцільність енергозбереження.

Важливим резервом зниження енергоємності виробництва молока при прив'язному утриманні корів є перехід на доїння в доїльних залах. Витрати праці на разове доїння корів на установках УДТ-8, УДЕ-8А та УДА-16А зменшуються в 2...3 рази (див. рис. № 2).

Висновки. Отже показником витрат енергії на 1 центнер приросту молодяку великої рогатої худоби за ефективністю є технологія безприв'язного утримання на глибокій підстилці, потім - з використаннями комбібоксів і прив'язного утримання. При цьому найбільше заощаджується паливно-мастильні матеріали та електроенергія. А для зменшення енергоємності кормових раціонів доцільно збільшити частки об'ємних кормів (силосу, сіна, зеленої маси), заготівля сіна шляхом активного вентилявання, силосування кормів з попереднім прив'ялюванням зеленої маси у полі, а приготування збалансованих кормосумішок у кормоцехах без теплової обробки тощо.

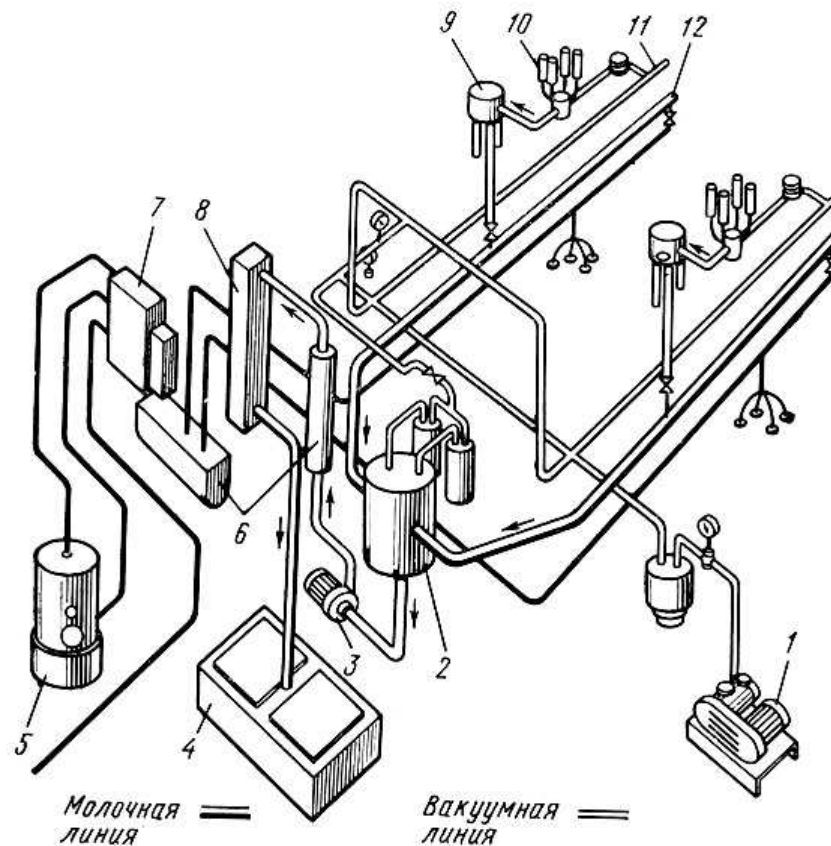


Рис. 2. Схема доїльних установок УДЕ-8 'Ялинка' і УДТ-6 'Тандем'

1 - вакуумний насос УВУ-60/45, 2 - Молокоприймач, 3 - молочний насос НМУ-6, 4 - молочний танк, 5 - бойлер для приготування гарячої води, 6 - молочний фільтр, 7 - система автоматичного промивання, 8 - пластинчастий охолоджувач, 9 - лічильник УЗМ-1, 10 - доїльний апарат ДА-2М, 11 - вакуумний трубопровід, 12 - молокопровід

Список літератури

1. Ревенко І.І., „Механізація виробництва продукції тваринництва”, Київ „Урожай” 1994 р., 264 с.
2. Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І., Манько В.М., Чос М.М., „Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств”, Київ „Урожай” 1999 р., 200 с.
3. Ревенко І.І., Манько В.М., Кравчук В.І., „Машиновикористання у тваринництві”, Київ „Урожай” 1999 р., 208 с.
4. Корчемний М. та інші. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. - Тернопіль: 2001 - 657 с.

АННОТАЦІЯ

**УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСОПОТРЕБЛЕНИЯ И РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕНИЯ В
СКОТОВОДСТВЕ**

Д.А. Галата студент 3-го курса факультет механизации с.х.,

Н.И. ИКАЛЬЧИК кандидат технических наук, доцент, ОП НУБиП Украины
«Нежинский агротехнический институт»

В данной статье рассмотрены методы энергосбережения в кормопроизводстве, эффективность приведенных методов, а также применение прогрессивных технологий в основе минимизации совокупных затрат энергии.

Энергосбережение, кормопроизводство, технологии, затраты, энергия.

ANNOTATION

MANAGEMENT RESOURCE USE AND RESOURCE CONSERVATION IN CATTLE

DA Galatians student of 3rd year Faculty of mechanization SH,

**MI IKALCHYK Ph.D., Associate Professor, NUBiP of Ukraine «Nijinsky
Agrotechnical Institute»**

This article describes methods for energy savings in feed production, the efficiency of the following methods, and the use of advanced technologies by minimizing the total energy consumption.

Energy conservation, forage production, technology, cost, energy.

УДК 631.355.072/1

Грищенко О.В., студентка групи П 6,
науковий керівник – к.т.н. **О.В. Бондаренко**
Миколаївський національний аграрний університет

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ

Проведено ґрунтовний аналіз технологічного забезпечення збирання врожаю кукурудзи. Проаналізовано завантаженість кукурудозбиральної техніки, визначені негативні наслідки її збільшення.

Проведено обстоятельный анализ технологического обеспечения уборки урожая кукурузы. Проанализирована загруженность кукурузоуборочной техники, определены негативные последствия ее увеличения.

Нині кукурудза займає одне з провідних місць у світовому виробництві сільськогосподарських культур. Найбільший обсяг виробництва - у США (близько 40 % світового обсягу виробництва кукурудзи та понад 60 % світового обсягу експорту). Доволі швидко в світі зростає врожай кукурудзи. Так у 2012 році показники врожайності в США та країнах ЄС вже перевищували 85 ц/га [4]. В Україні показники врожайності на превеликий жаль більш як удвічі нижчі, не дивлячись, що наша країна, особливо райони півдня України, за своїми кліматичними умовами, як і американський кукурудзяний регіон, вельмисприятлива для виробництва кукурудзи.

Визначення необхідної кількості збиральних машин і їх складу на основі аналізу витрат коштів на придбання техніки та збитків від несвоєчасного збору врожаю запропоновано у роботах [1, 3]. Розраховуючи, що оптимальні строки збирання кукурудзи на зерно не повинні перевищувати 7 днів (перебільшення веде до неминучих значних втрат), розрахункова кількість необхідної Україні кукурудозбиральної техніки складає 16,5 тис. штук. Однак у приведених розрахунках зовсім не приділено уваги можливим простоям машин пов'язаними з технічними обслуговуваннями та запланованими діагностичними заходами.

За даними Держкомстату України в 2012 році посівна площа кукурудзи на зерно становила 2,6 млн. га, а валовий збір зерна склав – 12,5 млн. т, при середній врожайності 50 ц/га [2]. Але посівні площі, як і врожайність кукурудзи за багаторічними даними досить нестабільні.

Протягом 1991-2012 років має місце різке не поновлюване скорочення кукурудозбиральної техніки від 15287 в 1991 році до 2857 одиниць в 2012 році (рис. 1). Дефіцит у кукурудозбиральних комбайнах призводить до подовжування строків збирання і як наслідок, до погіршення якості та кількості валового збору. Окрім того, це є фактором стримування нарощування обсягів виробництва зерна кукурудзи у відповідності до загальноукраїнської та загальносвітової тенденцій.

Нерівномірним є і розподіл кукурудозбиральної техніки у розрізі регіонів країни. Насамперед варто відзначити, що наявність кукурудозбиральних комбайнів в більшості регіонів за останні роки не відповідає розміщенню виробництва кукурудзи, деякі області мають в своєму розпорядженні від 5 до 12 одиниць збиральної техніки. За даними Держкомстату в 2012 році в середньому в державі одним кукурудозбиральним комбайном збиралось близько 1000 га посівних площ, в Миколаївській області - 365 га, АР Крим - понад 600 га, в Волинській та Львівській областях понад 1350 га (для порівняння у 1990 році цей показник складав всього 80 га). В середньому сезонне

ГРИЩЕНКО О.В., БОНДАРЕНКО О.В.
АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ
КУКУРУДЗИ

навантаження одного кукурудзозбирального комбайна перевищує встановлену норму в 5 - 7 разів (нормативний показник для комбайнів складає 130 га, для кукурудзяних приставок 150 га). А не повна забезпеченість технікою в період збирання врожаю приводить до розтягування строків, а значить і до додаткових суттєвих витрат врожаю.

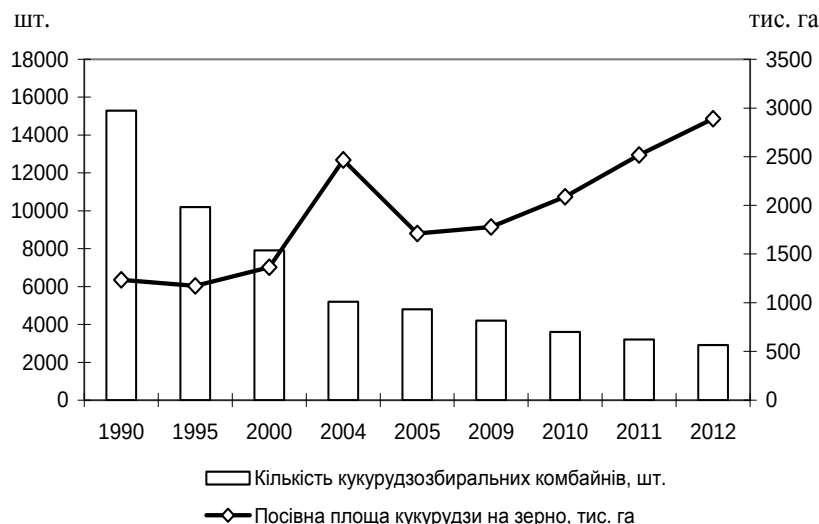


Рис. 1. Відношення кількості кукурудзозбиральної техніки до посівних площ кукурудзи

Якщо проводити міжнародні порівняння, то показник кількості кукурудзозбиральних машин в Україні у розрахунку на 1000 га посівних площ у 7 - 10 разів менше, ніж у розвинених країнах. Задіяний парк кукурудзозбиральної техніки в державі практично в шість разів менший від технологічної потреби.

В умовах нестачі власної збиральної техніки аграрні підприємства вимушені йти шляхом її залучення. На сьогоднішній день існує ряд підприємств, які спеціалізуються на відповідних послугах. Але залучення послуг обслуговуючих підприємств надто дороге та в кінцевому рахунку суттєво впливає на собівартість продукції. Наприклад (вартість послуг за цінами 2012 року) перегін трактора здійснюється за розцінками, грн/км: на паливі замовника - 3,60; на паливі виконавця - 10,60. Вартість однієї мотогодини роботи трактора на паливі замовника складає в середньому 500 грн., збирання кукурудзи комбайном – 520 грн., приставкою 480 грн. Як бачимо, такий напрямок не дозволяє сільськогосподарським підприємствам, яким не вистачає фінансових ресурсів на придбання кошовної техніки, отримувати прибуток.

В цій ситуації аграрії вимушені купувати закордонну збиральну техніку на вторинному ринку. Нині локальний ринок кукурудзозбиральної техніки представлений чотирма основними субринками: вітчизняна нова техніка – 15 %, нова техніка іноземного виробництва (країни далекого зарубіжжя) – 5 %, нова техніка виробництва країн СНД (переважно Росія) – 10 %, техніка іноземного виробництва, що була у використанні - 70 %.

В умовах нестачі необхідних обсягів фінансових ресурсів аграрним підприємствам потрібно шукати шляхи раціонального використання техніки і на цій основі зменшення її потреби. Результати досліджень показують, що на попередньому етапі доцільно використовувати техніку на міжгосподарській основі та створювати обслуговуючі підприємства технічного забезпечення, а подальшому слід приділяти особливу увагу

розробці нової вітчизняної збиральної техніки на основі уніфікації та забезпечення високої надійності агрегатів і вузлів, як основи створення конкурентоздатної техніки. Таки заходи будуть сприяти зростанню рентабельності аграрного виробництва, а також відродженню аграрного сектора України.

Список літератури

1. Погорілий Л.В. Зернозбиральна техніка: проблеми, альтернативи, прогноз / Л.В. Погорілий, С.М. Коваль // Техніка АПК. — 2003. — № 7. — С. 4—7.
2. Статистичний щорічник України за 2008 рік. Державний комітет статистики України / За ред. О.Г. Осауленка. — К. : Консультант, 2012. — 576 с.
3. Farm Production Expenditure. 2008 Summari. August, 2012. United States Department of Agriculture. National Agriculture Statistics Servise. — 175 p.
4. Key World Energy Statistics. 2012. — International Energy Agency, 2012. 257 p.

ANALYSIS OF THE MODERN STATE OF THE MECHANIZED CLEANING UP OF CORN

O.V. Grishchenko, O.V. Bondarenko

The detailed analysis of the technological providing of harvesting corn is conducted. The work-load of corn-harvester technique is analysed, the negative consequences of its increase are certain.

УДК 631.331.53

Дейнека С.М.,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОВИСІВУ НАСІННЯ

Постановка проблеми. Україна знаходиться на шляху до вступу в Європейський Союз з відповідним відкриттям нових ринків. Наша держава має достатню кількість родючих земель (60% території), які не використовуються з максимальною вигодою. Експорт овочів має великий потенціал, тому що вітчизняна продукція є конкурентнішою за ціною. Але покупці з європейських країн бажають купувати екологічно чисту продукцію, яка буде відповідним чином сертифікована. Це займе певний час, який наші господарства повинні використати на удосконалення технологій вирощування овочів.

У технологічному процесі вирощування овочевих культур сівба займає провідне місце. Способи сівби, що застосовуються тепер, мало відповідають умовам нормального розвитку рослин. Велика різниця між польовою і лабораторною схожістю веде до перевитрат посівного матеріалу, до зрідженості посівів, нерівномірності появи сходів, до зниження врожайності.

Це завдання сівби вирішується за допомогою такого способу висіву, що ґрунтується на висіві насіння разом з водою або водним розчином, тобто, гідравлічного висіву насіння.

Засобом реалізації гідравлічного висіву є сівалка гідравлічна.

Мета. У статті розглянуто процес гідровисіву пророщеного насіння овочевих культур та теоретично досліджено механізм гідравлічних і аеродинамічних закономірностей фізичних явищ в процесі висіву пророщеного насіння овочевих культур. Наведено зв'язок між параметрами, що впливають на процес гідровисіву. Для наближення польової схожості до лабораторної, забезпечення появи дружніх сходів, прискорення їх появи, скорочення посівних норм запропоновано нову технологію сівби – висів пророщеного насіння.

Обґрунтування отриманих результатів. В основу конструкцій сівалок гідравлічних і висівних апаратів покладений принцип об'ємного дозування суспензії, яка складається із рідини і рівномірно розподіленого в ній насіння. Дозуючий пристрій, як правило, представляє собою поршневий насос або клапанні системи, які забезпечують порційну подачу суспензії по трубопроводах безпосередньо в ґрунт. В деяких конструкціях гідравлічних апаратів рідина застосовується тільки для транспортування насіння в ґрунт. Дозування насіння і рідини здійснюється роздільно, а змішування їх проводиться в ізольованій гідроемульсійній камері, звідки під тиском приготівлена суспензія по спеціальному патрубку потрапляє в ґрунт.

Першими застосовували гідровисів у 60-х роках англійці. Здійснивши ряд експериментів, вони створили сівалку, де у в'язкому середовищі (посівний гель) насіння рівномірно розподілялось, не опускаючись на дно. Сівалка такої конструкції була створена фірмою "Флуїд Дріллінг" (Великобританія) для теплиць.

Проте ця сівалка має суттєві недоліки, пов'язані з використанням коштовних посівних гелів для подачі насіння. Крім того, гель довго не зберігається. До нього не можна домішувати звичайні мінеральні добрива або засоби захисту рослин. Подача посівної суміші здійснюється поршневими насосами, що не виключає травмування пророщеного насіння.

Автори В.Ф. Пашенко та інші [1] запропонували спосіб внесення насіння в ґрунт та пристрій для його реалізації, який транспортує насіння до сошника потоком рідини під тиском від гідронасоса.

Недолік – неспроможність пристрою висівати пророщене насіння.

Відомий також гідравлічний висівний апарат авторів М.Ф. Ольховського та С.В. Халімоненка [2-4], який включає цистерну з розміщеною в ній мішалкою, яка має вихідний отвір, обладнаний запірним пристроєм, встановленим в розподільній камері; регульовальну систему, яка встановлена в прямих кронштейнах з можливістю вертикального переміщення підпружиненої ємкості.

Недоліки сіялки – нестійкий регулюючий вплив на водонасінневу суміш. Цей висівний апарат незадовільно працює у відкритому ґрунті.

Проведений патентний пошук, огляд літературних джерел дозволив також виявити інші розробки гідросівалок. Проте, запропоновані конструкції через їх недосконалість не знайшли впровадження у виробництво через нерівномірність висіву та можливість травмування паростків.

Виходячи з аналізу недоліків та переваг існуючих конструкцій висівальних апаратів гідросівалок розробляється конструкція гідровисівального апарату для посіву пророщеного насіння овочевих культур.

Звернемо увагу на процес змішування гідронасінневої суміші та визначення основних параметрів, що зменшують ймовірність травмування паростків пророщеного насіння.

Для досягнення достатньої інтенсивності перемішування швидкість газу в отворах перфорованого днища не повинна бути менше величини ω_0 , що відповідає початку режиму рівномірної роботи

$$\omega_0 = a \sqrt{\frac{g \cdot \rho_{ж}}{\zeta \cdot \rho_g} l}, \quad \text{м/с} \quad (1)$$

де a – коефіцієнт, що дорівнює 0,67 для сітчастих тарілок барботажних абсорберів;

g – прискорення сили тяжіння, м/с^2 ;

ζ – коефіцієнт опору;

$\rho_{ж}$ і ρ_g – щільність рідини та газу, кг/м^3 ;

l – висота шару рідини над днищем, м .

Гідравлічний опір Δp змішувальної камери складається з опору Δp_1 перфорованого днища, опору Δp_2 стовпа рідини на днищі, що відповідає глибині барботажу, та опору Δp_3 , обумовленого поверхневим натягом рідини.

Таким чином

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 \quad (2)$$

Опір перфорованого днища

$$\Delta p_1 = \zeta \frac{\rho_g \omega_0^2}{2}, \quad \text{Н/м}^2 \quad (3)$$

де ρ_g – щільність газу, кг/м^3 ;

ζ – коефіцієнт опору, що має наступні значення

$\varphi = 0,07-0,1 \dots \dots \dots 1,82$

$\varphi = 0,15-0,2 \dots \dots \dots 1,45$

φ – живий перетин отворів (відношення їх сумарної площини на днищі до площини поперечного перетину колони).

Опір стовпа рідини на днищі

$$\Delta p_2 = 1,3 g k \rho_{ж} (h_n + \Delta h), \text{ Н / м}^2 \quad (4)$$

де g – прискорення сили тяжіння, м / с^2 ;

k – відношення щільності піни до щільності чистої рідини (при розрахунках приймають $k=0,5$);

$\rho_{ж}$ – щільність рідини, кг / м^3 ;

Δh – висота рівня рідини над зливним порогом (уловлювачем), м ;

h_n – висота зливного порога (уловлювача), м ;

Величина Δh визначається з урахуванням щільності піни

$$\Delta h = \left(\frac{V_{ж}}{1,85 \Pi k} \right)^{2/3}, \text{ м} \quad (5)$$

де $V_{ж}$ – об'ємна витрата рідини, $\text{м}^3 / \text{с}$;

Π – периметр уловлювача, м .

Опір, обумовлений силами поверхневого натягу

$$\Delta p = \frac{4\sigma}{d}, \text{ Н / м}^2 \quad (6)$$

де σ – поверхневий натяг, Н / м ;

d – діаметр отвору перфорації, м .

Під час перемішування водонасінневої суміші, щоб виключити травмування проростків, повинна виконуватись умова

$$F_{yo} < F_g \quad (7)$$

де F_{yo} – сила удару газового пухирця об пророщене насіння, Н ;

F_g – зусилля відриву проростка від насіння, Н .

Так як ударні сили занадто великі і за час удару змінюються в значних межах, то в якості міри взаємодії тіл розглядають не самі ударні сили, а їх імпульси.

$$S_{yo} = \int_0^{\tau} F_{yo} dt = F_{yo}^{cp} \tau, \text{ кг} \cdot \text{м / с} \quad (8)$$

В подальшому будемо розглядати швидкість на початку удару v , та в кінці удару u . Тоді запишемо теорему про зміну кількості руху точки при ударі

$$m(u-v) = \sum S_k \quad (9)$$

Для визначення швидкостей на початку удару розглянемо осідання пророщеного насіння в рідині та спливання газового пухирця.

В початковий момент часу швидкість осідання насіння $v=0$. використаємо рівняння руху у вигляді

$$m \frac{dv}{dt} = G - F, \quad (10)$$

де m – маса пророщеного насіння з урахуванням приєднаної маси рідини;

$\frac{dv}{dt}$ – прискорення руху насіння;

G – вага насіння з врахуванням впливу архімедової сили;

F – сила лобового опору.

Швидкість рівномірного осідання тіла в рідині визначимо з рівняння (10), в якому для ділянки рівномірного руху $\frac{dv}{dt} = 0$

Вага насіння з урахуванням впливу архімедової сили

$$G = (\rho_n - \rho_p)g \frac{\pi d^3}{6}, \text{ Н} \quad (11)$$

де ρ_n і ρ_p – відповідно щільність насіння та рідини, кг/м^3 ;

d – діаметр насіння, м.

Сила лобового опору визначиться у вигляді

$$F = c_x \frac{\pi d^2}{4} \rho_p \frac{v_0^2}{2}, \quad (12)$$

де v_0 – швидкість рівномірного руху насіння.

Прирівнявши праві частини рівнянь (11) і (12) та розв'язуючи отримане рівняння відносно швидкості, отримаємо:

$$u_0 = \sqrt{\frac{3}{4} \frac{gd(\rho_n - \rho_p)}{\rho_p c_x}} \quad (13)$$

Розв'язання задачі спливання газового пухирця в рідині

Ця задача вирішується при наступних припущеннях:

- 1) газовий пухирець сферичний;
- 2) рідина в'язка, нерухома, безгранична;
- 3) враховується теплообмін між фазами;
- 4) інерція рідини, що оточує пухирець;
- 5) змінність коефіцієнта опору пухирця;
- 6) залежність теплофізичних властивостей газу від температури.

Система основних рівнянь даної задачі представлена наступним чином:

Рівняння руху пухирця

$$\frac{3\rho_{жс}}{8R} C_x v_z^2 + \frac{3\rho_{жс}\mu_{11}}{R} v_z \frac{dR}{dt} + \rho_{жс}\mu_{11} \frac{dv_z}{dt} + \frac{\partial P_{жс}}{\partial x} + \rho_z \frac{dv_z}{dt} = 0 \quad (14)$$

де $\rho_{жс}$ і ρ_z – щільність рідини та газу, кг/м^3 ;

R – радіус пухирця, м;

C_x – коефіцієнт опору;

v_z – швидкість спливання пухирця, м/с;

μ_{11} – коефіцієнт приєднаної маси.

Рівняння радіальної деформації пухирця

$$R \frac{d^2 R}{dt^2} + \frac{3}{2} \left(\frac{dR}{dt} \right)^2 + \frac{4\mu_{жс}}{\rho_{жс} R} = \frac{1}{\rho_{жс}} (P_{жс}^{sp} - P_{жс}^{\infty}); \quad (15)$$

де $P_{жс}^{sp}$ і $P_{жс}^{\infty}$ – тиск рідини відповідно на межах пухирця і на нескінченності;

$\mu_{жс}$ – коефіцієнт динамічної в'язкості рідини.

Рівняння енергії газу

$$-\beta_T (T_z - T_{жс}^{\infty}) 4\pi R^2 = C_v \frac{d}{dt} \left[g \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_z (T_z + K^0) \right] + P_z A \frac{d}{dt} \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \right) \quad (16)$$

де β_T – коефіцієнт теплового розширення;

T_z і $T_{жс}^{\infty}$ – відповідно температура газу в пухирці і температура рідини в нескінченності, $^{\circ}\text{C}$;

C_v – питома теплоємність при постійному об'ємі.

Рівняння стану газу

$$P_z = g B_z \rho_z (T_z + K^0) \quad (17)$$

де B_z – газова постійна.

Рівняння збереження маси газу в пухирці

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho_z = \frac{4}{3}\pi R_0^3 \rho_{z0} = \text{const}; \quad (18)$$

де R_0 і ρ_{z0} – відповідно початкові (при $t=0$) значення радіуса пухирця і щільності газу.

Рівняння Лапласа

$$P_z = P_{\text{жс}} + \frac{2\sigma_{\text{жс}}}{R}, \quad (19)$$

де $\sigma_{\text{жс}}$ – коефіцієнт поверхневого на тяжіння рідини.

Рівняння розподілення тиску та температури рідини на нескінченності від пухирця

$$P_{\text{жс}}^{\infty} = P_h + g\rho_{\text{жс}}(h-x), \quad (20)$$

$$T_{\text{жс}}^{\infty} = T_{\text{жс}0} + \frac{T_h - T_{\text{жс}0}}{h}x + bx(h-x) + cx(h^2 - x^2), \quad (21)$$

де $\frac{dv_z}{dt} = v_z \frac{dv_z}{dx}$; $\frac{dR}{dt} = v_z \frac{dR}{dx}$; $\frac{d^2R}{dt^2} = v_z \frac{dv_z}{dx} \frac{dR}{dx} + v_z^2 \frac{d^2R}{dx^2}$.

h – глибина з якої спливає пухирець газу;

b і c – довільні постійні, що задають профіль температури відповідно висоти h

P_h і T_h – тиск і температура рідини на поверхні ($x=h$);

t – час;

x – координата ($0 \leq x \leq h$).

Для чисельного вирішення задачі про спливання газового пухирця у в'язкій рідині систему рівнянь (14) – (21) слід привести до зручного для інтегрування виду

$$\frac{dv_z}{dx} = - \left\{ \frac{3\rho_{\text{жс}} C_v v_z^2}{8R_0} + \frac{3\rho_{\text{жс}} \mu_{11} v_z \theta}{R} - g\rho_{\text{жс}} \right\} / \left\{ v_z \left[\rho_{\text{жс}} \mu_{11} + \frac{P_z}{gB_z(T_z + K^0)} \right] \right\}; \quad (21)$$

$$\frac{dT_z}{dx} = - \left\{ \frac{\lambda_{\text{жс}}(T_z - T_{\text{жс}}^{\infty})}{2R} \left[1.3 \left(\frac{\mu_{\text{жс}} C_{\text{жс}} g}{\lambda_{\text{жс}}} \right)^{0.15} + 0.66 \left(\frac{2v_z R \rho_{\text{жс}}}{\mu_{\text{жс}}} \right)^{0.5} \left(\frac{\mu_{\text{жс}} C_{\text{жс}} g}{\mu_{\text{жс}}} \right)^{0.31} \right] + P_z A v_z \theta \right\} / \left\{ \frac{P_z C_v R v_z}{3B_z(T_z + K^0)} \right\}$$

$$\frac{d\theta}{dx} = \left\{ \frac{1}{\rho_{\text{жс}}} \left[P_z - \frac{2\sigma_{\text{жс}}}{R} - P_h - g(h-x) \right] - \left(R v_z \frac{dv_z}{dx} + \frac{4\mu_{\text{жс}} v_z}{R \rho_{\text{жс}}} \right) \theta - \frac{3}{2} (v_z \theta)^2 \right\} / R v_z^2 \quad (23)$$

$$\frac{dR}{dx} = \theta \quad (24)$$

$$\frac{dT_{\text{жс}}^{\infty}}{dx} = \frac{T_h - T_{\text{жс}0}}{h} + b(h-2x) + C(h^2 - 3x^2); \quad (25)$$

$$P_z = \left(\frac{R_0}{R} \right)^3 \frac{P_{z0}(T_z + K^0)}{(T_{z0} + K^0)} \quad (26)$$

Чисельне рішення системи звичайних диференціальних рівнянь (21) – (26) було отримане по неявній схемі (метод Ейлера – Коші) з використанням ірраціонального процесу:

$$\bar{y}_k^s = \bar{y}_{k-1} + \frac{\tau_k}{2} \left[\bar{f}(x, \bar{y}_{k-1}) + \bar{f}(x, \bar{y}_k^{s-1}) \right], \quad (27)$$

де $\bar{y}$ – вектор невідомих;

s – номер ітерації;

τ_k – крок інтегрування;

$\bar{f}$ – вектор правих частин (21) – (26) .

Висновки. Під час аналізу літературних джерел та конструктивних рішень гідросівалок з гідровисівальними апаратами у вигляді поршневих або шестерінчастих насосів встановлено, що вони не в змозі висівати пророщене насіння без травмування паростків, що не виключає і використання лопатевих мішалок. Також великою проблемою є підтримування рівномірного висіву для конструкцій з використанням самопливного способу виливу гідро насінневої суміші.

На основі вивчення технології процесу гідровисіву та перемішування водонасінневої суміші встановлений аналітичний зв'язок між параметрами змішувальної камери та тиском повітря витрати гідросуміші в залежності від вихідного отвору та швидкості руху агрегату.

Список літератури

1. А.с. № 8740 Україна, МКИ4 А 01 С 7/04. Спосіб внесення насіння в ґрунт та пристрій та пристрій для його здійснення / В.Ф. Пашенко та інші / Україна /. - №3886596/SU; Заявл. 21.02.85; Опубл. 30.09.96. Бюл. №3 “Промислова власність”. 1996. – с. 3.1.11.
2. А.с. № 13999А Україна, МКИ5 А 01 С 7/00. Гідравлічний висівальний апарат./ М.Ф. Ольховський та інші /Україна/. - №93111494; Заявл.03.05.93. Опубл.25.04.97. Бюл. №3 “Промислова власність”. 1996.
3. Ольховський М.Ф. Заполін В.М. Гідравлічна сівалка // Матеріали науково – технічної конференції / Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві. Тез.докл. – К:Глеваха, 1997. – 108 с.
4. Ольховський М.Ф., Вітанов А.Д. Гидравлическому высеву достойное место в овощеводстве Украины // Овощеводство и бахчеводство. – 2001. – Вып. 45. –с. 283.
5. Витанов А.Д., Зеленин Ю.Д. Способ повышения продуктивности огурца. // Овощеводство и бахчеводство. – 2001. – Вып. 46. – с. 283.
6. Ольховский Н.Ф., Витанов А.Д. Гидравлический высев овощных культур в ресурсосберегающих технологиях // Информационный листок ХАРПНТЭИ. – Харьков . – 2001. - №3.

УДК 631.372

Кириченко О.М., аспірант,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України

ВІБРОАКУСТИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ НАСОСІВ

В роботі розглянуто особливості віброакустичного діагностування, спрямованого на виявлення й ідентифікацію несправностей підшипникових вузлів аксіально-плунжерних насосів. Наведені особливості застосування та виділено переваги і недоліки даних методів.

Вібрація, підшипник кочення, спектр сигналу, амплітудні сплески, модулюючий сигнал, гармонічні коливання

Підшипники кочення є найпоширенішим елементом конструкції будь-якого роторного механізму й у той же час найбільш вразливим елементом [1]. Підшипники кочення здійснюють просторову фіксацію валу, тому сприймають частину статичних і динамічних зусиль, що виникають під час роботи насосу. Вібродіагностика підшипників кочення є наочною ілюстрацією того, як можна діагностувати один і той самі вузол різними методами, що ґрунтуються на різних вібраційних процесах, які генеруються дефектами цього вузла [1, 2]. Найпростішою і найдешевшою технологією вібродіагностики є періодичний контроль інтенсивності вібрації аксіально-плунжерного насосу, найпростішими переносними віброметрами. При цьому діагностичними ознаками дефектів є рівень інтенсивності вібрації. Труднощі діагностування при цьому полягають у тому, що не існує надійних ознак для ідентифікації конкретних дефектів, окрім того, у ряді випадків при істотному зростанні деякої діагностичної інформативної гармоніки вібрації загальний рівень інтенсивності вібрації може змінюватися несуттєво. У той же час за рівнем вібрації та зростанням її в часі у більшості випадків можна досить надійно кваліфікувати стан підшипників, які можуть бути як справним, так і несправним [3].

Мета дослідження. Розглянути задачі та особливості методів аналізу вібродіагностичних сигналів, спрямованих на виявлення й ідентифікацію несправностей підшипникових вузлів аксіально-плунжерних насосів, а також виділити переваги та недоліки методів, що розглядаються.

Результати досліджень. Для оцінки технічного стану аксіально-плунжерних насосів використовуються такі методи аналізу сигналів [4]: метод прямого спектра, метод спектра обвідної та метод ударних імпульсів.

Нижче коротко викладено фізичний зміст отримання вібродіагностичних параметрів кожним із зазначених методів.

Метод прямого спектра.

Якщо встановити акселерометр поблизу зовнішнього кільця (на корпусній деталі яка має безпосередній контакт із підшипником) справного, добре змазаного підшипника і подивитися на отриманий сигнал на осцилографі, ми побачимо стаціонарний двополярний сигнал шумового характеру, симетричний щодо тимчасової осі, як це приблизно показано на рис. 1, а.

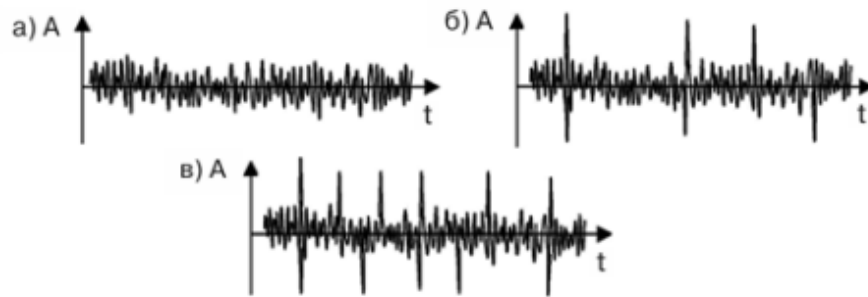


Рис. 1. Вигляд часового сигналу вібрації підшипника кочення

Сигнали вібрації підшипника, що показані на рис.1 аналізуємо з точки зору періодичності появи амплітудних сплесків. Саме на цьому і базується метод прямого спектра (рис. 2). Вібраційний сигнал аналізується вузькосмуговим спектроаналізатором, і за частотним складом спектра можна ідентифікувати виникнення і розвиток дефектів підшипників кочення. Амплітудні сплески у вібросигналі впливають не хаотично, а з цілком певною періодичністю або частотою. Причому дефекту на кожному з елементів підшипника (тіла кочення, доріжки, сепаратора) відповідають свої частоти, які однозначно прораховуються залежно від кінематики підшипника та швидкості його обертання. Наявність тієї або іншої дискретної складової у спектрі сигналу говорить про виникнення відповідного дефекту підшипника, а амплітуда цієї складової — про глибину дефекту [3].

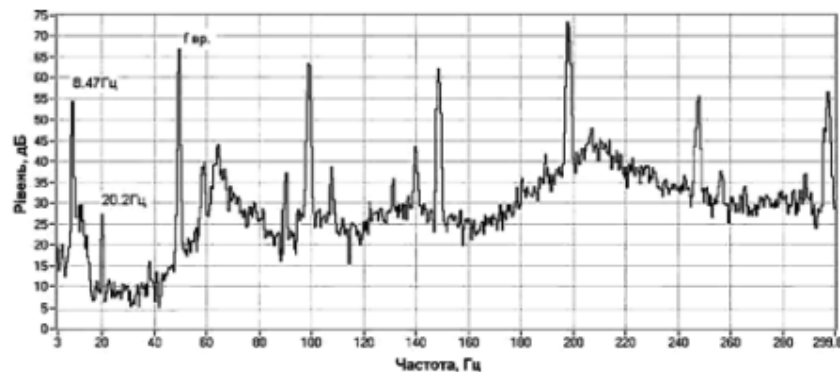


Рис. 2 Прямий спектр вібрації

Очевидно, що основних переваг у методу дві:

- достатньо висока завадозахищеність (малоймовірна наявність у насосі джерел, що створюють вібрації на тих саме частотах, що й дефекти підшипника);
- висока інформативність методу за рахунок можливості одержати диференційовану оцінку стану підшипника окремо за кожним його кінематичним вузлом, оскільки вони генерують різні частотні ряди у спектрі.

Недоліків, на жаль, теж, як мінімум, два:

- метод дорогий, будь-який найпростіший вузькосмуговий спектроаналізатор коштує значно дорожче найсучаснішого вібрметра;
 - метод малочутливий до слабких дефектів, а також до таких, що зароджуються.
- Це пов'язане із тим, що підшипник є дуже малопотужним джерелом вібрації [4].

Незважаючи на ці недоліки, метод використовується досить широко і дає помітні результати.

Метод спектра обвідної.

Вихідний вібросигнал залишається той самий, тому повернемося ще раз до рис. 1. Звернемо увагу на те, що високочастотна, шумова частина сигналу змінює свою амплітуду в часі, тобто вона модулюється якимось більш низькочастотним сигналом. Виявляється, що саме у цьому модулюючому сигналі міститься й інформація про стан підшипника. Виділення й оброблення цієї інформації і становлять основу цього методу. Експериментально було встановлено, що найкращі результати цей метод дає у тому випадку, якщо аналізувати модуляцію не широкосмугового сигналу, який ми отримуємо від акселерометра, а попередньо здійснити смугову фільтрацію вібросигналу в діапазоні приблизно 6–10 кГц й аналізувати модуляцію цього сигналу. Для цього відфільтрований сигнал детектується, тобто виділяється модулюючий сигнал (або ще його називають «обвідна сигналу»), що подається на вузькосмуговий спектроаналізатор, і ми отримуємо спектр модулюючого сигналу, або спектр обвідної [4], що, в свою чергу, дало назву цьому методу. Описана послідовність обробки сигналу представлена для наочності на рис. 3.

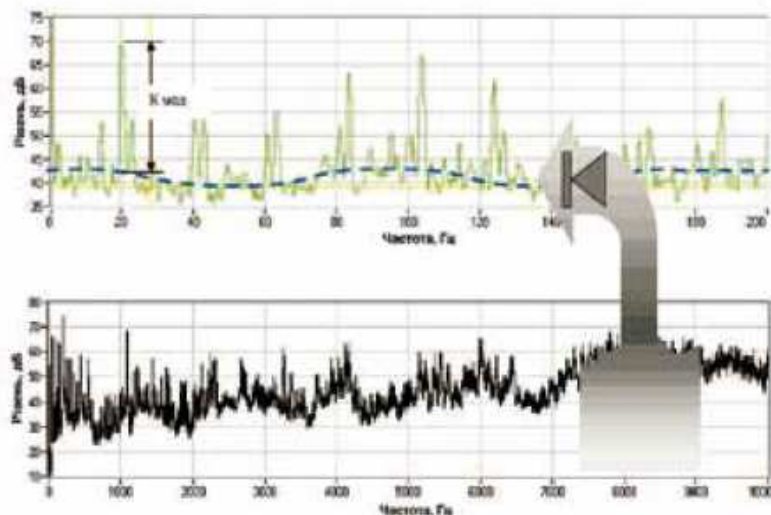


Рис. 3. Обробка сигналу за методом обвідної

Видно, що обробка сигналу є досить складною, але сам результат вартий того. Справа в тому, що, як уже зазначалося раніше, невеликі дефекти підшипника не можуть викликати помітні вібрації в області низьких і середніх частот, що генеруються підшипником. У той же час для модуляції високочастотних вібраційних шумів енергії виникаючих ударів виявляється цілком достатньо, тобто цей метод має дуже високу чутливість.

Переваги даного методу — висока чутливість, інформативність і захищеність від завад.

Основний недолік — висока вартість і складність реалізації. Як правило, алгоритм обробки й аналізу реалізується з використанням комп'ютерної техніки.

Метод ударних імпульсів.

Звернемося ще раз до рис. 1, правда, цього разу для того, щоб сказати, що не все, що пов'язане з дефектами підшипника, ми можемо побачити на цьому

рисунку. Там показані вібросигнали з типового акселерометра, що працює в діапазоні від часток Гц до 10–20 кГц. Але підшипник, що працює, генерує і більш високочастотні вібраційні процеси, які є предметом нашого розгляду.

Співударяння дефектів підшипника спричиняє виникнення високочастотних коливань, які швидко згасають і поширюються від підшипника по корпусу насоса у вигляді хвиль аналогічно тому, як поширюється звук у повітрі [2]. Технологію обробки сигналів показано на рис. 4. Спостережний процес є аналогічним тому, як відгукується на удари камертон: якби по ньому не вдарити — він все одно дзенькає на своїй власній частоті. Так і підшипникові вузли від зіткнення дефектів «дзенькають» на своїй частоті. Частота ця зазвичай лежить у діапазоні 28–32 кГц. І на відміну від камертона, ці коливання дуже швидко згасають, тому на відповідних осцилограмах, які ми отримуємо, вони виглядають практично як імпульси, що і дало назву методу — метод ударних імпульсів [1].

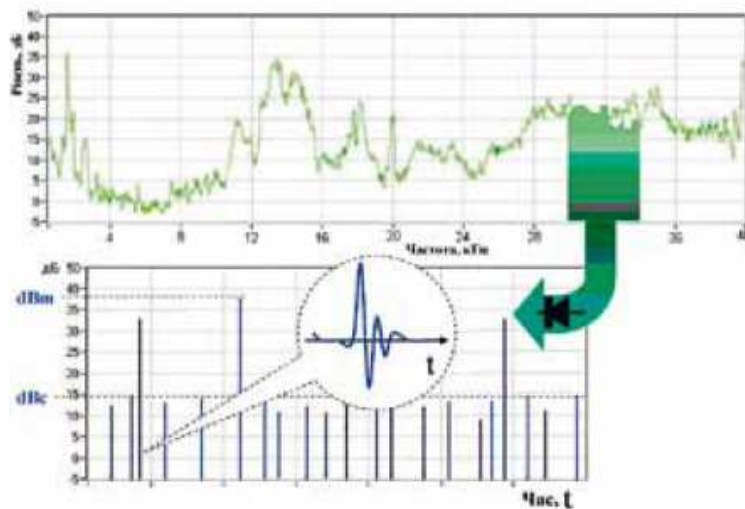


Рис. 4. Обробка сигналу за методом ударних імпульсів

Амплітуди ударних імпульсів однозначно пов'язані зі швидкістю співударяння дефектів і глибиною дефектів. Результати вимірювань дуже легко пронормувати за швидкістю співударяння, знаючи геометрію підшипника і його оберти. Таким чином, за амплітудами ударних імпульсів можна вірогідно діагностувати наявність і глибину дефектів. При цьому граничні значення, що характеризують той чи інший стан підшипника, виявляються абсолютно універсальними, тобто ніяк не залежать від типу й обертів підшипника.

Метод простий і дешевий у реалізації, має високу чутливість і дуже широко використовується як у середовищі професіоналів, так і для ТОР буксових вузлів вагонів, оскільки існують прості портативні прилади, що працюють за цим методом.

Для використання методу існує одне обмеження, пов'язане з конструктивним виконанням механізму. Оскільки мова йде про вимірювання ультразвукових хвиль коливань, які дуже сильно згасають на границях роз'ємних з'єднань, для коректних вимірювань необхідно, щоб між зовнішнім кільцем підшипника і місцем розташування датчика існував суцільний масив металу. У більшості випадків це не викликає проблем.

Висновок

Складний характер зареєстрованої вібрації аксіально-плунжерних насосів із потребує залучення сучасних методів обробки вібраційних сигналів для усунення завад та виділення корисного сигналу. Вкрай важливим завданням, розв'язання якого дозволяє вчасно виявляти поломку та підвищувати надійність, є проведення ґрунтовних досліджень з метою інтерпретації та класифікації отриманих дискретних частотних складових на спектрах вібрації, що ототожнюються з технічним станом підшипників качення аксіально-плунжерних насосів.

Список літератури

1. Барков А. В. Диагностика и прогноз состояния подшипников качения по сигналу вибрации [Текст] / А. В. Барков // Судостроение. — 1985. — 254 с/
2. Кравченко В. М. Технічне діагностування механічного обладнання [Текст]: підруч. / В. М. Кравченко, В. А. Сидоров, В. Я. Седуш. — Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2007. — 447 с.
3. Явленский К. Н. Вибродиагностика и прогнозирование качества механических систем [Текст]: учеб. / К. Н. Явленский, А. К. Явленский; — Л.: Машиностроение, 1983. — 239 с.
4. Барков А. В. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации [Текст]: учеб. / А. В. Барков, Н. А. Баркова; СЗУЦ. — СПб.: СПбГМТУ, 2004. — 156 с.
5. Барков А.В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации / Н.А. Баркова, А.Ю. Азовцев; – СПб.: Изд. Центр СПбГМТУ, 2000. – 160 с.

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ПОДШИПНИКОВ АКСИАЛЬНО-ПЛУНЖЕРНЫХ НАСОСОВ

В работе рассмотрены особенности методов анализа виброакустических сигналов, для выявления и идентификации неисправностей подшипниковых узлов аксиально-плунжерных насосов. Приведены особенности применения и выделены преимущества и недостатки данных методов.

Вибрация, подшипник качения, спектр сигнала, амплитудные всплески, модулирующий сигнал, гармонические колебания

METHODS OF ANALYSIS VIBRO-ACOUSTIC SIGNALS IN DIAGNOSING BEARING AXIAL-PLUNGER PUMPS

This paper describes the features of vibroacoustic signal analysis techniques for fault detection and identification of the bearing assemblies axial-plunger pumps. Shows features of the application and highlighted the advantages and disadvantages of these methods.

Vibration, rolling bearing, the spectrum of the signal amplitude bursts, modulating signal, the harmonic oscillation

УДК 621.354

Кириченко О.М., аспірант,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України

**ПРИЧИНИ ВІДМОВ ТА ЗНИЖЕННЯ РЕСУРСУ ГСТ-90 ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ
КОМБАЙНІВ ДОН-1500Б**

В даній роботі виконано дослідження причин відказів агрегатів і вузлів об'ємних гідроприводів трансмісії зернозбиральних комбайнів та проведено аналіз параметрів, які впливають на їх ресурс.

Гідрооб'ємний привод, напрацювання до відмови, качаючий вузол, робоча рідина, гідроабразивне спрацювання, робочий тиск

Ефективність роботи мобільних сільськогосподарських машин багато у чому визначається рівнем їх технічної готовності. Технічний рівень зернозбиральних комбайнів характеризується, перш за все, продуктивністю, надійністю та коефіцієнтом технічної готовності. Чим вища надійність машини, менша трудомісткість їх технічного обслуговування та підготовка до використання, тим менше потрібно техніки, обслуговуючого персоналу і тим вища продуктивність робіт при отриманні сільськогосподарської продукції.

Об'ємний гідропривод являє собою одну із основних складових, характеризуючих функціональні можливості та надійність машин. Гідрооб'ємні трансмісії сьогодні широко застосовуються в машинобудуванні і є невід'ємною складовою частиною сучасних мобільних сільськогосподарських машин. Перш за все це найбільш просте перетворення крутного моменту первинного джерела механічної енергії (двигуна внутрішнього згоряння) і передача енергії на відстань до гідродвигуна.

Мета і завдання дослідження. Дослідження причин відказів агрегатів і вузлів об'ємних гідроприводів трансмісії зернозбиральних комбайнів та аналіз структурних параметрів, які впливають на їх ресурс під час експлуатації, з подальшим врахуванням їх при розробці методів діагностування.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження 198 комбайнів «Дон-1500Б» 2001 року випуску, що експлуатувалися в гарантійний період (~ 500 мото-годин) Балыковым М.М. показали, що в перший рік експлуатації, в середньому, виникли 363 відмови, з яких 102 припало на агрегати гідросистеми, в тому числі 22 відмови на агрегати гідрооб'ємної трансмісії, тобто напрацювання до відмови нових ГСТ-90 значно менше встановленого виробником нормативу (1500 мото-годин)[12].

П.Т. Мельянцов, Є.В. Калганков, О.І. Кириленко провели дослідження функціональної залежності між станом робочої рідини та технічним станом агрегатів гідрооб'ємних трансмісій. Глибокий аналіз стану спряжень качаючих вузлів гідронасоса та гідромотору, на які припадає найбільша кількість відказів (70 %), підтвердив, що найчастіше саме деталі качаючих вузлів втрачають свою роботоздатність через гідроабразивний знос [3].

Результати досліджень. Незважаючи на те, що за конструкцією, технологією виготовлення із високим класом точності і чистотою поверхонь а також застосування якісних матеріалів агрегати ГСТ вважаються надійними, але в умовах експлуатації все ж таки виникають їх відмови, пов'язані з втратою їх працездатності. У роботах, які розглядають їх надійність [1, 2], відзначається, що на частку відказів гідроприводу

КИРИЧЕНКО О.М.
ПРИЧИНИ ВІДМОВ ТА ЗНИЖЕННЯ РЕСУРСУ ГСТ-90
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ДОН-1500Б

припадає близько 30 % від усіх відказів, які виникають в умовах експлуатації. До основних причин, що їх обумовили, належать:

- порушення технології виготовлення деталей та збирання вузлів;
- неправильна експлуатація гідроб'ємних трансмісій та несвоєчасне проведення технічних обслуговувань;
- експлуатація гідроагрегатів на робочій рідині, яка не відповідає технічним вимогам.

Детальний аналіз наведених причин показує, що перші дві здебільшого обумовлюють раптову відмову працездатності трансмісії, а третя характеризується поступовою зміною структурних параметрів, які в свою чергу перебувають у тісному взаємозв'язку з вихідними (функціональними) параметрами гідравлічних агрегатів, і обумовлюють відказ в залежності від напруження [3].

При дослідженні причин, що призводять до відмови в залежності від виробітку об'ємного гідроприводу, то їх розділяють на три групи: конструкційні, виробничі та експлуатаційні (рис. 1) [4].

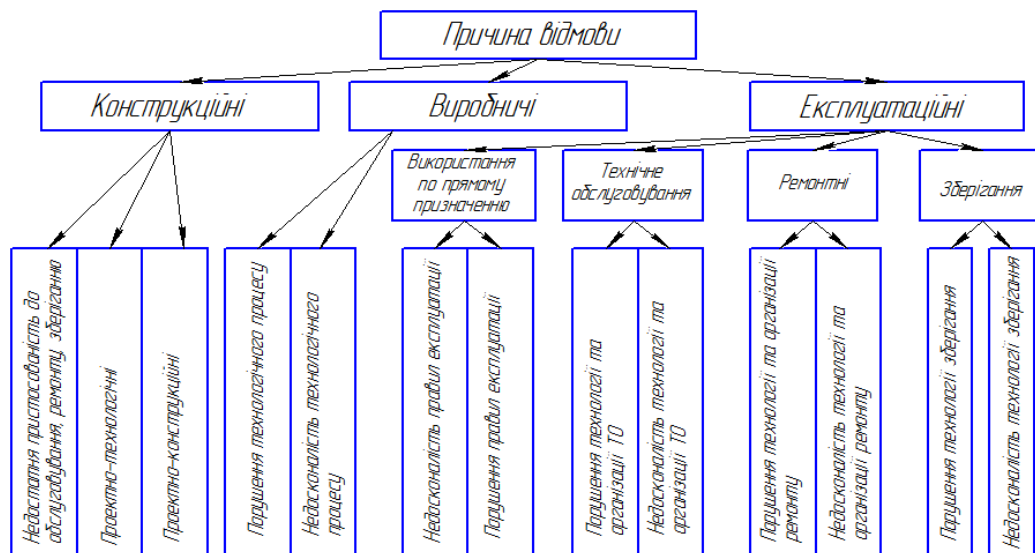


Рис. 1. Класифікація причин відмов

Конструкційні відмови (20% від загальної кількості) обумовлені, в основному, наявністю «слабких» місць у конструкції виробу, а саме властивості матеріалу, з яких виготовленні деталі та точність їх виготовлення.

Виробничі відмови (50%) викликаються порушенням вимог конструкторської документації, технології виготовлення, застосуванням некондиційних матеріалів і комплектуючих елементів, недостатнім контролем якості в процесі виробництва.

Експлуатаційні відмови (30%) є наслідком порушень умов роботи, на які розрахований даний привод, не дотримання регламентованих в технічній документації правил експлуатації, низькою кваліфікацією обслуговуючого персоналу, природного старіння і спрацювання.

Проаналізувавши наукові роботи в яких досліджувалась надійність [6,7,8,9,10] та провівши власні дослідження ГСТ зернозбиральних комбайнів в господарствах Чернігівської області зроблено висновок, що найбільший вплив на довговічність та

безвідмовність гідроагрегатів трансмісії під час експлуатації мають: якість робочої рідини, режим роботи та характер навантажень.



Рис. 2. Вигляд можливого спрацювання поршня та підп'ятника

В роботі Камчугова М.В. [5] описано результати проведеного ним дослідження 30 комплектів ГСТ-90, з метою визначення причин відмов деталей та спряжень, що визначають ресурс гідрооб'ємної трансмісії. За результатами мікрометражних досліджень та детальної дефектації деталей зроблений висновок, що відмова від наробітку гідроприводу пов'язані тільки із спрацюванням розподільних дисків: сталевого і латунного. Виходячи із цього автор твердить, що працездатність гідроагрегатів можна відновити тільки заміною цих деталей. Наші дослідження підтверджують дане твердження але є й ще інші причини, які ведуть до зменшення об'ємного ККД гідротрансмісії

Працюючи в складних умовах, а саме під дією тиску до 35 МПа, вплив абразивних частинок в робочій рідині, продуктів зношення в самих сполученнях і якості робочої рідини деталі вузлів піддаються гідромеханічному зносу, ці часточки внаслідок різальної дії призводять до утворення на поверхнях подряпин, рисок і зміни геометрії деталей. Все це призводить до погіршення їх роботи та втрати працездатності.



Рис. 3. Зовнішній вигляд дефектного сталевго розподільника

Підвищення робочого тиску викликає негативний вплив забруднень рідини на надійність гідроагрегатів. Зв'язок між підвищенням робочого тиску в системі і допустимої забрудненістю робочої рідини може бути представлена у вигляді[11]:

$$\frac{P_1}{P_2} = e^{0,0037 \ln \frac{N_2}{N_1}}, \quad (1)$$

де P_1 і P_2 – відповідно робочий тиск в системі до і після забруднення;

КИРИЧЕНКО О.М.
ПРИЧИНИ ВІДМОВ ТА ЗНИЖЕННЯ РЕСУРСУ ГСТ-90
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ДОН-1500Б

N_1 і N_2 – відповідно кількість частинок забруднень даного розміру до і після забруднення.

Висновок. Дослідження надійності та довговічності роботи гідрооб'ємних трансмісій зернозбиральних комбайнів показують, що не менше 60% експлуатаційних відмов прямо чи непрямо пов'язано із забрудненням робочих рідин або її якості чи невідповідності.

Для зниження абразивної складової зношування твердість робочої поверхні деталей, які труться чи піддаються гідромеханічному впливу має бути в 1,3 раз вищою за твердість абразивних часточок в рідині. Подальше підвищення поверхневої твердості деталей недоцільне, бо з підвищенням твердості поверхня стає крихкою і під дією динамічних навантажень розтріскується.

Ефективні методи захисту деталей машин від гідроабразивного зношування – це забезпечення чистоти робочої рідини та вчасної її заміни.

Список літератури

1. Горбатов В.В. Почему низкая надежность гидрообъемного привода / В.В. Горбатов // Техника в сельском хозяйстве. – 1987. – №9. – С. 10-12.
2. Черейский П.М. Влияние износа на работу гидропривода трансмиссии / П.М. Черейский, П.Т. Мельянцева // Техника в сельском хозяйстве. – 1988. – №3. – С. 63–64.
3. Мельянцева П.Т., Калганков Є.В., Кириченко О.І. Оцінка технічного стану робочої рідини агрегатів гідроприводу трансмісії кормо- та зернозбиральних комбайнів в умовах експлуатації // Вісник наук. пр. Вип. 2. – Дніпропетровськ: Державний аграрний університет, 2008 – 280 с.
4. Галин Д.А. Оценка работоспособности и повышения долговечности объемного гидропривода ГСТ-90: дис. канд. техн. наук: 02.20.03 / Галин Дмитрий Александрович. – Саранск, 2007. – 212 с.
5. Камчугов Н.В. Причины проявления ресурсных отказов и оценка долговечности гидростатических трансмиссий сельскохозяйственной техники: автореф. дис. канд. техн. наук. – Челябинск: ЧИМЭСХ, 1992. – 16с.
6. Сенин П.В. Повышение надежности мобильной сельскохозяйственной техники при ее необезличенном ремонте / П.В. Сенин. – Саранск: Морд, 2000. – 124 с.
7. Башта Т.М. Гидравлика, гидравлические машины и гидроприводы / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов. – М.: Машиностроение, 1962. – 423 с.
8. Башта Т.М. Объемные гидравлические приводы / Т.М. Башта, И.З. Зайченко. – М.: Машиностроение, 1968. – 628 с.
9. Дідур В.А. Діагностика та забезпечення надійності гідроприводів сільськогосподарських машин / В.А. Дідур, В. Я. Єфремов. – Київ: Техніка, 1986. – 129 с.
10. Дідур В.А. Вплив технологічного середовища на знос гідроагрегатів / В.А. Дідур // Техніка в сільському господарстві. 1984. № 3. – С. 41.
11. Чаплыгин К.В. Динамический анализ и диагностика аксиально-плунжерного гидромотора транспортных средств: дис. канд. техн. наук: 01.02.06 / Чаплыгин Константин Викторович. – Курск, 2010. – 140 с.
12. Балыков Н.М. Обеспечение работоспособности и повышение ресурса гидроприводов сельскохозяйственной и мелиоративной техники применением комплексных покрытий: автореф. дис. на получение наук. степени канд. техн. наук. / Н.М. Балыков. – Саратов, 2002. – 16с.

АНАЛИЗ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ РЕСУРСА И ОТКАЗОВ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Кириченко А.Н.

В данной работе выполнено исследование причин отказов агрегатов и узлов объемных гидроприводов трансмиссии зерноуборочных комбайнов и проведен анализ параметров, влияющих на их ресурс.

Гидрообъемный привод, наработка на отказ, качающий узел, рабочая жидкость, гидроабразивный износ, рабочее давление

ANALYSIS OF CAUSES OF REDUCED RESOURCE AND A FAULT HYDROSTATIC TRANSMISSIONS COMBINE HARVESTER

A. Kirichenko

In this paper, we have investigated the causes of failures of components and assemblies volume hydraulic transmission harvesters and analysis of parameters affecting their life.

Hydrostatic drive, time to failure, pumping unit, hydraulic fluid, hydroabrasive wear, pressure

КОЗАЧЕНКО Н.В.
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В
АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Козаченко Н.В.
асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін,
ВП НУБіП України "НАТІ"
м. Ніжин, Україна

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В
АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Анотація. У статті досліджуються стан та перспективи інженерно-технічного забезпечення аграрного виробництва на основі процесів, що відбуваються в агропромисловому комплексі під впливом змін ринку сільськогосподарської техніки. Враховано регіональні особливості техніко-технологічного оснащення аграрної сфери та визначено напрями і принципи відтворення технічного потенціалу сільського господарства.

Ключові слова: інженерно-технічне забезпечення, технічне оновлення, інноваційна діяльність, ресурсозбереження.

Основною метою даного дослідження є вивчення стану інженерно-технічного забезпечення аграрного виробництва. Встановлення рівня і дослідження тенденцій розвитку технічних засобів, системи технічного сервісу та інженерно-технічного забезпечення аграрних підприємств, які викликані зміною структури ринку сільськогосподарської техніки та умов господарювання.

Сучасний розвиток аграрного виробництва визначається спроможністю вчасно і якісно забезпечити агротехнічні вимоги вирощування сільськогосподарських культур. Розвиток сільського господарства у значній мірі залежить від технічного забезпечення, що характеризується кількістю технічних засобів, їх продуктивністю, якістю та технологічною досконалістю виробництва.

У таких умовах особливого значення набуває органічне землеробство, яке спроможне забезпечити виробництво екологічно чистої продукції на основі запровадження нових технологій із застосуванням конструктивно нових високопродуктивних машин. В усьому світі протягом останніх десятиріч у виробництві сільськогосподарської продукції, особливо у рослинництві, відбуваються революційні зміни. Суть їх полягає у біологізації технологій, заощадженні енергії та ресурсів на виконання технологічних операцій, захисті природного середовища, підвищенні екологічної безпеки у процесі виробництва продукції. Біологізація здійснюється у напрямках зменшення антропогенного навантаження на ґрунт, поліпшення життєдіяльності біологічної маси ґрунтових мікроорганізмів, створення збалансованого водно-повітряного та теплового режимів, що призводить до інтенсивнішого засвоєння мінеральних елементів рослинами. [3, 30].

Зростання технологічних вимог до аграрного виробництва супроводжується формуванням нового комплексу технологічних машин. За відсутності обігових коштів, найбільш уражене кризою, вітчизняне сільськогосподарське машинобудування, яке не спроможне забезпечити розробку та випуск високоякісної техніки. В умовах жорсткої міжнародної конкуренції на ринку технічних засобів все більше розвивається сегмент імпортової нової та вживаної сільськогосподарської техніки. Такі тенденції викликані вимогами ринку щодо виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції. Ринок імпортової сільськогосподарської техніки все більше забезпечує

сільськогосподарське виробництво необхідними технічними засобами для впровадження передових агротехнологій. Вітчизняне сільськогосподарське машинобудування поступово втрачає свої позиції на ринку технічних засобів, а сільськогосподарська техніка за технічними характеристиками та якістю виготовлення все менше спроможна конкурувати із зарубіжною. [2, 102].

Стан інженерно-технічного забезпечення потребує комплексного аналізу стану та тенденцій розвитку з врахуванням питань наукового, інженерно-технічного, організаційно-економічного, правового та соціального характеру:

- розробка комплексної національної системи машин з методичними рекомендаціями щодо її запровадження в агропромисловому виробництві на основі нових умов та розмірів землекористування і врахування регіональних особливостей розвитку;

- організація системи сервісного ремонтно-технічного обслуговування парку сільськогосподарської техніки із врахуванням змін структури ринку технічних засобів, організаційних форм господарювання та прогнозу їх розвитку.

Розглядаючи структуру ринку сільськогосподарської техніки та запасних частин можна виділити такі сегменти:

- ринок нової вітчизняної техніки, що поставляється підприємствами-виготовлювачами;

- ринок відновленої імпоротної техніки, що ввозиться іноземними компаніями, представництвами компаній, дилерами;

- ринок вживаної іноземної техніки, що продається по залишковій вартості без відновлювальних робіт, як правило ступінь зносу незначний. Продаж здійснюється фірмами та представництвами іноземних компаній.

Реформування системи агропостачання зумовили створення, поряд із загальними оптовими ринками, локальних ринків ґрунтообробної, посівної, зернозбиральної, м'ясо-молочної, хлібопекарської та інших видів техніки. Така сегментація ринків технічних засобів є умовною тому, що акціонерні компанії, товариства, фірми здійснюють продаж усіх видів техніки та надають комплексні послуги з передпродажного, післяпродажного сервісу, гарантійного обслуговування, постачання запасних частин, навчання фахівців та інших послуг експлуатаційного характеру.

Можна зробити висновок, що ринок техніки залишається розбалансованим, потенціал галузі імпоротної сільськогосподарської техніки займає все більш домінуюче становище. Враховуючи ці обставини за останніх п'ять років значно зріс ввіз малогабаритної техніки китайського, словацького, польського, чеського, німецького виробництва. Собівартість сільськогосподарської продукції зростає, що призводить до зниження рентабельності. Економічний інтерес до аграрного виробництва знижується, а сільськогосподарське машинобудування втрачає свої позиції на ринку технічних засобів.

У сучасних умовах недостатньо інвестиційних ресурсів, які спрямовуються на технічне забезпечення, інноваційну діяльність та розвиток технічної бази сільськогосподарського виробництва. За останні роки спостерігається істотний розрив між попитом і пропозицією інвестиційних ресурсів для розвитку матеріально-технічної бази. Затяжна криза, що охопила аграрне виробництво стримує вітчизняних та іноземних інвесторів від вкладання коштів у сільськогосподарське виробництво, де існує високий ступінь ризику.

Сільськогосподарське виробництво України потребує технологічного оновлення вітчизняними ефективними, енергозберігаючими та надійними технічними засобами. Для вирішення цієї проблеми необхідний комплексний державний підхід щодо

відтворення технічного потенціалу агропромислового комплексу до рівня технологічної потреби та державна підтримка розробки і виробництва сучасних технічних засобів для агропромислового комплексу.

Висновки. Отже, технічне забезпечення аграрного виробництва до рівня технологічної потреби вимагає ефективного механізму регулювання економічних відносин з врахуванням регіонального розвитку. Система інженерно-технічного забезпечення охоплює комплекс питань структурної перебудови та зміни взаємовідносин учасників аграрного ринку: виробників сільськогосподарської продукції, науково-дослідних і проектних організацій, продавців технічних засобів, підприємств. Враховуючи стан і необхідність системного підходу до концепції інженерно-технічного забезпечення аграрного виробництва покладені наступні принципи:

- введення у систему ціноутворення показника середньої норми прибутку, що забезпечить створення рівних економічних для усіх галузей економіки країни;
- формування спеціалізованих ринків для стратегічно важливих видів сільськогосподарської продукції та їхнього законодавчого забезпечення;
- створення умов для реалізації державних програм на державному й регіональному рівнях щодо розвитку сільськогосподарського машинобудування.

Список літератури:

1. Білоусько Я.К. Проблеми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі. – К.: ННЦ ІАЕ УААН, 2007, –216с.
2. Білоусько Я.К. Техніко-технологічне забезпечення сільського господарства // Економіка АПК. –2009.–№12.–С.29-33.
3. Кононенко М.П. Обґрунтування оптимізації нормативних витрат на виробництво сільськогосподарської продукції // – 2009. – №6. – С.32.
4. Мазнев Г.Є. Методичний підхід щодо обґрунтування територіального розміщення ремонтно-обслуговуючих підприємств. // – 2019.–№11.– С.102-108.

Аннотация. В статье исследуются состояние и перспективы инженерно-технического обеспечения аграрного производства на основе процессов, происходящих в агропромышленном комплексе под влиянием изменений рынка сельскохозяйственной техники. Учтены региональные особенности технико-технологического оснащения аграрной сферы и определены направления и принципы воспроизведения технического потенциала сельского хозяйства.

Ключевые слова: инженерно-техническое обеспечение, техническое обновление, инновационная деятельность, ресурсосбережения.

Annotation. This article investigates the status and prospects of engineering support agricultural production through the processes occurring in agriculture influenced by changes in the market for agricultural machinery. Included features regional technical and technological equipment agriculture and the directions and principles play technical potential of agriculture.

Keywords: engineering and technical support, technical updates, innovative activity, resource.

УДК 631.132

Концуренко О.С., студент групи М 6,
науковий керівник – д.е.н., професор **В.І. Гавриш**,
Миколаївський національний аграрний університет

**ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗО-ДИЗЕЛЬНОГО ЦИКЛУ В
ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

Наведені шляхи заміни традиційних видів палива. Визначений найбільш оптимальний.

Приведены пути замены традиционных видов топлива. Определен наиболее оптимальный

Одним із шляхів доповнення і часткової заміни традиційних видів паливно-енергетичних ресурсів у сільській місцевості є використання біогазу. Важливим аргументом на користь даного джерела енергії є необхідність вирішення економічних проблем, що виникають при утилізації відходів тваринництва.

До недавнього часу, виробництво біогазу з відходів сільського господарства, використовувалось в країнах, що розвиваються. Економічно розвинуті країни повернулися до даних технологій внаслідок постійного зростання цін на енергетичні ресурси та з екологічних міркувань. Доцільність автоматичного енергозабезпечення ферми з використанням біогазових установок досліджували Б. Амон, Т. Амон, В. Дубровін та інші [1].

Загальна кількість промислових біогазових установок в світі постійно збільшується. Їх кількість у країнах ЄС становить майже 1000 одиниць. Лідером є ФРН. Ферментаційні камери місткістю від 4 до 12 м³ найбільш популярні у країнах Африки та Азії. Такі установки виробляють біогаз для задоволення енергетичних потреб окремих господарств в освітленні та приготуванні їжі. Найбільша кількість таких установок (майже 8 мільйонів) знаходиться в Китаї [2].

У країнах ЄС створюються аграрні кооперативи для переробки відходів у централізованих біогазових установках. Перевагою централізованих систем є можливість використання передових технологій, менші питомі капіталовкладення та виробничі витрати. Такі централізовані системи виробляють в ферментаційних камерах місткістю до 10000 м³ до декількох мВт на добу. Одним з недоліків даної організації переробки відходів даного виробництва є порівняно високі транспортні витрати на постачання субстрати. Однак у країнах Європи, з високою щільністю населення це цілком прийнятне організаційне рішення. Вони обслуговують господарства у радіусі 10-15 км. В Данії існують 20 централізованих біогазових установок, Австрії – 3, Швеції – 8, Італії – 5 і в Німеччині – 3 [3].

За дослідженнями ряду вчених, таких як М.М. Городній, М.К. Шикула, І.М. Гудков, О.М. Куценко, В.М. Писаренко та деяких інших в ієрархії складових ефективності переробки відходів сільського господарства в біогазових установках перше місце займає його економічний аспект, друге – отримання високоефективних добрив і третє – енергетична складова.

На ефективність виробництва біогазу впливає фактор масштабності. Тільки біогазові установки з об'ємом метантенка більше 100 м³ мають позитивний енергетичний ефект [3]. При визначенні економічного ефекту необхідно брати до уваги всі складові, у тому числі і виручку від органічних добрив.

В країнах СНД терміни повернення інвестицій більші. Це пояснюється, в першу

КОНЦУРЕНКО О.С., ГАВРИШ В.І.
ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗО-ДИЗЕЛЬНОГО ЦИКЛУ В
ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

чергу, меншою вартістю енергетичних ресурсів, слабою державною підтримкою та порівняно малими потужностями. Прикладом може слугувати біогазова установка, що введена в дію на Лусакертській птахофабриці (Вірменія). Розрахунковий термін окупності інвестицій становить 8 років. Аналогічна ситуація і в Україні. Прикладом може слугувати біогазова установка в «Агро-Овен».

Використання біогазу можливе за декількома напрямками: заміщення природного газу в системах опалення; використання як природного пального когенераційних установок; використання в мобільних енергетичних засобах. Кожен шлях має свої переваги та недоліки. Розглянемо їх.

Досвід проектів з впровадження біоенергетичних установок свідчить, капітальні вкладення становлять у середньому USD500/(1000 м³ на рік), залежно від потужності, конструктивних особливостей, сировини тощо. Можливі наступні варіанти біогазової енергетичної установки:

- 1) виробництво біогазу та його подальше використання для заміщення природного газу;
- 2) виробництво біогазу та його використання для генерації електричної енергії;
- 3) виробництво біогазу та його використання у когенераційних установках;
- 4) виробництво біогазу та використання його як моторного палива мобільних енергетичних засобів;
- 5) виробництво біогазу та його використання у когенераційних установках для задоволення власних потреб і як моторного палива.

Реалізація даних проектів потребує відповідних капіталовкладень (рис. 2). Проведений аналіз показав, що найбільшу віддачу дає використання біогазу як моторного палива та заміщення природного газу (приблизно 0,445 грн на кожен гривню інвестицій). Найменш вигідний варіантом є використання біогазу для вироблення електричної енергії без системи глибокої утилізації тепла (приблизно 0,137 грн на кожен гривню інвестицій).

Слід зазначити, що в сучасному законодавстві України відсутнє правове врегулювання продажу енергоносіїв (газоподібного палива, електричної та теплової енергії), що вироблені приватними структурами у відповідні державні мережі. Це ставить під сумнів економічну доцільність ряду інвестиційних проектів у галузі поновлювальних джерел енергії.

Висновок. В сучасних умовах практично найбільш економічно доцільним є використання біогазу як моторного палива мобільними енергетичними засобами з самозабезпеченням енергетичних потреб біогазового комплексу.

Список літератури

1. Амон Т. Технология использования биомассы в биогазовых установках / Т. Амон, Б. Амон, В. Дубровин // Зб. наукових праць НАУ. – 2003. – №60. – С. 18.
2. Біопалива (технологія, машини та обладнання) [В.О. Дубровін, М.О. Корчемський, І.П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторе, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон, В.В. Криворучко]. – К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.
3. Корчемний М.Ф. Енергозабезпечення в агропромисловому комплексі / Корчемний М.Ф., Федорейко В.С., Щербань В.В. – Тернопіль: Підручники та посібники, 2001. – 984 с.

GROUND OF THE USE GAS-DIESEL CYCLE IN COMBUSTION ENGINES

O.S. Kontsurenko, V.I. Gavrish

The ways of replacement of traditional types of fuel are resulted. The most optimum is certain

УДК 631.355

Крижановський Р.Г., студент групи М 6,
науковий керівник – к.т.н., доцент О.В. Бондаренко
Миколаївський національний аграрний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СОШНИКА ДЛЯ ПІДҐРУНТОВО-РОЗКИДНОЇ СІВБИ

Запропонована нова конструкція сошника для підґрунтового-розкидного способу сівби. Досліджено раціональні конструктивні та кінематичні параметри.

Предложена новая конструкция сошника для подпочвенно-разбрасывающего способа посева. Исследованы рациональные конструктивные и кинематические параметры.

Для підвищення дальності та рівномірності розподілу насіння за шириною захвату сошника розроблена схема сошника для підґрунтового-розкидної сівби (рис. 1). Запропонований сошник складається з насіннепроводу 1 до якого прикріплений щиток-відбивач 2. В нижній частині насіннепроводу 1 розміщена ущільнююча основа 3 над якою послідовно встановлений розподільник 5 і напрямляч 7.

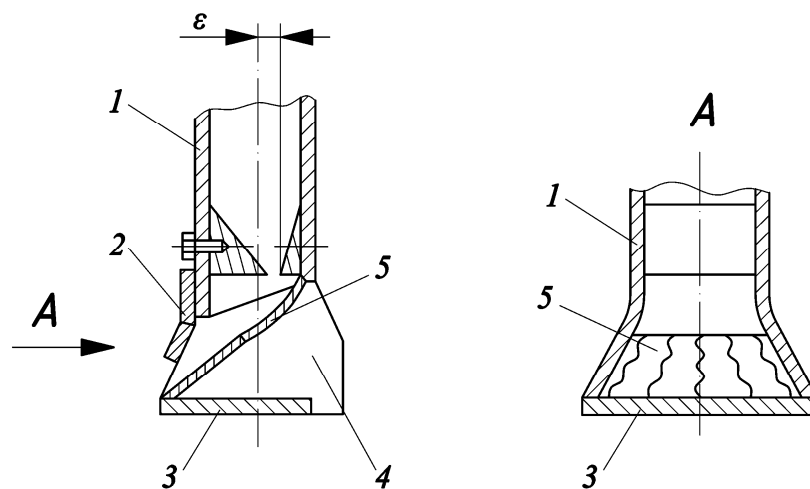


Рис. 1. Сошник для підґрунтового-розкидної сівби:

- 1 – насіннепровід; 2 – щиток-відбивач; 3 – ущільнююча основа;
4 – підсошниковий простір; 5 – розподільник; 6 – вихідне вікно;
7 – напрямляч; ε – ексцентриситет встановлення розподільника

Технологічний процес висіву насіння зернових культур сошником підґрунтового-розкидної сівби проходить в такій послідовності. Під час руху сошника на заданій глибині висіяне висівним апаратом насіння зернових культур проходить через насіннепровід 1 і напрямляч 7, після чого воно потрапляє на розподільник 5. Потрапляючи на криволінійну поверхню розподільника 5, воно змінює напрямок свого руху і, сходячи з поверхні розподільника, надходить на її похилу ділянку, де розподіляється за шириною захвату сошника. Далі зерно виходить з тіла сошника через вихідне вікно 6. При цьому ущільнююча основа 3 забезпечує ущільнення дна борозни, а встановленням висоти розміщення щитка-відбивача 2 регулюється рівномірність висіву

КРИЖАНОВСЬКИЙ Р.Г., БОНДАРЕНКО О.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
СОШНИКА ДЛЯ ПІДҐРУНТОВО-РОЗКИДНОЇ СІВБИ

насіння за шириною. При подальшому поступальному русі сошника підґрунтово-розкидної сівби ущільнене дно борозни з висіяним насінням закривається ґрунтом.

Для визначення параметрів руху насіння в підсошниковому просторі необхідно знати швидкість v насіння при виході зі стійки сошника, тобто швидкість насіння до удару його об поверхню відбивача. У вертикальній стійці насіння рухається під дією сили земного тяжіння та сили опору повітря, тому цей рух можна описати диференціальним рівнянням:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} - mg - c v, \quad (1)$$

де m – маса насіння;

y – висота встановлення відбивача;

g – прискорення вільного падіння;

c – коефіцієнт опору;

v – швидкість насіння при виході зі стійки сошника.

Прирівняємо праву частину рівняння (1) до нуля та одержимо:

$$mg - c v = 0 \quad (2)$$

звідси

$$v = \frac{mg}{c} = v_y, \quad (3)$$

де v_y – швидкість падіння насіння на відбивач сошника.

Інтегруємо рівняння (1), попередньо зводимо його до більш наочного вигляду:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = g - \frac{c}{m} v \quad (4)$$

або прийнявши, що $\frac{c}{m} = a$, отримаємо

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = g - a v. \quad (5)$$

Проінтегруємо дане диференціальне рівняння

$$\int \frac{dv}{g - a v} = \int dt \quad (6)$$

Одержимо

$$-\frac{1}{a} \ln |g - a v| = t + C_1, \quad (7)$$

де C_1 – стала інтегрування.

Сталу інтегрування C_1 знаходимо, використавши початкові умови, а саме $t = 0, y_0 =$

$v_{nn} \sin \alpha_{nn}$

$$C_1 = -\frac{1}{a} \ln |g - a v_{nn} \sin \alpha_{nn}|, \quad (8)$$

де α_{nn} – кут нахилу насіннєпроводу;

v_{nn} – швидкість руху насіння по насіннєпроводу.

Час t відповідно знайдемо за формулою

$$t = \frac{1}{a} \ln \left| \frac{g - a v_{nn} \sin \alpha_{nn}}{g - a v_y} \right|; \quad (9)$$

замінімо $\ln$ його основою, а саме експонентою e , одержимо

$$e^{at} = \frac{g - a v_{nn} \sin \alpha_{nn}}{g - a v_y} \quad (10)$$

З останньої рівності знаходимо $\square_y$

$$v_y = \frac{1}{e^{at} a} g (1 - e^{at}) - a v_{nn} \sin \alpha_{nn} \quad (11)$$

Оскільки $v_y = \frac{dy}{dt}$, одержимо

$$\frac{dy}{dt} = \frac{1}{e^{at} a} g (1 - e^{at}) - a v_{nn} \sin \alpha_{nn} \quad (12)$$

Проінтегруємо дане диференціальне рівняння та, врахувавши початкові умови $t = 0, y_0 = 0$, одержимо вираз для визначення висоти встановлення відбивача:

$$y = \frac{1}{a} (v_y + v_{nn} \sin \alpha_{nn}) + \frac{g}{a^2} \ln \frac{g - a v_{nn} \sin \alpha_{nn}}{g - a v_y} \quad (13)$$

Розглядаючи рух насіння в насіннепроводі як рух матеріальної точки (тобто тіла, розмірами якого можна знехтувати за певних умов), одержимо вираз:

$$v = \sqrt{e^{\pm 2 \int P dx} \left| C + 2 \int Q e^{\pm \int P dx} dx \right|}, \quad (14)$$

де P – відносна частота.

Використавши дану формулу для конкретного випадку, ми одержали, що швидкість руху насіння при виході із насіннепроводу визначається за формулою:

$$v_{nn} = \sqrt{2 g l_{nn} (\sin \alpha_{nn} - f' \cos \alpha_{nn}) - v_{кон}^2 - \sin^2 (\alpha_{nn} - \alpha_{жс})}, \quad (15)$$

де l_{nn} – довжина насіннепроводу;

f' – коефіцієнт тертя насіння по стінках насіннепроводу;

$\square_{кон}$ – лінійна швидкість руху котушки висівного апарату;

$\alpha_{жс}$ – кут нахилу дотичної до крайнього елементу жолобка котушки.

Швидкість $\square_y$ падіння насіння перед ударом о відбивач визначаємо за рівнянням

$$v_y = \sqrt{2 g y_1 + v_{nn}^2 \sin^2 \alpha_{nn}}, \quad (3.17)$$

де $y_1 = y$ – висота встановлення відбивача.

Графічна залежність швидкості падіння насіння перед ударом від висоти встановлення відбивача представлена на рис. 2.

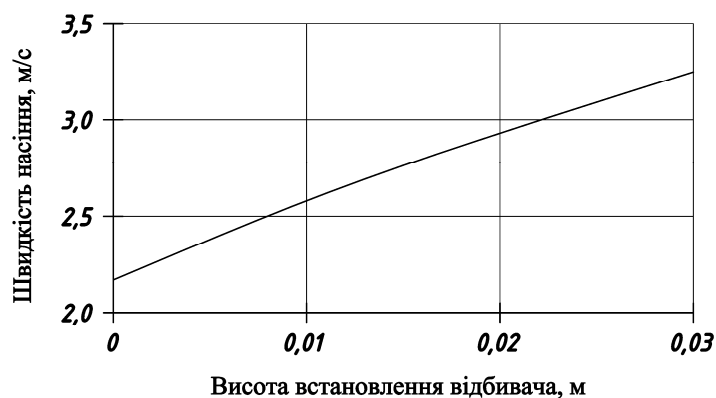


Рис. 2. Залежність швидкості падіння насіння перед ударом від висоти встановлення відбивача

КРИЖАНОВСЬКИЙ Р.Г., БОНДАРЕНКО О.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
СОШНИКА ДЛЯ ПІДҐРУНТОВО-РОЗКИДНОЇ СІВБИ

Література

1. Горячкин В.П. Собрание сочинений в 3 т. - Изд. 2-е. - М.: Колос, 1968. - Т. 3. - 384 с.
2. Семенов А.Н. Зерновые сеялки. -М.-К.: Машгиз. 1959.-315 с.
3. Бузенков Г.М., Ма С.А. Машины для посева сельскохозяйственных культур. - М.: Машиностроение, - 1976. - 272 с.
4. Сисолін П., Бойко А. Нові сошники для якісної сівби зернових культур //Техніка АПК. -2005.-№3-4.-С. 6-7.
5. Перспективні можливості підґрунтового-розкидного способу сівби зернових культур /УМ.І. Самокиш, А.В. Рудь, С.М. Винничук, І.О. Мошенко /Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідомч. наук. зб. Вип. 87. - Глеваха, 2003. - С. 60-67.

**GROUND OF STRUCTURALLY-TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR
SUBGROUND-VARIATION SOWING**

R.G. Kryzhanovsky, O.V. Bondarenko

*The new construction of сошника is offered for subground-variation method of sowing.
Explored rational structural and kinematics parameters.*

УДК 631.312

Кудра В.В.,
студент 3-го курсу факультет механізації с.г.,
Ікальчик М.І.,
кандидат технічних наук, доцент,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

КОМПЛЕКСНЕ ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТВАРИННИЦТВА. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ НА ФЕРМАХ.

У даній статті розглянуті комплекти машин і обладнання, що використовуються на фермах, методи утримання тварин, аналіз представлених методів утримання та догляду за тваринами.

Утримання, догляд, комплексні машини, обладнання, технології.

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток тваринництва і успішне виконання завдань щодо виробництва молока, м'яса, яєць та інших продуктів цієї галузі можливий за умови прискорення науково-технічного прогресу. Це потребує постійного і широкомасштабного здійснення технічного переоснащення виробництва, завершення комплексної механізації на основі використання науково обгрунтованої системи машин.

Розробка таких систем передбачає подальший розвиток виробництва високоякісної продукції, підвищення продуктивності і покращення умов праці робітників, зайнятих у виробництві, економії матеріальних та енергетичних ресурсів, а також вирішення задач по охороні навколишнього середовища. Таких результатів можна досягти за рахунок:

- впровадження прогресивних технологій і технологічних процесів;
- розробки, виготовлення і поставки комплектів машин та обладнання для всього виробничого циклу, включаючи і засоби механізації допоміжних транспортно-перевантажувальних та інших операцій, а також контролю і управління технологічними процесами;
- переходу від автоматизації окремих операцій і процесів до комплексної — на рівні технологічних ліній, цехів і всього виробництва;
- підвищення технічного рівня, надійності і довговічності технічних засобів, що випускаються їх технологічної універсалізації та уніфікації;
- здійснення реконструкції і технічного переоснащення існуючих підприємств.

Аналіз останніх досліджень. Нині діюча “Програма виробництва технологічних комплексів машин і устаткування для агропромислового комплексу на 1998-2014 роки” включає 510 найменувань технічних засобів для галузі тваринництва. Сучасне ж становище є таким, що менше третини фермської техніки, включеної до названої програми, виробляється в Україні, а більше третини машин та обладнання за програмою, що потребують розробки. Вже на період формування програми рівень забезпечення агропромислового комплексу засобами механізації знизився з 60 до 40%.

Мета досліджень. Добитися інтенсивного розвитку науково-технічного прогресу на фермах, розширити комплексну механізацію для покращення умов праці робітників.

Результати досліджень. Відбувається ускладнення положення підприємств сільськогосподарського машинобудування. Різке підвищення цін на машини та обладнання призводить до того, що знижується попит на них з боку користувачів,

оскільки останні не в змозі оплатити таку високу вартість техніки; більшість заводів затоварюються і зупиняються. Розробка нових машин сповільнюється.

Фінансування розробок, підготовки і освоєння виробництва машин і обладнання для тваринництва та кормозаготівлі складає лише до 20% від загальної необхідної суми і в 2 рази менше порівняно з рослинництвом.

Оскільки для тваринницьких підприємств не так важливо, чиєю технікою вони будуть користуватись, недостатність вітчизняного обладнання спричиняє тенденції до розширення придбання імпорتنих засобів механізації. Останні надійніші, але й дорожчі. Проте така тенденція - це інвестування закордонного виробництва, яке сприяє саме його розвитку, але в той же час є однією з причин гальмування вітчизняної науки і машинобудівельної промисловості, ставить тваринництво України в залежність від закордонних виробників машин та обладнання.

До відзначеного слід додати, що наявний парк сільськогосподарської техніки вкрай зношений, більша його частина відпрацювала нормативні терміни експлуатації і не придатна для подальшого використання.

У молочному скотарстві використовують такі способи утримання корів: прив'язне з доїнням у переносні відра, загальний молокопровід чи в доїльній залі; безприв'язно-боксове без підстилки або ж з обмеженим внесенням підстилки і доїнням у спеціалізованих залах; безприв'язне на глибокій підстилці (доїння в спеціалізованих залах).

Найпоширенішим є прив'язний спосіб утримання. Він забезпечує хороші умови для догляду, індивідуальної нормованої годівлі та роздоювання корів, але продуктивність праці при цьому нижча порівняно з безприв'язним утриманням.

Запрограмовані комплекти машин і обладнання дозволяють забезпечити комплексну механізацію виробничих процесів молочнотоварних ферм в господарствах різних організаційних форм (за умови достатнього рівня концентрації виробництва), а також спеціалізованих молочних комплексів з промисловою технологією, відкривають широкі можливості для реконструкції існуючих ферм, створюють передумови значного підвищення продуктивності праці й ефективності цієї галузі.

Нині поширені такі типи спеціалізованих підприємств (тваринницьких ферм, комплексів): вирощування телят з 10-20-денного віку, дорощування і відгодівля молодняку при реалізації його в 14-18-місячному віці живою масою 420-450 кг; дорощування і відгодівля молодняку від 4-6 (м'ясних порід 7-10) до 18-20-місячного віку і одержання 400-450 кг живої маси; вирощування телят і дорощування молодняку до 10-12 місяців і 260-300 кг живої маси. Потім молодняк передається на відгодівлю в інші спеціалізовані господарства; відгодівля молодняку і дорослої відбракованої худоби.

У період вирощування від 10-20-денного віку до 3-4 місяців телят утримують безвигульно і безприв'язно в групових клітках (станках) по 10-18 голів на щільній підлозі або ж на прив'язі в боксах. Дорощують і відгодовують у закритих приміщеннях або на відкритих чи напіввідкритих майданчиках. Такі майданчики можуть бути як сезонними, так і цілорічними. В закритих приміщеннях тварин утримують на прив'язі або безприв'язно на щільній або суцільній підлозі. При безприв'язному утриманні розмір груп становить 18-30 в приміщенні і 100-200 голів - на майданчиках.

Для комплексної механізації виробничих процесів при вирощуванні та відгодівлі великої рогатої худоби, крім добре відомих, передбачено цілий ряд нових високоефективних технічних засобів, які дозволяють довести навантаження на одного

працівника в разі прив'язного утримання тварин до 95-117, а при безприв'язному - до 140-157 голів.

Утримання тварин і догляд за ними. На молочнотоварних фермах при стійлово-прив'язному утриманні корів використовують збірно-стійлове обладнання ОСК-25А і ОСП-Ф-26. Обидва комплекти є трубчастими конструкціями з водопроводом і автонапувалками (одна на дві голови), кронштейнами для закріплення вакуум- і молокопроводів, пристроями індивідуального прив'язування та групового відв'язування. Один комплект обладнання розрахований відповідно на 25 і 26 корів. Металомісткість ОСК-25А становить 29, а ОСП-Ф-26 - 23 кг на 1 голову.

Обладнання ОСТ-Ф-32 призначене для транспортування новонароджених телят з родильного відділення до профілакторію, приймання, підігрівання і випоювання телятам молозива або молока, утримання телят до 20-денного віку. Складається з індивідуальних кліток, візка з платформою для перевезення телят, системи приймання і підігрівання молока та цистерни для видачі молока в напувалки. Обладнання комплектується в 5 варіантах для одночасного утримання 40, 80, 120, 160, та 200 телят. Клітки об'єднують у секції по 10 штук. Питома металомісткість у різних варіантах становить від 29 до 44 кг на 1 голову. Один працівник обслуговує 40 кліток.

У клітках КИТ-00.000 утримують телят молочного періоду до 90 днів у профілакторіях і карантинних відділеннях на спеціалізованих фермах та комплексах при вирощуванні телиць і нетелей. По шість індивідуальних кліток об'єднують в секції, які є єдиною збірною конструкцією. У передній частині розміщені годівниці для сухих кормів і передбачено місце для напувалки. Металомісткість 72 кг на 1 голову.

Секція кліток КИТ-Ф-12 для індивідуального утримання телят в карантинному приміщенні віком від 20 до 90 днів порівняно з попереднім обладнанням має меншу металомісткість (66 кг/голову) за рахунок удосконалення конструкції, а також менші втрати кормів в результаті заміни відер на спеціальні годівниці. До складу секції входить 12 кліток.

На спеціалізованих фермах і комплексах із вирощування та відгодівлі великої рогатої худоби для групового утримання телят протягом першого періоду призначене стійлове обладнання ОС-720-01, а молодняку другого періоду - ОС-720-02. Обладнання забезпечує механізацію і частково автоматизацію виробничих процесів. Кожна клітка оснащена годівницею КПП-10 для концкормів та автонапувалкою АП-1 А. До складу комплексу входять також 4 переносні фіксатори для фіксації тварин при проведенні санітарно-ветеринарних заходів. Крім того, в комплекті ОС-720-01 є установка УПМ-1000 для приготування рідких поживних розчинів із порошку заміниника незбираного молока, секційні кормопроводи та роздавач сумішок УПР-1 (Див. рис. 1).

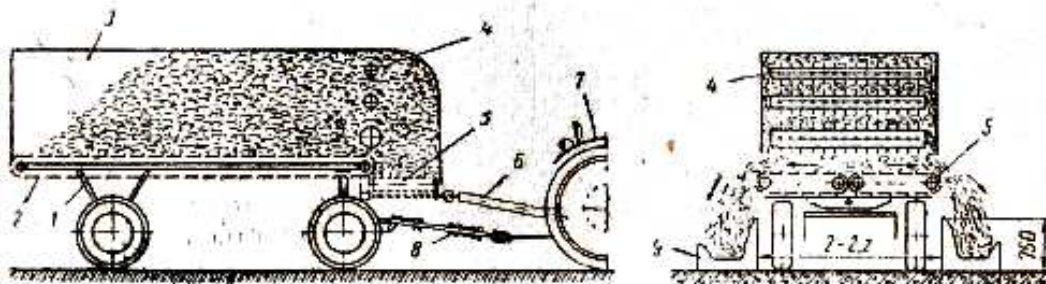


Рис.1. Роздавач сумішок

У стійловий період року, особливо при прив'язному утриманні корів, стан їх здоров'я і продуктивність значною мірою залежать від проведення моціону. Кільцева установка для активного моціону корів одночасно обслуговує до 50 голів. Площа вигульного манежу - 256 м², встановлена потужність - 1,7 кВт, маса - 1100 кг.

Для індивідуальної фіксації великої рогатої худоби з метою проведення ветеринарно-санітарних заходів (клеймування, біркування, лікування, взяття проб крові, розчищення ратиць тощо) призначений станок СВ-30. Його можна використовувати як в приміщеннях, так і на відкритих майданчиках. Обслуговують станок два оператори. Пропускна здатність 30 голів за 1 годину. Маса конструкції 650 кг.

Обладнання доїльно-молочних і молочних блоків. У господарствах молочнотоварного напрямку переважає доїння корів у стійлах в загальний молокопровід, а в родильних відділеннях - у переносні відра. Така технологія найповніше відповідає сучасному рівню розвитку молочного тваринництва.

Останнім часом промисловість освоїла випуск автоматизовані доїльних установок "Тандем-автомат" УДА-8А, "Ялинка-автомат" УДА-16А та "Карусель" УДА-100 та ін. Вони оснащені маніпуляторами доїння (наприклад, МД-Ф-1). На цих установках один оператор може видоювати від 60 до 100 корів за годину. Такі установки доцільно використовувати на молочних фермах і комплексах з безприв'язним утриманням корів, а також при застосуванні стійлового обладнання з автоматичною прив'яззю ОСП-Ф-26.

Зберегти поживні, лікувальні та смакові якості молока можна лише за умови повного дотримання санітарно-гігієнічних і ветеринарних правил одержання молока та зведення до мінімуму тривалості його обробки. Ці операції виконують спочатку на фермі, а потім на підприємствах молочної промисловості. Вони повинні складати єдину технологічну лінію. У зв'язку з цим доїльно-молочні блоки та фермські молочні можна розглядати як первинні (низові) цехи молокозаводів.

Первина обробка молока безпосередньо на фермах під час доїння або відразу ж після нього передбачає очищення від механічних домішок, охолодження в проточних пристроях чи резервуарах-охолодниках, короткочасне зберігання. При доставці молока споживачам безпосередньо з ферми, а також в умовах введення карантину молоко пастеризують.

Доставка молока з окремих корівників або доїльно-молочних блоків у централізовану фермерську молочну здійснюється трубопроводами автоцистернами, бортовими засобами з бідонами. Автоцистерни (АЦПТ-2,1А, АЦПТ-2,8А-53, АЦПТ-2,8-130) значно полегшують умови праці, оскільки усувають ручні вантажно-розвантажувальні операції, і зменшують втрати молока (вони не перевищують 0,1%) (див. рис. 2).

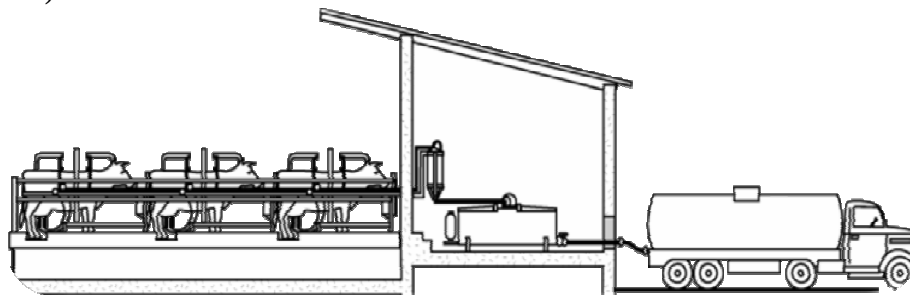


Рис.2.Транспортування молока

Особливо перспективним є збирання і транспортування молока трубопроводами безпосередньо в процесі доїння корів. При цьому найповніше забезпечується потоковість і своєчасна обробка молока, зменшується кількість операцій, виключаються втрати молока і скорочується час його перебування на фермі. Впровадження системи трубопроводів для збирання молока на фермах значно підвищує культуру виробництва, удосконалює організацію праці, дозволяє автоматизувати транспортування молока, миття доїльного і молочного обладнання.

Висновки. Отже запрограмовані комплекти машин і обладнання дозволяють забезпечити комплексну механізацію виробничих процесів господарських ферм в різних організаційних формах (за умови достатнього рівня концентрації виробництва), а також різних спеціалізованих комплексів з промисловою технологією.

Список літератури:

1. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства. Лісостеп. Київ – 2004 р. 2 томи.
2. Національний університет біоресурсів та природокористування України. library.nubip.edu.ua

АННОТАЦИЯ

КОМПЛЕКСНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИВОТНОВОДСТВА. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

В.В.Кудра студент 3-го курса факультет механизации с.х.,

Н.И. ИКАЛЬЧИК кандидат технических наук, доцент, ОП НУБиП Украины «Нежинский агротехнический институт»

В данной статье рассмотрены комплекты машин и оборудования, используемых на фермах, методы содержания животных, анализ представленных методов содержания и ухода за животными.

Содержание, уход, комплексные машины, оборудование, технологии.

ANNOTATION

INTEGRATED TECHNICAL SUPPORT ANIMAL. MACHINERY AND EQUIPMENT FOR COMPLEX MECHANIZATION ON FARMS.

V.V.Kudra student of 3rd year Faculty of mechanization SH,

MI IKALCHYK Ph.D., Associate Professor, NUBiP of Ukraine «Nijinsky Agrotechnical Institute»

This article discusses the sets of machinery and equipment used on farms accepted methods, analysis of the presented methods of maintenance and care of animals.

Maintenance, care, complex machinery, equipment, technology.

ЛАВСЬКА Н.В.
ВИРОБНИЦТВО ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ — ШЛЯХ ДО РАЦІОНАЛЬНОГО
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 631.51.011

Лавська Н.В.,
викладач циклової комісії
спеціальних економічних дисциплін
ВП НУБіП України «НАТК»,
м. Ніжин, Україна

ВИРОБНИЦТВО ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ - ШЛЯХ ДО РАЦІОНАЛЬНОГО
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Анотація: В статті висвітлені дані про доцільність використання органічної продукції в житті людини та в процесі охорони та відновлення навколишнього середовища

Ключові слова: Органічна продукція, пестициди, мінімалізація обробки ґрунту, органічні добрива, солома, раціональне природокористування

Аннотация: В статье освещены данные о целесообразности использования органической продукции в жизни человека и в процессе охраны и восстановления окружающей среды

Ключевые слова: Органическая продукция, пестициды, минимализация обработки почвы, органические удобрения, солома, рациональное природопользование

Abstract: In this paper the data on the feasibility of using organic products in human life and in the process protect and restore the environment

Keywords: Organic products, pesticides, minimizing tillage, organic fertilizer, straw, environmental management

Постановка проблеми: Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва спричинила негативні зміни в ланцюгах екосистем і біологічного кругообігу, порушила стан довкілля та здоров'я людей... По оцінкам експертів Інституту світового спостереження вона не забезпечує проросту врожайності культур, а навпаки, призводить до зниження її. Необхідність збереження навколишнього середовища і забезпечення населення Землі якісними продуктами харчування актуалізує пошук та використання нових альтернативних інтенсивних моделей сільськогосподарської діяльності, в основі яких лежить отримання високоякісного врожаю без шкоди довкіллю завдяки вивченню і врахуванню природних процесів. Одним з альтернативних методів сільськогосподарського виробництва є органічне землеробство.

Органічна продукція – це сертифікована продукція, яка відповідає вимогам стандартів органічного виробництва, вирощується без застосування хімічно синтетичних добрив і засобів захисту рослин, пестицидів, регуляторів росту, ГМО, антибіотиків тощо.

Аналіз останніх досліджень: Україна є аграрною державою. Аграрний сектор економіки України (сільське господарство, харчова і переробна промисловість) забезпечує продовольчу безпеку та продовольчу незалежність країни, формує 17% ВВП та близько 60% фонду споживання населення.

Проте за останні десятиріччя в Україні спостерігається катастрофічне руйнування сільгоспугідь та зниження родючості ґрунтів – основного джерела забезпечення продовольчої безпеки країни та добробуту населення. Інтенсивність процесів руйнування і деградації ґрунтів внаслідок використання застарілих агротехнологій, недотримання фундаментальних законів та правил сільськогосподарської діяльності досягли небезпечного для економічної стабільності держави рівня (57,5% земель країни зазнає впливу ерозії; щорічно збільшується на 80-90 тис.га кількість еродованих земель).

Внаслідок ерозії щорічно втрачається біля 11 млн.т гумусу, 0,5 млн.т азоту, 0,4 млн.т фосфору та 0,7 млн.т калію; 38% орних земель країни є переуцільненими. Останніми роками інтенсивно збільшуються площі кислих і солонцевих ґрунтів.

Більшість сільськогосподарських виробництв України є збитковим, а значна частина сільськогосподарської продукції та продуктів харчування, що виробляються, не відповідають світовим стандартам якості та безпеки, що призводить до зменшення експортного потенціалу країни, високого рівня захворюваності та смертності населення та до занепаду сільських територій.

Тим часом у світі стрімко поширюється органічне агровиробництво – цілісна система господарювання та виробництва харчових продуктів, яка поєднує в собі найкращі практики з огляду на збереження довкілля, рівень біологічного розмаїття, збереження природних ресурсів, застосування високих стандартів належного утримання тварин та методів виробництва, які відповідають певним вимогам до продуктів, виготовлених з використанням речовин та процесів природного походження. За даними Міжнародної федерації органічного руху та Дослідного інституту органічного сільського господарства площі земель під органічним виробництвом становить більше 40 мільйонів гектарів, що в 4 рази перевищує показники минулого століття і становить більше 1 % світової площі сільськогосподарських земель.

Найбільш розвинені ринки органічної продукції зосереджені в США, Німеччині та Франції. Серед європейських країн лідером із продажу органічної продукції є Німеччина, з обсягом ринку понад 7 мільярдів євро [1].

Органічне сільське господарство пропонує альтернативну систему продовольства, яка здатна підвищити продуктивність сільського господарства, подолати брак продуктів харчування у найбідніших регіонах світу, забезпечити соціальну справедливість та зберегти навколишнє середовище. За даними того ж ФАО саме через конвенційне сільське господарство, масове вирубування лісів та випалювання полів і пасовищ в атмосферу потрапляють 90% викидів закису азоту та 30% CO₂, що спричинює глобальне потепління.

Інтенсифікація сільського господарства має негативний вплив не лише на навколишнє середовище, але і виснажує природні ресурси, без яких ведення фермерського господарства неможливе. Вже протягом двох десятиліть щороку планета втрачає 15 млн. га тропічних лісів, а разом із ними і природне біорізноманіття на користь розширення орних земель. Крім того, щороку через ерозію та інші форми деградації ґрунту ми втрачаємо 5 - 7 млн. га сільгоспугідь та ще 1,5 млн. га внаслідок засолення та заболочення ґрунту. За даними дослідників більше 30 млн. га сільськогосподарських земель мають пошкоджену структуру ґрунту і як наслідок низьку природну родючість. Органічні методи господарювання покращують стан ґрунту та його родючість без застосування хімічно синтезованих добрив. Боротьба з бур'янами та шкідниками проводиться без застосування токсичних пестицидів, оберігаючи тим самим земельні та водні ресурси від забруднення токсичними сполуками. Обов'язкове застосування сівозмін, використання насіння і порід, адаптованих до місцевих умов, і відновлення функціонального біорізноманіття сприяє подальшому зміцненню екологічного балансу.

Порівняно з іншими країнами розвиток органічного землеробства в Україні відбувається значно повільніше. За даними Міжнародної федерації органічних сільськогосподарських рухів та Дослідного інституту органічного сільського господарства, в Україні нараховується загалом 155 органічних господарств.

В Україні органічне землеробство вперше почало розвиватись на Полтавщині і одним піонерів був нині добре відомий новатор аграрного виробництва, Герой

Соціалістичної Праці, Герой України Семен Антоненко і очолюване ним ПП “Агроєкологія”, що уже з 1977 р. у своїй діяльності керується принципами органічного землеробства й сертифіковане у відповідності з європейськими органічними стандартами.

Україна розпочала усвідомлено займатись органічним виробництвом лише наприкінці 1990-х. Однак вона все активніше заявляє про себе на міжнародному ринку органічних продуктів, входячи, за площами сільськогосподарських угідь, задіяних під їхнє вирощування, до світових лідерів. Демонструючи протягом останніх 10 років стійку позитивну динаміку росту площ сільгоспугідь, на яких ведеться сертифіковане органічне виробництво, цей показник в 278800 га кореспондується з 22 місцем у списку країн з найбільшими площами органічних сільгоспугідь.

Доля сертифікованих площ серед загального об'єму сільськогосподарських угідь України складає 0,7%, тоді як в сусідніх Чехії, Словаччині та Угорщині – 10,5; 9,0; 3,0 % відповідно. При цьому, Україна займає перше місце в східноєвропейському регіоні щодо площі органічної ріллі, спеціалізуючись переважно на виробництві зернових, зернобобових та олійних культур. Окрім того, в нашій державі сертифіковано більше 300 тис.га дикоросів, сировина з яких, переважно, відправляється на експорт. Більшість українських органічних господарств розташовані на півдні України (в Одеській та Херсонській областях), на заході (Вінницькій, Закарпатській, Львівській, Тернопільській та Хмельницькій областях), а також на Київщині, Житомирщині, Полтавщині. Українські сертифіковані органічні господарства – різного розміру – від кількох десятків гектарів, як і в більшості країн Європи, до кількох десятків тисяч ріллі. Однак середній розмір сертифікованого органічного господарства в Україні все ще залишається одним з найбільших у світі і складає 1700 га.

Мета статті: Потреба в раціональному природокористуванні виникла з причини погіршення екологічного стану навколишнього природного середовища та зниження якості життя населення країни. Метою концепції природокористування є доведення показників конкурентоспроможності продукції до світового рівня за рахунок впровадження нових наукових, ресурсозберігаючих технологій, створення стабільного господарсько-виробничого комплексу, який зможе ефективно функціонувати і розвиватися в нових економічних умовах [2].

Досягнення цієї мети дозволить не тільки істотно підвищити життєвий рівень, але й якісно змінити характер життя населення, відкрити нові напрямки та рівні розвитку країни, гарантувати збереження унікальної природи України й створення найкращих умов життя для майбутніх поколінь.

Виклад основного матеріалу: Природокористування – безпосередня або непряма дія людини на навколишнє середовище в процесі всієї її діяльності. Раціональне природокористування – планомірне, науково обгрунтоване перетворення довкілля у міру вдосконалення матеріального виробництва на основі комплексного використання невідновлювальних ресурсів. Господарська діяльність людини має будуватися за принципом природних екосистем, які економічно витрачають речовину і енергію і в яких відходи одних організмів є середовищем існування для інших.

Система органічного землеробства ґрунтується на максимальному Використанні біологічних факторів підтримання родючості ґрунтів, агробіотехнологічних заходах захисту рослин від шкідників і хвороб, а також на виконанні комплексу заходів, які забезпечують екологічно та економічно доцільне виробництво сільськогосподарської продукції. Фундаментальна основа органічного землеробства – охорона і відтворення родючості ґрунтів, поліпшення їх біологічного

стану, оптимізація просторового розміщення, максимальне залучення місцевих ресурсів добрив, розширення площ багаторічних трав, мінімізація обробітку ґрунту, дотримання науково-обґрунтованих сівозмін.

Переважа органічної продукції пов'язана насамперед з екологічною безпекою, високою якістю, збереженням природного середовища у процесі виробництва, поліпшення умов проживання здоров'я людей [3].

При органічному землеробстві весь технологічний цикл виробництва, переробки і зберігання продукції протікає без використання пестицидів, синтетичних препаратів росту. Цей напрямок землеробства в максимальній мірі ґрунтується на широкому застосуванні бобових культур, рослинних залишків і органічних відходів не сільськогосподарського походження, механічного обробітку ґрунту, використанні мінераловміщуючих порід. При обробці ґрунту більше використовують безвідвальні чизельні і дискові знаряддя, в результаті такого обробітку втрат ґрунту від ерозії зменшуються на 20-75%. Мінімальна чи нульова обробка застосовується лише частково, так як це неминуче веде до спалаху хвороб і необхідності використання пестицидів [4].

Збереження та підвищення родючості ґрунтів є ключовим моментом у запровадженні технологій органічного землеробства. До заходів, які забезпечують досягнення цієї мети, відносяться: оптимізація розміщення посівів сільськогосподарських культур; ефективне використання наявних ресурсів органічних добрив; розширення посівів багаторічних трав і впровадження бактеріальних препаратів, збільшення площ під посів на зелене добриво; відновлення планової хімічної меліорації із застосуванням місцевих покладів вапняків, крейди і мергелів; використання місцевих сировинних ресурсів для підвищення родючості ґрунтів (сапропелі, фосфорити, фосфатшлак, дефека́т та ін.); запровадження режимів мінімізації обробітку ґрунту, впровадження широкозахватних ґрунтообробних засобів і застосування технології прямого висіву.

Висновки: Біологічні методи ведення сільськогосподарського виробництва як екологічний напрям науково-технічного прогресу в галузі дали можливість сформувати біологічний тип сільськогосподарського виробництва, технологічними особливостями якого є: повна або часткова відмова від застосування хімії, стимулювання ґрунтової мікрофлори шляхом особливої обробки ґрунту; зберігання і внесення органічних добрив; використання біологічних засобів боротьби з шкідниками рослин; прогресивний обробіток ґрунту [5].

У науково-технологічному аспекті питання підвищення ефективності використання природних ресурсів зводиться до розробки та впровадження мало- і безвідходних ресурсо- і енергозберігаючих технологій, у рамках яких забезпечується найбільш повне, раціональне використання ресурсів і принципів безвідходності, що дозволяє комплексно вирішувати проблеми ресурсозабезпечення економіки та охорони навколишнього природного середовища.

Список літератури:

1. Камінський В. Органічне землеробство – шлях до продовольчої безпеки / В. Камінський // Громадянське суспільство. – 2014. - № 9. – С. 47 – 53.
2. Мельник Л.Г. Екологічна економіка / Л.Г. Мельник. – Суми: ВТД «Універс. Книга», 2002. – с. 243 – 244.
3. Федоренко О.І., Бондар О.І., Кудін А.В. Основи екології / Федоренко О.І., Бондар О.І., Кудін А.В. – Київ: Знання, 2006. С. 290 - 296.
4. Г. В. Черевко, М. І. Яцків // Бібліотечний вісник – 2003. - № 4. - с. 5 – 6. – Режим доступу до журн.: uchni.com.ua

УДК 531/ 534(075.8)

Литвинів О.І.,
канд. техн. наук, професор,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

**ДО МЕТОДОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ**

***Анотація.** В роботі підкреслюється єдність різних форм руху матерії і висвітлюються методи дослідження руху електромеханічних систем, які базуються на працях Лагранжа, Максвелла, Ляпунова. Наведені електромеханічні аналогії і приклади дослідження систем сільськогосподарського призначення.*

Вступ. Історія наукових досліджень постійно нагадує про єдність законів природи, про збереження енергії різноманітних форм руху матерії – механічної, електричної, теплової, хімічної та ін. Проте, не лише закон збереження, а й теорема про зміну повної механічної енергії – це окремі випадки загального закону збереження і еквівалентного перетворення матерії і енергії, відкритого М.В. Ломоносовим. Якщо, приміром, робота не потенціальних сил додатна, то відбувається прилив механічної енергії внаслідок відповідного зменшення енергії інших немеханічних форм (теплової, електричної). Якщо ця робота від’ємна, то відбувається розсіювання (дисипація) механічної енергії, яка переходить в енергії інших видів.

У свою чергу, всі закономірності, що характеризують процеси перетворення і збереження матерії і руху в різних формах, є конкретними проявами загального закону збереження матерії і руху, який має величезне наукове і методологічне значення, оскільки є природничонауковою основою матеріалізму. Стверджуючи, що матерія і рух не створюються і не знищуються, що матерія, яка рухається, здатна до різних перетворень, і розглядаючи матерію в органічному зв’язку з рухом, загальний закон збереження матерії і руху є доказом єдності світу і загальності руху. Закон збереження матерії і руху в усіх своїх конкретних проявах є теоретичною основою різних досліджень у природознавстві і техніці, пов’язаних з перетворенням матерії і руху з однієї форми в іншу. В цьому може бути і причина того, що спостерігається дивовижна схожість диференціальних рівнянь, які описують явища різної фізичної природи.

Аналіз фізичних аналогій. Велика роль теоретичної механіки як фундаментальної науки в дослідженнях процесів різної фізичної природи. Методи аналітичної механіки є універсальними та ефективними при розв’язанні багатьох задач електротехніки, починаючи зі складання контурних рівнянь електричних кіл і завершуючи моделюванням процесів на аналогових обчислювальних комплексах.

В науці розрізняють три фізичні концепції світу: механічну, електродинамічну і квантово-польову, відповідно до яких і виникли три основних теорії: механіка Ньютона, електродинаміка Максвелла і теорія відносності Ейнштейна. Але аналітична механіка є наукою, яка своїми методами наскрізь пронизує всі три картини світу.

Багато точних законів фізики можуть слугувати підтвердженням аналогічності рівнянь і виразів. Наприклад, структура всім відомих другого закону Ньютона, закону Гука і закону Ома є ідентичною:

$$m\vec{a} = \vec{F}; \quad cx = F; \quad Ri = U.$$

Спільним у цих виразах є те, що в них входять лише три величини, кожна з яких

визначається і є незалежною.

Другий приклад. Візьмемо закон гравітації, відкритий Ньютоном, закон про взаємодію двох електричних зарядів, відкритий Кулоном, і закон взаємодії для магнітних полів.

Закон всесвітнього притягання

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

де m_1, m_2 – маси взаємодіючих тіл, γ – гравітаційна стала, r – відстань між тілами.

Аналогічний закон для електричних зарядів

$$F = \varepsilon \frac{q_1 q_2}{r^2},$$

де ε – відносна діелектрична проникність, q_1, q_2 – взаємодіючі електричні заряди, r – відстань між зарядами.

Закон взаємодії магнітних полів

$$F = \mu \frac{B_1 B_2}{r^2},$$

де μ – магнітна проникність, B_1, B_2 – магнітна індукція, r – відстань між джерелами магнітного поля.

Як легко побачити, структура алгебраїчних виразів цих законів повністю аналогічні, але фізична природа цих взаємодій є абсолютно різною.

Розглянемо приклад коливань тягаря масою m , підвішеного на вертикальній пружині з коефіцієнтом жорсткості c . Диференціальне рівняння вільних коливань цього тягаря має відомий вигляд

$$m\ddot{x} + cx = 0,$$

де x – переміщення тягаря.

Кожному параметру механічної системи можна поставити у відповідність параметр електричної системи і навпаки. Наприклад, інерційні властивості тіл в механічній системі залежать від маси і моментів інерції. В електричних системах існують аналоги цих понять – індуктивність і ємність. Диференціальне рівняння коливань електричного контуру, що складається з котушки індуктивності L і конденсатора ємності C , має аналогічний вигляд, як і для коливань тягаря.

$$L\ddot{q} + \frac{1}{C}q = 0,$$

де q – заряд конденсатора.

При дослідженні механічних матеріальних систем найчастіше застосовують рівняння Лагранжа другого роду. На практиці часто зустрічаються електромеханічні системи, механічний рух яких визначається силами електромагнітної природи. Максвелл [1] у своїй праці про електрику і магнетизм застосував рівняння Лагранжа другого роду для дослідження системи, що містила механічні елементи і провідники зі струмом.

Центральним рівнянням аналітичної механіки є рівняння Лагранжа другого роду, в якому базовою величиною є енергія кінетична і потенціальна. Ці рівняння слугують основою для перенесення методів аналітичної механіки на електродинаміку у формі рівнянь Лагранжа – Максвелла, де замість кінетичної і потенціальної енергії оперують енергією електричного і магнітного полів.

Таким чином, аналітична механіка є єдиною наукою, яка дає спільний апарат – рівняння Лагранжа-Максвелла для складання диференціальних рівнянь електромеханічних систем, які є основою сучасної техніки, бо сьогодні важко уявити прилад чи машину, де б були тільки механічні елементи.

Дослідження динаміки комбайнів. Обґрунтування динамічної моделі. В роботі поставлена задача провести динамічні дослідження механічних систем механізмів приводу, силових ліній складних машин типа причіпних комбайнів, наприклад, кукурудзозбиральних, кормозбиральних, бурякозбиральних, привод яких здійснюється від валу відбору потужності трактора через кардан до центрального редуктора комбайна, а потім розгалужується до різних робочих органів.

Трансмісія таких комбінованих машин є складною згинально-крутильною динамічною системою з великим числом розподілених і зосереджених мас, з'єднаних елементами, які мають певні пружно-інерційні характеристики. Вивчення таких систем пов'язано з великими труднощами математичного характеру. Проте, практичні задачі динамічного дослідження допускають можливості значного спрощення еквівалентних моделей.

Не викривляючи основних закономірностей дійсних динамічних процесів, можна замінити реальний механізм його еквівалентною моделлю, яка складена із абсолютно жорстких дискретних мас і без інерційних пружних елементів, і представити реальну систему з великим числом ступенів вільності динамічно еквівалентною спрощеною схемою з кінцевим числом ступенів вільності.

Порядок перетворення реальної матеріальної системи і отримання динамічних характеристик елементів моделі наступний. Перш за все, визначаються моменти інерції мас і крутильні піддатливості всіх конструктивних елементів комбайнів, використовуючи розрахунково-експериментальні методи. Піддатливості визначаються в основному розрахунковим шляхом. В необхідних випадках враховується згинальна піддатливість валів и опор, яка зводиться до крутильної.

В результаті проведених операцій отримується складна схема с великим числом мас різного порядку мализни. Нехтуючи масами, які на порядок менші, об'єднуючи ті, жорсткість в'язів між якими на порядок вище інших, і зводячи систему до головного валу, виходячи з умови рівності кінетичної і потенціальної енергії, отримуємо систему с 8-10 ступенями вільності, ще досить складну для розрахунків. Подальше зменшення числа ступенів вільності проводиться з урахуванням збереження частот низьких тонів коливань, які, як показують експериментальні дослідження, є домінуючими при формуванні динамічних навантажень.

В результаті проведення перелічених операцій складну матеріальну систему комбайнів можна звести до більш простої тримасової розгалуженої крутильно-коливальної системи із збереженням двох перших форм коливань (рис.1).

Прийmemo такі позначення:

I_1, I_2, I_3 – зведені до головного валу моменти інерції енергетичного засобу і двох основних мас комбайна;

C_1, C_2, C_3 – зведені до головного валу жорсткості еквівалентних валів;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_0$ – кути повороту мас і центра розгалуження;

M_1, M_2, M_3 – зведені до головного валу моменти зовнішніх сил.

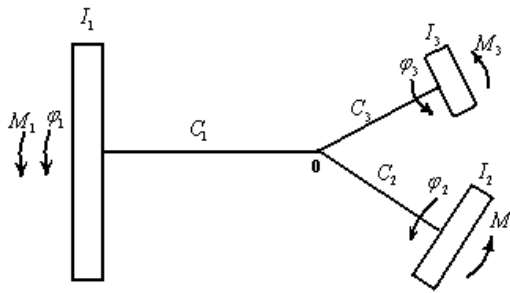


Рис. 1. Еквівалентна схема трансмісії комбайна

Прийнято, що момент двигуна змінюється в функції кутової швидкості (характеристика знята експериментально):

$$M_1 = M_n \frac{\omega_0 - \omega_1}{\omega_0 - \omega_n}, \quad (1)$$

де M_n – зведений номінальний момент, ω_0, ω_n – кутові швидкості холостого ходу і номінальна.

Формалізація моделі. Загальний розв’язок диференціальних рівнянь руху. Вихідна система диференціальних рівнянь, яка складена методом Лагранжа в другій формі, має вигляд:

$$\begin{aligned} I_1 \ddot{\varphi}_1 + C_1(\varphi_1 - \varphi_0) &= M_1, \\ I_2 \ddot{\varphi}_2 + C_2(\varphi_2 - \varphi_0) &= M_2, \\ I_3 \ddot{\varphi}_3 + C_3(\varphi_3 - \varphi_0) &= M_3. \end{aligned} \quad (2)$$

Враховуючи, що відносні кутові переміщення мас $\varphi_1 - \varphi_0$, або деформації в’язей пропорційні відповідним силам пружності $M_{10}, \dots$,

$$(\varphi_1 - \varphi_0)C_1 = M_{10},$$

і виражаючи кутові переміщення φ_2 і φ_3 та їхні другі похідні через φ_1 , а також приймаючи до уваги умови зчленування моментів сил пружності в центрі розгалуження, отримаємо систему диференціальних рівнянь в нових узагальнених координатах – моментах пружності на відповідних валах, доцільність застосування яких ретельно обґрунтована в роботах проф. С.М. Кожевнікова [2].

$$\begin{aligned} \dot{\omega}_1 + \frac{\Gamma}{I_1} \omega_1 + \frac{M_{10}}{I_1} &= \frac{\Gamma}{I_1} \omega_0, \\ \dot{\omega}_1 - \frac{\dot{M}_{10}}{C_1} + \frac{\dot{M}_{20}}{C_2} + \frac{M_{20}}{I_2} &= \frac{M_2}{I_2}, \\ \dot{\omega}_1 - \frac{\dot{M}_{10}}{C_1} + \frac{\dot{M}_{30}}{C_3} + \frac{M_{30}}{I_3} &= \frac{M_3}{I_3}, \\ M_{10} + M_{20} + M_{30} &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Отримана система диференціальних рівнянь (3), яка встановлює залежність між моментами сил пружності на окремих ділянках зведеної системи, описує поведінку машинного агрегату при дослідженні динамічних процесів. Загальний розв’язок однорідних рівнянь будемо шукати у вигляді $A_j e^{\lambda t}$, де λ – ряд характеристичних чисел,

при яких рівняння перетворюються у тотожність, A_j – сталі інтегрування, що визначаються початковим станом системи.

Підставляючи прийнятий розв'язок в систему (3), в якій праві частини покладені рівними нулю, прирівнюючи нулю и розкриваючи детермінант, складений із коефіцієнтів при шуканих сталих A_j , отримаємо характеристичне рівняння п'ятого порядку, корені якого визначають власні частоти коливань системи

$$\left[\frac{\lambda}{I_1} + \frac{\lambda^2}{C_1} \left(\lambda + \frac{\Gamma}{I_1} \right) \right] \left[\left(\frac{\lambda^2}{C_2} + \frac{1}{I_2} \right) + \left(\frac{\lambda}{C_3} + \frac{1}{I_3} \right) \right] + \left(\frac{\lambda^2}{C_2} + \frac{1}{I_2} \right) \left(\frac{\lambda^2}{C_3} + \frac{1}{I_3} \right) \left(\lambda + \frac{\Gamma}{I_1} \right) = 0. \quad (4)$$

Аналіз характеристичного рівняння для більш простих, в т.ч. і граничних випадків, дозволив встановити границі стійкості розв'язку системи, а також чисельно розв'язати його з подальшим уточненням коренів за методом ітерацій І. Ньютона, оцінити вплив дисипації на величину останніх. Із п'яти отриманих коренів рівняння перший, що визначає розгін системи, є дійсним, а решта чотири – комплексні взаємо-спряжені, вони визначають форми коливань системи.

Прийнявши одну із амплітуд (A_1) сталою і виразивши решту через неї, отримаємо передаточні коефіцієнти $K_j^{(n)}(\lambda_n)$. Загальний розв'язок системи однорідних диференціальних рівнянь уявимо у вигляді вектора [3]:

$$\vec{Y}_0(t) = \{\omega_1(t); M_{10}(t); M_{20}(t); M_{30}(t)\}. \quad (5)$$

Частинні розв'язки диференціальних рівнянь отримані з урахуванням правої частини, яка уявляє функції зовнішніх моментів. Приймаючи до уваги експериментальні діаграми сил, що формують зовнішні моменти в системі, враховуючи їхню реальну періодичність, уявляли зовнішнє навантаження у вигляді гармонічного ряду Фур'є. Приймаючи принцип суперпозиції для лінійних систем, знаходимо реакцію системи на кожен гармонічний складову, сумуючи отримані результати.

Частинні розв'язки можуть бути представлені у вигляді

$$\vec{Y}_0(t) = \begin{pmatrix} M_{10}(t) \\ M_{20}(t) \\ M_{30}(t) \\ \omega(t) \end{pmatrix} = M_2^0 e^{\lambda_k t} \begin{pmatrix} K_1(\lambda_k) \\ K_2(\lambda_k) \\ K_3(\lambda_k) \\ K_\omega(\lambda_k) \end{pmatrix} + M_3^0 e^{\lambda_3 t} \begin{pmatrix} K_1(\lambda_3) \\ K_2(\lambda_3) \\ K_3(\lambda_3) \\ K_\omega(\lambda_3) \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Стійкість руху системи. Стійкість руху механічної системи залежить від діючих сил і початкових умов руху (координат і швидкостей точок системи в момент початку руху).

Знаючи сили і початкові умови, можна теоретично розрахувати, як буде рухатись система. Рух, який відповідає розрахунку, називається незбуреним.

У зв'язку з деякою неточністю виміру початкових умов, їх дійсні значення, як правило, відрізняються від розрахункових. Крім того, механічна система під час руху може підпадати під випадкові впливи різних сил, що також еквівалентно змінює початкові умови. Відхилення початкових умов, що виникають із різних причин, називають початковими збуреннями, а рух, який система при цьому здійснює при наявності збурень – збуреним рухом.

Задача про стійкість руху і рівняння збуреного руху.

Припустимо, що рух об'єкта дослідження описаний нормальною у формі Коші системою диференціальних рівнянь

$$\frac{dy_k}{dt} = Y_k(t, y_1, y_2, \dots, y_n), \quad k=1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

де y_k – деякі параметри, які пов'язані з рухом, наприклад, координати, проекції швидкостей, з початковими умовами при $t = 0$:

$$y_k(t_0) = y_{k0}, \quad k=1, 2, \dots, n. \quad (8)$$

Нехай деяким фіксованим початковим умовам (8) відповідає певний розв'язок системи (7):

$$y_k = f_k(t), \quad k=1, 2, \dots, n, \quad (9)$$

котрий описує заданий рух, але цей рух ми можемо і не знати за неможливістю інтегрування.

Розв'язок (9), який задовольняє початковим умовам (8) і описує заданий рух, називають незбуреним рухом системи.

Надамо далі початковим умовам y_{k0} деякі невеликі за модулем прирости δ_k , $k=1,2,\dots,n$, які називають початковими збуреннями. Нехай новим початковим значенням $y_{k1} = y_{k0} + \delta_k$ відповідає новий частинний розв'язок системи (7)

$$y_k = \varphi_k(t), \quad k=1,2,\dots,n. \quad (10)$$

Розв'язок (10), який отриманий з урахуванням початкових збурень δ_k , і відповідний йому рух системи називають збуреним рухом.

Виходячи із розв'язків (9) і (10), визначимо їх прирости:

$$\delta_{yk} = \varphi_k(t) - f_k(t) = u_k(t), \quad k=1,2,\dots,n, \quad (11)$$

які називають варіаціями параметрів руху.

Розглянемо рух в координатах $u_1, u_2, \dots, u_n$. Простір $(u_1, u_2, \dots, u_n)$ в теорії стійкості називають фазовим простором, координати u_k – фазовими координатами, а їх сукупність, яка визначає деякий стан системи, що досліджується – фазою системи.

Будь-який незбурений рух зображується у системі координат $(u_1, u_2, \dots, u_n)$ фіксованою точкою $M_0(0, \dots, 0)$, яка співпадає з початком координат (усі $u_k \equiv 0$). Точка M_0 називається точкою рівноваги системи.

Сукупність значень $(u_1(t), \dots, u_n(t))$ в довільний момент часу t визначає відповідний фазовий стан або фазу системи. Геометрично зміна фазових координат визначає фазову траєкторію L_k зображувальної точки M_k в n -вимірному просторі u_k з початком у точці M_0 , яка відповідає початку координат при незбуреному русі.

Виходячи з викладених міркувань, означимо стійкість руху за Ляпуновим [4].

Якщо довільно заданому додатному числу ε , яким малим воно б не було, можна поставити у відповідність друге додатне число $\delta = \delta(\varepsilon)$, таке, що при будь-яких початкових збуреннях

$$\delta_1 = u_1(t_0), \quad \delta_2 = u_2(t_0), \quad \dots, \quad \delta_n = u_n(t_0),$$

які задовольняють при $t = t_0$ нерівностям

$$|u_1(t_0)| \leq \delta, |u_2(t_0)| \leq \delta, \dots, |u_n(t_0)| \leq \delta,$$

для всіх $t = t_0$ виконуються нерівності

$$|u_1(t_0)| < \varepsilon, |u_2(t_0)| < \varepsilon, \dots, |u_n(t_0)| < \varepsilon,$$

то незбурений рух називається стійким.

У плоскому фазовому підпросторі (u_1, u_2) даному означенню можна дати геометричну інтерпретацію (рис. 2). Фазова траєкторія L_1 точки M_1 належить стійкому руху. Окрему групу стійких рухів утворюють асимптотично стійкі рухи, які можна визначити таким чином.

Якщо незбурений рух системи є стійким і при цьому будь-який збурений рух при достатньо малих початкових збуреннях прямує до незбуреного руху, тобто якщо

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n u_k^2(t) = 0, \quad (12)$$

то такий незбурений рух називається асимптотично стійким рухом (траєкторія L_3 точки M_3 на рис.2).

У виразі (12) за міру відхилень збуреного руху від незбуреного прийнята сума квадратів фазових координат u_k . Якщо параметри руху системи не задовольняють даним означенням, то такий рух є нестійким (фазова траєкторія L_2 точки M_2 на (рис.2).

Умови (12) з геометричної точки зору розуміють таким чином: при асимптотичній стійкості зображувальна точка M фазової траєкторії повинна, не виходячи за межі сфери радіуса ε , необмежено наближатись до початку координат O (лінія L_3 точки M_3 на рис. 2). Це означає, що фізична система, рух якої досліджується, намагається повернутися у свій вихідний зрівноважений стан.

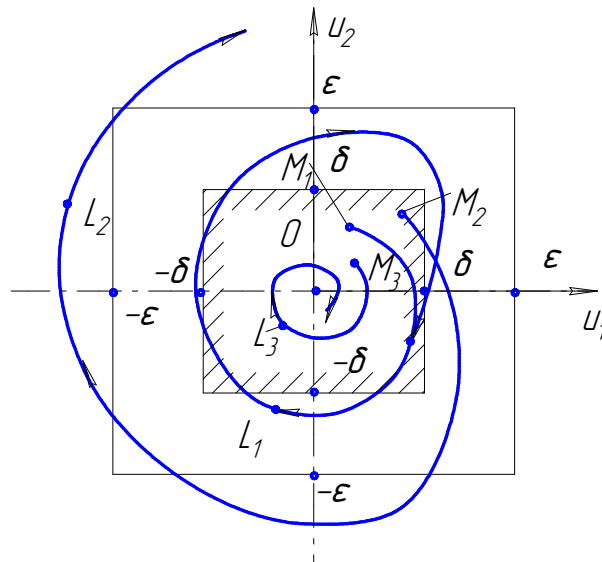


Рис. 2. Геометрична інтерпретація стійкості

Диференціальні рівняння збуреного руху.

Для дослідження збуреного руху у відповідності до його означення в системі фазових координат $u_1, u_2, \dots, u_n$ доцільно диференціальні рівняння (7) звести до нових змінних $\delta_{y_k}(t) = u_k(t)$, де $k = 1, \dots, n$. Підставивши у рівняння (7) параметри збуреного руху $\varphi_k = f_k + u_k$, дістанемо нову систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \dot{u}_k &= Y_k(t, \varphi_1, \dots, \varphi_n) - Y_k(t, f_1, \dots, f_n) = \\ &= Y_k(t, f_1 + u_1, \dots, f_n + u_n) - Y_k(t, f_1, \dots, f_n) = \\ &= U_k(t, u_1, \dots, u_n), \quad k = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (13)$$

Рівняння (13) в теорії стійкості руху називають диференціальними рівняннями збуреного руху. Кожному збуреному руху досліджуваного об'єкту відповідає деякий частинний розв'язок системи (13). Відомо, що будь-якому незбуреному руху відповідають нульові значення фазових координат $u_k(t)$, тобто тривіальний розв'язок $u_1 = u_2 = \dots = u_n = 0$ системи (13), який вона повинна мати. Для цього необхідно, щоб функції $U_k(t, u_1, \dots, u_n)$ перетворювались в нуль при $u_1 = u_2 = \dots = u_n = 0$.

Таким чином, дослідження на стійкість будь-якого незбуреного руху можна звести до дослідження на стійкість тривіального розв'язку системи (13). Фізичний сенс системи (13) полягає у тому, що вона визначає вектор швидкості руху зображувальної точки M вздовж фазової траєкторії L :

$$\bar{u}_M = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}.$$

Рівності $U_k = U_k(t)$ можна розглядати, як параметричні рівняння руху точки.

Проте, у багатьох випадках праві частини рівнянь збуреного руху не залежать явно від часу:

$$\dot{u}_k = U_k(u_1, \dots, u_n), \quad k = 1, 2, \dots, n. \quad (14)$$

Система (14) називається стаціонарною або автономною, а її рух – усталеним. Ці системи в подальшому і розглядаються. Припускаючи, що праві частини рівнянь (14) розкладаються в ряд Тейлора (Маклорена) по степенях $u_k(t)$, запишемо:

$$\dot{u}_k = p_{k1}u_1 + p_{k2}u_2 + \dots + p_{kn}u_n + \overset{*}{U}_k(t, u_1, \dots, u_n), \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (15)$$

де коефіцієнти $p_{ki} = p_{ki}(t) = \left(\frac{\partial U_k}{\partial u_i} \right)_0$ у загальному випадку є функціями часу t (для автономних систем – сталі величини);

$\overset{*}{U}_k$ – сукупність всіх членів розкладання вищих порядків мализни (починаючи з другого) відносно U_k . Нехтуючи в рівняннях (15) членами вищих порядків, отримаємо лінійну однорідну систему

$$\dot{u}_k = p_{k1}u_1 + p_{k2}u_2 + \dots + p_{kn}u_n, \quad k = 1, \dots, n. \quad (16)$$

Приклад 1. Складемо диференціальне рівняння збуреного руху симетричної причіпної сільськогосподарської машини масою m , яка рухається зі сталою поступальною швидкістю v_0 під дією сили сумарного опору $\bar{R}$, вектор якої проходить

вздовж осі симетрії і прикладений у центрі ваги O . Сила $\bar{R}$ збігається з напрямом сили тяги трактора $\bar{P}$, що прикладена в точці причепа $D(x_1, y_1)$ (рис. 3). Момент інерції машини відносно центра ваги дорівнює I_0 .

Внаслідок випадкових бокових сил сумарний опір $\bar{R}$ машини змістився, виникла пара сил, під дією якої агрегат повертається проти годинникової стрілки. Частково пара компенсується реактивною парою $(\bar{F}, -\bar{F})$, що виникає від бокового опору коліс і робочих органів.

Машина перебуває під дією сумарного збуреного моменту:

$$M = R \cdot r - F \cdot l, \quad (a)$$

де r – зміщення сили $\bar{R}$ від лінії симетрії; l – плече реактивної пари $\bar{F}, -\bar{F}$.

Обмежуючись малим кутом θ , який приймемо за узагальнену координату, будемо вважати

$$F = R \tan \theta \approx R \theta.$$

Тому рівняння (a) буде мати вигляд:

$$M = R(r - l\theta). \quad (б)$$

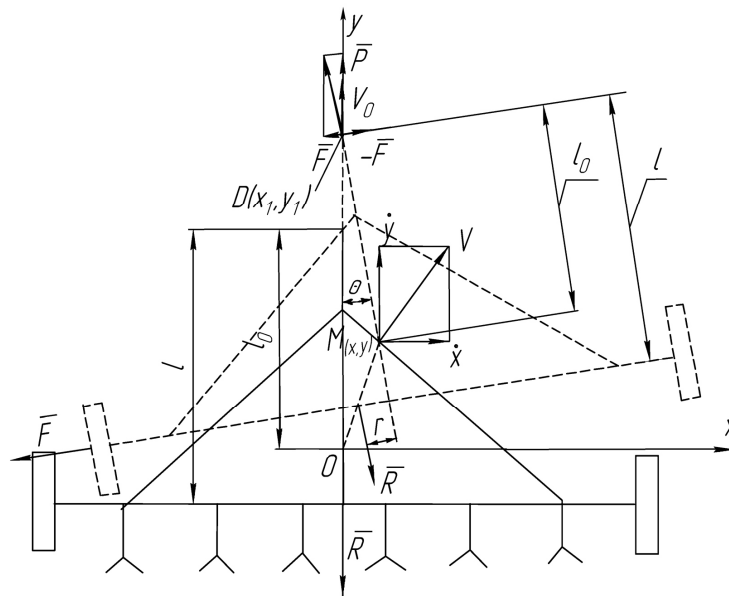


Рис. 3. Розрахунково-силова схема причіпної машини

Запишемо рівняння в'язі, як відстань, що завжди зберігається між точкою причепа $D(x_1, y_1)$ і центром ваги $M(x, y)$, l_0 – відстань між вказаними точками:

$$(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 = l_0^2. \quad (в)$$

Оскільки $x_1 = 0$, $y_1 = v_0 t + l$, то рівняння (в) зміниться:

$$x^2 + (v_0 t + l_0 - y)^2 = l_0^2. \quad (г)$$

Декартові координати центра ваги через узагальнену координату θ дорівнюють:

$$\begin{aligned}x &= l_0 \sin \theta, \\y &= v_0 t + l_0 (1 - \cos \theta).\end{aligned}\quad (\text{д})$$

Взявши похідну за часом від виразу (д), маємо:

$$\dot{x} = l_0 \dot{\theta} \cos \theta; \quad \dot{y}_0 = v_0 + l_0 \dot{\theta} \sin \theta. \quad (\text{е})$$

Машина є системою з одним ступенем вільності, тому рівняння Лагранжа можна записати так:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \theta} = Q_\theta, \quad (\text{ж})$$

де T – кінетична енергія машини, Q_θ – узагальнена сила, $\dot{\theta}$ – узагальнена швидкість.

Визначимо кінетичну енергію машини:

$$T = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I_0 \dot{\theta}^2 = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + \frac{1}{2} I_0 \dot{\theta}^2. \quad (\text{з})$$

Підставляючи в (з) вираз (е), маємо:

$$T = \frac{1}{2} m (l_0^2 \dot{\theta}^2 + v_0^2 + 2 v_0 l_0 \dot{\theta} \sin \theta) + \frac{1}{2} I_0 \dot{\theta}^2. \quad (\text{к})$$

Знайдемо частинні похідні з виразу (к):

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}} = (m l_0^2 + I_0) \dot{\theta} + m v_0 l_0 \sin \theta; \quad \frac{\partial T}{\partial \theta} = m v_0 l_0 \cos \theta \cdot \dot{\theta}.$$

Для визначення узагальної сили Q_θ запишемо вираз елементарної роботи прикладених сил на можливих переміщеннях точок системи:

$$\delta A = M \delta \theta = R(r - l \theta) \delta \theta, \quad \text{звідки} \quad Q_\theta = R(r - l \theta).$$

Підставляючи у вираз (ж) всі знайдені величини, маємо:

$$\begin{aligned}(m l_0^2 + I_0) \ddot{\theta} &= R(r - l \theta), \\ \ddot{\theta} + \lambda^2 \theta &= \lambda^2 k,\end{aligned}\quad (\text{и})$$

де $\lambda = \sqrt{\frac{R l}{m l_0^2 + I_0}}; \quad k = \frac{r}{l}.$

Рівняння (и) і є диференціальним рівнянням збуреного руху причіпної машини.

Рівняння Лагранжа-Максвелла

У працях Максвелла Дж. К.: Maxwell/ A Treatise on Electricity and magnetism. 1873, (переклад «Избранные сочинения по теории электромагнитного поля». М.: Гостехиздат, 1952) вперше були застосовані рівняння Лагранжа другого роду для дослідження системи, що містила механічні елементи і провідники зі струмом, які можуть створювати декілька індуктивно і кондуктивно зв'язаних контурів, між тілами яких є сили, обумовлені як механічною так і електромагнітною взаємодією.

Отже, для дослідження механізмів з електроприводом, як електромеханічних

систем, найбільш зручними є рівняння Лагранжа-Максвелла, які мають форму рівнянь Лагранжа другого роду і дозволяють автоматично отримати не тільки рівняння руху механічної частини системи, але і зв'язані з ними рівняння електричної частини.

Складання цих рівнянь передбачає, що стан електромеханічної системи описується узагальненими координатами механічної частини, кількість яких у голономних системах дорівнює числу ступенів вільності механізму, і узагальненими координатами електричної частини, які визначають стан електричної частини системи.

Узагальнені механічні координати позначимо $q_i (q_1, q_2, \dots, q_n)$, де число n дорівнює кількості ступенів вільності механізму. За узагальнені механічні координати вибираємо лінійні або кутові параметри ланок.

Узагальнені електричні координати позначимо $g_k (g_1, g_2, \dots, g_m)$, де число m дорівнює кількості електричних ступенів вільності. За узагальнені електричні координати вибираємо кількості електрики (заряди).

Похідні за часом від узагальнених механічних координат уявляють узагальнені швидкості $\dot{q}_i$, а похідні за часом від узагальнених електричних уявляють узагальнені струми $\dot{g}_k$.

Рівняння Лагранжа-Максвелла для електромеханічних систем мають вигляд

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (17)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{g}_k} \right) - \frac{\partial L}{\partial g_k} = Q_k, \quad k = 1, 2, \dots, m. \quad (18)$$

У цих рівняннях літера L є функцією Лагранжа-Максвелла, яка дорівнює сумі «електричної» функції Лагранжа L_E і «механічної» функції Лагранжа L_M :

$$L = L_E + L_M. \quad (19)$$

«Механічна» функція Лагранжа, як відомо, рівна різниці кінетичної T і потенціальної енергії Π механічної системи

$$L_M = T - \Pi. \quad (20)$$

«Електрична» функція Лагранжа для механізмів з електроприводом співпадає з магнітною енергією системи

$$L_E = \frac{1}{2} \sum_{r,s=1}^{\infty} L_{rs} i_r i_s, \quad (21)$$

де r та s – кількість незалежних електричних контурів (витків, обмоток), по яких протікають струми i_r та i_s ; L_{rs} при $r \neq s$ – взаємна індуктивність (коефіцієнт взаємодукації), а при $r = s$ – індуктивність (коефіцієнт самоіндукації).

Узагальнена або зведена сила Q_i визначається, як скалярна величина, рівна коефіцієнту при варіації цієї узагальненої координати у виразі елементарної роботи сил.

Узагальнена «сила» Q_k визначається за аналогією з Q_i , як скалярна величина, рівна коефіцієнту при варіації цієї «електричної» узагальненої координати у виразі елементарної роботи електричних сил

$$\delta A = \sum_{k=1}^m (E_{r,s} - R_{r,s} i_{r,s}) \delta g_k, \quad (22)$$

де $E_{r,s}$ – електрична рухаюча сила контуру,

$R_{r,s}$ – електричний опір контуру.

Приклад 2. Електромагнітний прилад складається із рухомої котушки певної маси, що обертається у сталому магнітному полі, який утворює інша нерухома котушка, що складають одна з однієї послідовний електричний ланцюг.

На рухому котушку діє пара сил з боку пружини з коефіцієнтом жорсткості c . В обертальній парі рухомої котушки має місце в'язке тертя з коефіцієнтом опору β .

За узагальнені координати системи приймаємо кут повороту рухомої котушки φ та струм i , що протікає крізь обмотки котушок. Тоді «механічна» функція Лагранжа приймає вигляд

$$L_M = \frac{1}{2}(J\dot{\varphi}^2 - c\varphi^2),$$

де J – момент інерції рухомої котушки відносно осі обертання.

«Електрична» функція Лагранжа має вигляд

$$L_E = \frac{1}{2}(L_1 + L_{12} + L_2)i^2,$$

де індекс 1 стосується рухомої котушки, а індекс 2 – нерухомої.

За умови симетрії взаємна індуктивність $L_{12} = L_{21}$. Позначимо їх суму (повний коефіцієнт взаємної індуктивності) через $2M$ і приймемо до уваги, що цей коефіцієнт залежить від взаємного розміщення котушок, тобто від кута повороту рухомої котушки φ . Звичайно приймають

$$M = M_o \sin \varphi,$$

де кут повороту φ відраховується від положення, при якому котушки перпендикулярні. Індуктивність котушок L_1, L_2 вважаємо сталими величинами.

Таким чином, остаточно функція Лагранжа-Максвелла має вигляд

$$L = \frac{1}{2}[(L_1 + L_2 + 2M_o \sin \varphi)i^2 + J\dot{\varphi}^2 - c\varphi^2].$$

Узагальнена сила Q_i знаходиться із виразу елементарної роботи сил тертя на можливому переміщенні системи (робота сил пружності пружини врахована при складанні виразу потенціальної енергії):

$$\delta A = -\beta \dot{\varphi} \delta \varphi \Rightarrow Q_i = -\beta \dot{\varphi}.$$

Узагальнена сила Q_k знаходиться із виразу елементарної роботи «електричних сил»

$$\delta A = (E - iR)\delta i \Rightarrow Q_k = E - iR,$$

де R – сумарний опір обмоток котушок,

E – зовнішня електрична рушійна сила.

Рівняння Лагранжа-Максвелла:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = -\beta\dot{\varphi},$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{i}}\right) = E - iR.$$

Визначимо похідні від функції Лагранжа-Максвелла

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} &= J\dot{\varphi}; & \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right) &= J\ddot{\varphi}; & \frac{\partial L}{\partial \varphi} &= M_o i^2 \cos \varphi - c\varphi; \\ \frac{\partial L}{\partial \dot{i}} &= (L_1 + L_2 + 2M_o \sin \varphi)i; \\ \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{i}}\right) &= (L_1 + L_2 + 2M_o \sin \varphi)\frac{di}{dt} + 2M_o i \dot{\varphi} \cos \varphi.\end{aligned}$$

Підставимо в останні рівняння значення похідних. У підсумку отримаємо остаточно рівняння Лагранжа-Максвелла

$$J\ddot{\varphi} - M_o i^2 \cos \varphi + c\varphi = -\beta\dot{\varphi},$$

$$(L_1 + L_2 + 2M_o \sin \varphi)\frac{di}{dt} + 2M_o i \dot{\varphi} \cos \varphi = E - iR.$$

Сумісне розв'язання цих двох рівнянь дозволяє отримати шукані функції зміни узагальнених координат за часом

$$\varphi = \varphi(t); \quad i = i(t).$$

Приклад 3. За допомогою електродвигуна сталого струму з незалежним збудженням і параметрами: $J_{зб}$ – зведений момент інерції; $M_{зб}$ – зведений момент сил (задані параметри є функціями кута повороту ротора електродвигуна) рухається вхідна ланка механізму.

Скласти рівняння Лагранжа-Максвелла для заданої електромеханічної системи.

Позначимо індуктивності обмоток збудження і якоря літерами L_z, L_y , взаємну індуктивність через $L_{zy}, L_{yz} = M$, струми в обмотках збудження і якоря, відповідно, через i_z, i_y . Тоді функція Лагранжа-Максвелла отримує вигляд:

$$L = \frac{1}{2}(L_z i_z^2 + L_y i_y^2 + 2M i_z i_y + J_{зб} \dot{\varphi}^2).$$

Якщо вважати струм в обмотці збудження сталим, то стан заданої електромеханічної системи визначається двома узагальненими координатами:

φ – кут повороту якоря електродвигуна,

i_y – струм в обмотці якоря електродвигуна.

Узагальнені координати як функції часу можуть бути знайдені із рівнянь Лагранжа-Максвелла

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = M_{зб}; \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{i}_y}\right) = U - i_y R_y;$$

де U – напруження, прикладене до обмотки якоря,

$R_{\text{я}}$ – опір обмотки якоря.

Під час диференціювання функції Лагранжа-Максвелла вважаємо індуктивності $L_3, L_{\text{я}}$ сталими, а взаємну індуктивність M – залежною від кута повороту якоря φ .

Виконуючи диференціювання, отримаємо

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} &= J_{36} \dot{\varphi}; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} \right) = J \ddot{\varphi} + \dot{\varphi}^2 \frac{dJ_{36}}{d\varphi}; \\ \frac{\partial L}{\partial \varphi} &= \frac{dM}{d\varphi} i_{\text{я}} i_3 + \frac{1}{2} \dot{\varphi}^2 \frac{dJ_{36}}{d\varphi}; \quad \frac{\partial L}{\partial i_{\text{я}}} = L_{\text{я}} i_{\text{я}} + M_3 i_3; \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial i_{\text{я}}} \right) &= L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} + \frac{dM}{d\varphi} \dot{\varphi} i_3.\end{aligned}$$

Тепер рівняння Лагранжа-Максвелла приймають вигляд

$$\begin{aligned}J \ddot{\varphi} + \frac{1}{2} \dot{\varphi}^2 \frac{dJ_{36}}{d\varphi} - \frac{dM}{d\varphi} i_{\text{я}} i_3 &= M_{36}; \\ L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} + \frac{dM}{d\varphi} \dot{\varphi} i_3 &= U - i_{\text{я}} R_{\text{я}}.\end{aligned}$$

Сумісний розв'язок цих двох рівнянь дозволяє визначити шукані функції $\varphi = \varphi(t); \quad i_{\text{я}} = i_{\text{я}}(t)$.

Висновки. Методи Лагранжа і Максвелла дозволяють ефективно досліджувати рух складних механічних і електромеханічних систем. Методи Ляпунова дозволяють дослідити стійкість руху. Електродинамічні аналогії додатково підкреслюють єдність різних форм матерії, а також єдність матерії і руху.

Список літератури

1. Maxwell A. Treatise on Electricity and Magnetism. Oxford, 1873.
2. Кожевников С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах. – К.: Наукова думка, 1986. – 287 с.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по высшей математике. – М.: Физматгиз, 1987. – 458 с.
4. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. – М.: Гостехиздат, 1950. – 472 с.

Эффективные методы исследования электромеханических систем

Литвинов О.И.

В работе подчеркивается единство разных форм движения материи и освещаются методы исследования движения электромеханических систем, которые базируются на трудах Лагранжа, Максвелла, Ляпунова. Приводятся электромеханические аналогии и примеры исследования систем сельскохозяйственного назначения.

Effective methods of electromechanical systems research

Lytvynov O.I.

In work the unity of different forms of a matter movement is emphasized and methods of research of mechanical systems movement which are based on Lagranj, Maxwell and Lyapunov researches are shined. Electromechanical analogies and examples of research of systems of agricultural purpose are resulted.

ЛОВЕЙКИН В.С., ЧОВНЮК Ю.В., ДЯЧЕНКО Л.А.
ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА
ВИБРОПЛУГА В РАМКАХ МОДЕЛИ ОДНОРОДНОГО СТЕРЖНЯ С
УПРУГО ПРИСОЕДИНЕННОЙ МАССОЙ

УДК 539.3; 631.3

Ловейкин В.С., д.т.н., профессор,
Човнюк Ю.В., к.т.н., доцент, Национальный университет биоресурсов и
природопользования Украины, г. Киев, Украина
Дяченко Л.А., к.т.н. Обособленное подразделение Национального университета
биоресурсов и природопользования Украины «Нежинский агротехнический институт»,
г. Нежин, Черниговская обл., Украина

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО
ОРГАНА ВИБРОПЛУГА В РАМКАХ МОДЕЛИ ОДНОРОДНОГО СТЕРЖНЯ С
УПРУГО ПРИСОЕДИНЕННОЙ МАССОЙ

Исследование пространственного звукового поля, создаваемого колеблющимся рабочим органом вибропуга ограниченных размеров в обрабатываемом грунте, который моделируется квазиупругой вязкой (Максвелловской) жидкостью, представляет собой сложную задачу. Ряд закономерностей для дальнего акустического поля при колебаниях осесимметричного тела вращения установлен на модели однородного стержня [1, 2]. Однако такая модель является сильно упрощенной применительно к реальным конструкциям вибропугов и их рабочих органов. В настоящем исследовании учитывается неоднородность в виде сосредоточенной упруго присоединенной массы, изучено ее влияние на дальнее акустическое поле однородного стержня при возбуждении его поперечной гармонической силой (масса не является самостоятельным источником звука). Звуковое давление вычисляется приближенным методом [1]. Вдоль оси стержня распределяются элементарные источники (диполи), интенсивность которых определяется амплитудами поперечных смещений, найденных с учетом реакции среды [3]. Установлено, что диаграмма направленности излучения стержня с массой на резонансных частотах может существенно отличаться от случая однородного. В направлении, перпендикулярном оси стержня (траверсном) возможно как усиление поля, так и его ослабление по сравнению с однородным стержнем, излучающим в этом направлении как твердое тело на всех частотах. Указанный эффект значителен, когда собственная частота упруго присоединенной массы близка к балочной. Величина эффекта зависит от потерь в упругой связи и материале стержня.

Пусть в обрабатываемом грунте – неограниченной акустической среде с плотностью ρ и скоростью продольного звука C совершает вынужденные изгибные колебания тонкий упругий стержень длиной l с погонной массой m , изгибной жесткостью EJ . В сечении $x = x$, подвешена масса M на упругой связи с жесткостью C_1 (ось Ox цилиндрической системы координат совпадает с осью стержня, $0 \leq x \leq l$). Сосредоточенная гармоническая сила $Q \cdot e^{-i\omega t}$ приложена в сечении $x = x_2$; ω – частота колебаний, $i^2 = -1$, t – время, Q – амплитуда силы.

Предполагаем, что поперечный размер стержня a много меньше длины изгибной волны λ_n и волны в среде (грунте) λ :

$$\alpha \cdot a = 2\pi \cdot a / \lambda_n \ll 1, \quad k \cdot a = 2\pi \cdot a / \lambda \ll 1, \quad (1)$$

где α , k – волновые числа изгибной волны и волны в среде, $k = \omega / C$, $\alpha^4 = \omega^2 \cdot (m / (EJ))$.

Колебания стержня описываются классическим уравнением Бернулли-Эйлера [4], концы $x = 0, l$ считаются свободными. Реакция среды учитывается в виде погонной (на единицу длины стержня) присоединенной массы m_0 , которая определяется из решения задачи о колебаниях бесконечного круглого цилиндра и в силу условий (1) слабо зависит от частоты: $m_0 \approx \pi \cdot a^2 \cdot \rho$. Потери в материале стержня и упругой связи учитываются комплексным модулем упругости $\tilde{E} = E \cdot (1 - i \cdot \eta_1)$ и комплексной жесткостью $\tilde{C}_1 = C_1 \cdot (1 - i \cdot \eta_2)$ [5].

Звуковое давление P на больших расстояниях $R \gg l$ от рассматриваемого стержня в сферической системе координат (R, χ, φ) определяется по формуле [1]:

$$P(R, \chi, \varphi) = \frac{\rho c k^2 \cdot e^{ikR}}{4\pi R} \cdot \sin \chi \cdot \cos \varphi \cdot \left(F + \frac{m_0}{\rho} \right) \cdot \int_0^l e^{-ikx \cdot \cos \chi} \cdot V(x) dx, \quad (2)$$

где χ – угол, отсчитываемый от положительного направления Ox в плоскости колебаний $\varphi = 0$; F – площадь сечения стержня; $V(x)$ – скорость колебаний точек поверхности стержня, которая принимается соответствующей форме вынужденных колебаний $Y(x)$, $V(x) = -i\omega \cdot Y(x)$; $Y(x)$ определяется из расчета колебаний стержня с массой (здесь и далее множитель $e^{-i\omega t}$ опущен).

Из выражения (2) следует, что акустическое поле рассматриваемого стержня, как и в случае однородного, полностью определяется формой вынужденных колебаний и основные закономерности излучения, установленные для однородного стержня, справедливы и для стержня с массой. Возможное отличие обусловлено искажением собственных форм стержня с массой по сравнению с однородным (сравниваются формы с одинаковым числом узлов N). Характер диаграммы направленности излучения стержня с массой и однородного зависит от частоты возбуждения. При возбуждении с низкой частотой ($\alpha \cdot l \ll 1$) или частотой, отличной от резонансной, диаграмма имеет вид диаграммы направленности акустического диполя. На резонансных частотах она отличается от дипольной, если возмущающая сила приложена в пусности резонансной формы колебаний. При этом происходит усиление звукового давления в направлениях

$(\pi/6) \leq \chi \leq (2\pi/3)$ (рис.1), вызванное изгибными колебаниями стержня. В

направлении углов χ , близких к $\pi/2$, в случае однородного стержня звуковое давление определяется колебаниями стержня как твердого тела и не имеет резонансного характера. В то же время для стержня с массой возможно значительное увеличение амплитуды давления за счет изгибных колебаний (если положение массы не совпадает с узлом собственной формы однородного стержня).

Действительно, при $\chi \approx (\pi/2)$ из (2) следует, что $|P|_{\chi=\pi/2} \sim \int_0^l |V(x)| dx \sim V_{ц.м.} \cdot V_{ц.м.}$ – скорость центра масс стержня (если $V_{ц.м.} = 0$, то $|P|_{\chi=\pi/2} = 0$). При колебаниях однородного стержня $\int_0^l Y_0(x) dx = 0$ $Y_0(x)$ – форма изгибных колебаний, и смещение центра масс определяется только движением стержня как твердого тела.

Для рассматриваемого стержня наличие дополнительной массы искажает изгибные формы $Y(x)_{изг.}$, $\int_0^l Y(x)_{изг.} dx \neq 0$. Вклад изгибных деформаций стержня в смещение центра масс существенен и может как усилить, так и скомпенсировать смещение центра масс за счет движения стержня как твердого тела.

Рассмотрим направление $\chi \approx (\pi/2)$. В этом случае из (2) можно получить выражение для амплитуды давления:

$$|P|_{\chi=\pi/2} = \frac{k \cdot Q}{4\pi \cdot R} \cdot \left| 1 + \frac{Q_1}{Q} \right|, \quad (3)$$

ЛОВЕЙКИН В.С., ЧОВНЮК Ю.В., ДЯЧЕНКО Л.А.
ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА
ВИБРОПЛУГА В РАМКАХ МОДЕЛИ ОДНОРОДНОГО СТЕРЖНЯ С
УПРУГО ПРИСОЕДИНЕННОЙ МАССОЙ

Принято $\rho = \rho_{ст}$, $\rho_{ст}$ – плотность материала стержня; $Q_1 = \beta \cdot Y(x_1)$ – реакция упругой связи; $\beta = M \cdot \omega^2 \cdot \mu$, $\mu = [1 - (\omega/\omega_0)^2]^{-1}$ – коэффициент динамичности, $\omega_0^2 = C_1/M$, $Y(x_1)$ – смещение точки присоединения массы.

$$Y(x_1) = \frac{Q}{\alpha^3 \cdot EJ} \cdot \frac{\phi(x_1, x_2)}{[\Delta C - \beta \cdot G(x_1)]}, \quad (4)$$

где $\phi(x_1, x_2) = V(\alpha \cdot (x_1 - x_2)) \cdot H(x_1 - x_2) \cdot \Delta C + S(\alpha x_1) \cdot (S(\alpha(l - x_2)) \cdot V(\alpha l) - T(\alpha(l - x_2)) \cdot U(\alpha l)) + T(\alpha x_1) \cdot (T(\alpha(l - x_2)) \cdot T(\alpha l) - S(\alpha(l - x_2)) \cdot U(\alpha l));$

$G(x_1) = S(\alpha x_1) \cdot (S(\alpha(l - x_1)) \cdot V(\alpha l) - T(\alpha(l - x_1)) \cdot U(\alpha l)) + T(\alpha x_1) \cdot (T(\alpha(l - x_1)) \cdot T(\alpha l) - S(\alpha(l - x_1)) \cdot U(\alpha l));$

$\Delta C = U^2(\alpha l) - V(\alpha l) \cdot T(\alpha l)$; уравнение $\Delta_c = 0$ определяет собственные частоты однородного стержня, $S(\alpha x)$, $V(\alpha x)$, $T(\alpha x)$, $U(\alpha x)$ – функции Крылова; $H(x) = 1$ при $x > 0$, $H(x) = 0$ при $x \leq 0$ (т. е. $H(x)$ – функция Хэвисайда).

При $M = 0$ $|P|_0 = \frac{k \cdot Q}{4\pi \cdot R}$.

Величина амплитуды давления $|P|_{\chi=\pi/2}$ зависит от следующих параметров: отношения масс $\xi = M/(ml)$, положения массы x_1 и возмущающей силы x_2 ,

безразмерной собственной частоты упруго присоединенной массы $(\alpha l)_0 = \left[\frac{C_1 \cdot l^3}{EJ \cdot \xi} \right]^{1/4}$ и частоты возбуждения (αl) .

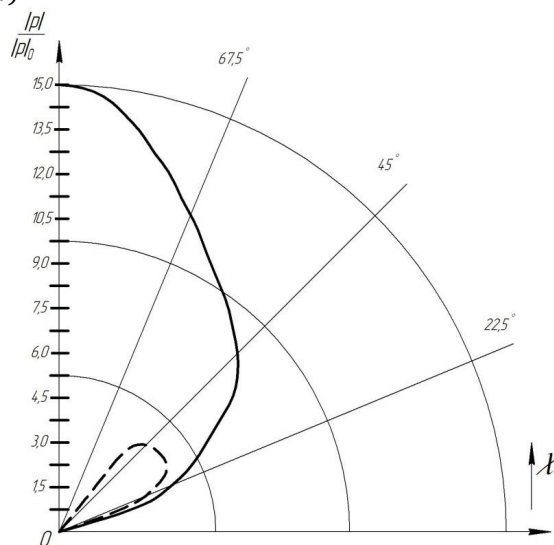


Рис.1 Диаграммы направленности излучения однородного стержня при $\alpha l = 7,85$ (2) и с массой $\alpha l = 7,2$ (1)

$k/\alpha = 0,7$; $x_1 = 0,3$; $x_2 = 0$; $\xi = M/(ml) = 0,1$;

$\eta_1, \eta_2 = 0,01$; $|P|_0 = \frac{k \cdot Q}{4\pi \cdot R}$; $N=3$

На ПЭВМ были проведены численные исследования зависимости

$$K_p = |P|_{x=\pi/2} / |P|_0 \quad (\xi = 0,1) \text{ от параметров } x_1/l, x_2/l. \text{ При этом возбуждение}$$

стержня – резонансное. Собственная частота упруго присоединенной массы фиксирована: $\alpha l_0 = 7,8$. При изменении положения груза $0 \leq x_1 \leq l$ стержень возбуждается с той резонансной частотой, которой соответствует собственная мода колебаний с тремя узлами ($N=3$). Если груз расположен в узловых точках собственной моды однорядного стержня, тогда груз не искажает форму колебания и $K_p \approx 0$. Стержень излучает как твердое тело. Вклад нерезонансных мод незначителен. Если x_1/l

не совпадает с узлами, то усиление поля соответствует положению силы вдоль линии пучностей резонансных форм стержня с массой. Для точек приложения силы вдоль линии узлов K_p остается равным ≈ 1 . Области усиления ограничены линиями уровня $K_p = 1$. Этим линиям соответствует условие $Q_1 = 0$ или $Y(x_1) = 0$ (3), (4). Если смещение $Y(x_1)$ вызывает реакцию Q_1 , действующую в фазе с возмущающей силой Q , то $K_p > 1$, а если реакция Q_1 действует в противофазе с Q , тогда $K_p < 1$. Максимальное и минимальное значение K_p зависят от величины потерь η_1, η_2 . Чем меньше потери, тем ярче выражены особенности акустического поля вблизи резонансов.

Была также численно на ПЭВМ исследована зависимость K_p от частоты возбуждения αl и собственной частоты упруго присоединенной массы αl_0 для фиксированных значений x_1, x_2 . При возбуждении стержня с частотой $\alpha l \ll \alpha l_1$, где αl_1 – частота соответствующая первой собственной моде колебаний однорядного стержня $N=2$, стержень с массой излучает как однородный, $K_p \approx 1$ при любых αl_0 , так как масса не является самостоятельным источником звука.

При возбуждении с частотой $\alpha l \gg \alpha l_0 > \alpha l_1$ резонансные частоты стержня с массой и однородного совпадают и $K_p \approx 1$. Существенное отличие излучения рассматриваемого стержня от однородного соответствует частотам возбуждения $\alpha l \approx \alpha l_0$, когда $\alpha l_0 \approx \alpha l_i$, где αl_i – собственная частота однородного стержня (если положение массы не совпадает с узлом i -й собственной формы. При возбуждении с частотой $\alpha l < \alpha l_0$ резонансные частоты рассматриваемого стержня и однородного отличаются незначительно в силу малости параметра ξ и небольшое усиление, $K_p > 0$, соответствует частотам αl , близким к собственным частотам однородного стержня $\alpha l = \alpha l_i < \alpha l_0$.

Рассмотрим частный случай возбуждения стержня в точке присоединения массы, $x_1 = x_2$, αl_0 фиксировано и совпадает со 2-й собственной частотой однородного стержня. В этом случае эффект сильного ослабления поля возникает, когда частота возбуждения совпадает с собственной частотой однородного стержня. При этом форма вынужденных колебаний стержня с массой совпадает с собственной формой однородного, смещения в точке x_1 , определенное из (4) без учета потерь (η_1, η_2), равно $Y(x_1) = -\left(\frac{1}{\beta}\right) \cdot \left(\frac{Q}{\alpha^3 \cdot E l}\right)$, реакция Q_1 , вызванная этим смещением, равна $Q_1 = \beta \cdot Y(x_1) = -Q$ и действует в противофазе с возмущающей силой. Смещение центра массы стержня не происходит, стержень в траверсном направлении не излучает $K_p = 0$. Если собственная частота стержня с массой и однородного близки (груз рядом с узлом или $\alpha l_0 \ll \alpha l$) указанный эффект может быть слабо выражен и зависит от соотношения ширины резонанса и разницы собственных частот стержня с массой и однородного. Таким образом, при совпадении точек приложения массы и возмущающей силы значительного усиления K_p не происходит для любых $x_1 = x_2$ и αl .

ЛОВЕЙКИН В.С., ЧОВНЮК Ю.В., ДЯЧЕНКО Л.А.
ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА
ВИБРОПЛУГА В РАМКАХ МОДЕЛИ ОДНОРОДНОГО СТЕРЖНЯ С
УПРУГО ПРИСОЕДИНЕННОЙ МАССОЙ

Таким образом, анализ акустического поля в направлении $\chi = \pi/2$ показал, что для случаев, когда $K_p > 1$ или $K_p < 1$, характер диаграммы направленности излучения стержня с массой отличается от однородного.

Список использованной литературы

1. Миниович И. Я. Гидродинамические источники звука / И. Я. Миниович, А. Д. Перник, В. С. Петровский. – Л.: Судостроение, 1972. – С.147 – 149.
2. Пекельный М. Я. К оценке влияния окружающей корпус жидкости на общую вибрацию судна / М. Я. Пекельный, А. И. Трилесник // Вопросы судостроения. Сер. Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1973. – Вып.2. – С.105 – 110.
3. Лэмб Г. Динамическая теория звука / Г. Лэмб. – М.: Физматгиз, 1960. – 283с.
4. Бабаков И. М. Теория колебаний / И. М. Бабаков. – М.: Гостехтеоретиздат, 1968. – 628с.
5. Скучик Е. Простые и сложные колебательные системы / Е. Скучик. – М.: Мир, 1971. – 123с.

УДК 631.333

Лукач В.С., к.пед.н., доцент,
Василюк В.І., к.т.н., доцент,
Сушко В.В., студент групи БМ-131
факультету механізації сільського господарства,
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ КОМПОЗИТНИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИНАХ І СПОРУДАХ

Розглянуті питання створення та застосування нових композитних полімерних матеріалів в сільськогосподарських машинах та спорудах.

Механіка матеріалів і конструкцій, композитні матеріали, міцність, жорсткість, довговічність.

Поява нових конструкційних матеріалів, широке застосування тонкостінних конструкцій, підвищення вимог до розрахунку на міцність і економічно обґрунтованих витрат матеріалів спонукає розглядати нові методи розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість, геометрично нелінійні задачі. Це стержневі системи, деталі машин і елементи конструкцій із композитних та інших матеріалів малої жорсткості, полімерні та гумоподібні конструкції.

Але якщо матеріал ідеально-пружний, але не підкоряється закону Гука – то це вже фізично-нелінійні задачі. Великий масив таких задач застосовується при визначенні концентрації напружень, при конструюванні деталей і конструкцій із нових композитних матеріалів, при контактних перевантаженнях розрахунках міцності зубчастих і черв'ячних передач, фундаментів будинків і споруд та інше.

Конструктивний елемент у вигляді пластини є дуже важливим у багатьох машинах, спорудах. Під дією робочих (чистий згин) навантажень нормальні напруження змінюються по висоті, залишаючись сталими за шириною. Поздовжні волокна під дією нормальних напружень зазнають тільки розтяг або стиск. Тому можна визначити напруження за законом Гука [2]:

$$\sigma = E\varepsilon = E \frac{\Delta l}{l}; \quad \sigma_{\max} = [\sigma]; \quad [\sigma] = \frac{\sigma < \sigma_T}{K_T},$$

де K_T - коефіцієнт запасу міцності;

При віддалені у розтягнуту зону σ збільшуватиметься і досягне максимуму при $Z = Z_{\max}$, $\tau = \tau_{\max}$.

Роботоздатність будь-якої деталі, конструкції, споруди залежить від наступних основних факторів: конструкційного матеріалу, характеру і рівня зовнішнього навантаження, типу конструкції (стержень, пластина, оболонка, масив), температури, агресивного середовища та ін.

Феноменологічні теорії (теорії міцності) носять характер функціональної залежності між напруженнями σ , деформаціями ε , температурою T і часом t . Залежності між σ , ε , T і t знаходяться експериментально на зразках. Спочатку з'являються тріщини, концентрація напружень і руйнування.

Основний науковий напрямок сільськогосподарського машинобудування - це теоретичні і експериментальні дослідження питань розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість, конструювання і технологія виготовлення деталей і конструкцій

сільськогосподарських машин, обладнання тваринних і птахокомплексів з нових композиційних (неметалевих) матеріалів. Тут потрібно провести експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей нових неметалевих матеріалів і поведінки цих елементів конструкцій в агресивних середовищах і реальних умовах експлуатації.

В сучасному будівництві тонкостінні конструкції знаходять широке застосування (пластини, оболонки), і особливо з нових композиційних матеріалів. "Живі" біологічні моделі відрізняються надійністю, міцністю, економічністю, різними формами, і дають можливість створювати принципово нові апарати, машини, будівельні конструкції. Бамбук і кістка сконструйовані так, що вони набагато міцніші своїх окремих складових. Це дає змогу проектувати конструкцію із розрахунку на метал.

Питання міцності, жорсткості, довговічності і ефективності завжди цікавлять інженерів, конструкторів, вчених. Вони вже навчилися створювати нові матеріали із заданими властивостями. Центральним тут є питання про композитні матеріали, про використання цих матеріалів для створення високоміцних, зносостійких, антикорозійних конструкцій. Деякі цінні композитні матеріали існують у природі: бамбук, кістка. В цих матеріалах закладені кращі способи армування. Легка і крихка кістка здатна витримувати значні навантаження. На основі детального вивчення структури кістки та інших моделей з'явився принцип, так званих, дирчатих конструкцій і почалися розробки нових просторових систем. Підбираючи складові з різними властивостями є можливість створювати конструкційний матеріал, де б співпрацювали такі характеристики, як міцність, легкість, стійкість до агресивних середовищ і високих та низьких температур [1].

Павутина міцніша сталюого дроту того ж діаметра і це лягло в основу створення вантових конструкцій. Так, дах-мембрана спортивного залу Олімпійського стадіону в Москві товщиною 5 мм перекрила площу без підпору більш як 30 тис. кв. м. При цьому напруження розтягу $\sigma = \frac{F}{A}$ у вигляді закону Гука $\sigma = E\varepsilon$ де $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$, а E характеризує сили міжатомних зв'язків.

Заміна силових елементів конструкції на нові армовані матеріали метало і склопластинки металів, армованих керамічними нитками. Ці матеріали приходять в с.г. будівництві на зміну таких, як: алюміній, сталь, магній, титан та інших [4].

Принцип армування дасть можливість створювати нові матеріали з заданими механічними і фізичними можливостями. В майстерні природи створені „живі" моделі, які відрізняються міцністю, економією матеріалу. Це дає можливість створювати нові машини, будівельні конструкції. Природа сконструювала бамбук і кістку так, що вони не тільки набагато міцніші своїх складових, але й легкі. Вона постійно створює живі конструкції (шкарлупа горіха і яйця, панцири тварин).

Сучасний розвиток матеріалознавства такий, що живий конструктивний матеріал більше схожий на дерево і кістку, чим на сплав. Тенденція зараз така, що не матеріал підбирають для конструкцій, а навпаки - проектують складні конструкції із розрахунку на матеріал.

При створенні конструкцій з мінімальною вагою (літаки, ракети, перекриття сховища) конструкторів цікавить в першу чергу не абсолютні властивості матеріалу. Досягнення науково-технічного прогресу дозволяє не матеріал вибирати для конструкції, а навпаки - проектувати конструкції із розрахунку на матеріал. Є можливість прогнозувати поведінку складних конструкцій.

Механіка матеріалів і конструкцій об'єднує такі розділи, як опір матеріалів, будівельна механіка, теорії пружності, пластичності, повзучості, механіка полімерних і композиційних матеріалів та ін. Деякі з них стають самостійними дисциплінами.

Головне завдання курсу "Механіка матеріалів і конструкцій" - забезпечення міцності, жорсткості, та стійкості конструкцій, механізмів, машин, приладів, споруд і визначити економічно доцільні розміри і форми. Вони повинні гарантувати її надійність. Такі розрахункові схеми дають можливість спростити задачу, відкинути всі фактори, які не можуть суттєво впливати на роботу системи в цілому. Такий реальний об'єкт називаємо розрахункова система [7].

Всі конструктивні елементи машин, механізмів, споруд розглядають як однорідне суцільне середовище не залежно від їх мікроструктури. Матеріал ідеально пружний в більшості ізотропний.

Природа змогла "сконструювати" бамбук і кістку так, що вона міцніша не тільки других матеріалів, а і своїх складових. Конструкції повинні бути не тільки міцними а і легкими.

Якщо міцність і в'язкість твердих тіл можна значно змінювати, то жорсткість (модуль Юнга) не піддається контролю. Багато конструкцій повинні бути не тільки міцними, а і легкими (оболонки). Під оболонкою розуміють тіло, один із розмірів якого (товщина) значно менша за інші (сферичні, циліндричні та конічні). Часто зустрічаються оболонки в сільськогосподарському та хімічному машинобудуванні. До цієї схеми відносяться будівельні споруди, котли, корпуси турбін, багато деталей машин, приладів, кровоносні судини.

Основна першочергова задача - застосування високоефективних методів підвищення міцності конструкцій, збільшення випуску нових композиційних і полімерних матеріалів і конструкцій із них з наперед заданими властивостями. В сучасному сільськогосподарському будівництві широке застосування знаходять тонкостінні конструкції - оболонка з комплексом заданих властивостей. Всі ці елементи певний час повинні чинити опір дії робочих навантажень і не руйнуватись [5], [6].

Досягнення науки і техніки дозволяють вже не матеріал вибирати для конструкцій споруд, а навпаки - проектувати їх із розрахунку на матеріал. Якщо міцність і в'язкість твердих тіл можна суттєво міняти то їх жорсткість (модуль Юнга) залежить виключно від хімічної природи.

При збільшенні робочих навантажень і великому перепаді робочих температур в багатьох деталях машин і елементів конструкцій залежність між τ і ε стає нелінійною навіть в області малих деформації [4].

При цьому у більшості матеріалів (високоміцні сталі (рис. 1) фізична нелінійність може бути м'якою (крива 1) і жорсткою (крива 2) характеристикою. У багатьох матеріалах, таких як високоміцні сталі (рис. 2), сплави кольорових металів, титан, композитні матеріали та інші не можна чітко визначити границю пропорційності, а для деяких матеріалів, таких як чавун, поліпропілен (рис. 3), високоеластичні матеріали та інші. У багатьох матеріалів при зміні температури появляється поступове відхилення від закону $\sigma - \varepsilon$.

У деяких матеріалах (високоміцні сталі - (рис. 2), сплави кольорових металів, композити та інші є матеріали, в яких з підвищенням температури (рис. 3) появляється плавне відхилення залежності $\sigma - \varepsilon$ від лінійного.

Перераховані випадки поведінки матеріалів при деформуванні можна об'єднати в один клас нелінійно-пружних матеріалів.

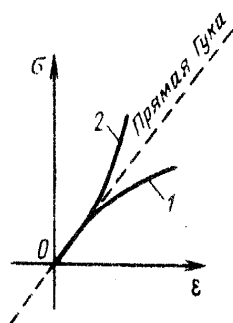


рис.1

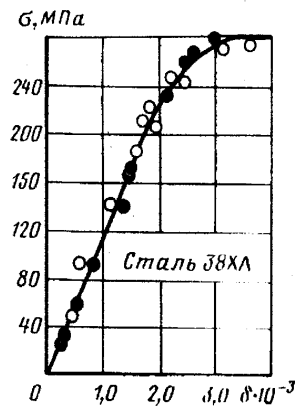


рис.2

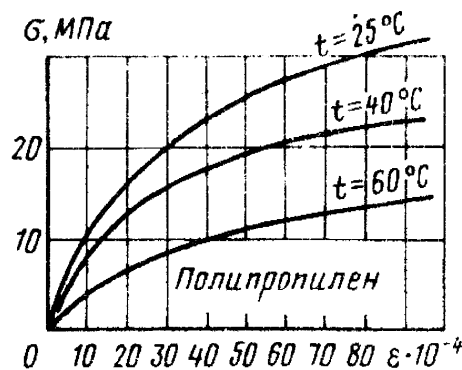


рис.3

Список літератури

1. Гордон Дж. Конструкции или почему не ломаются вещи.-М.1980. – 174с.
2. Пастушенко С.І., Руденко О.Г., Іщенко В.В., Практикум з теоретичної механіки,ч.1, Статика, кінематика.-Вінниця:,2006-384с.
3. Преображенский И.Н., Цурпал И.А., Вырезы в несущих конструкциях. - М.; Машиностроение, 1984.- 112 с.
4. Цурпал И.А.,Механіка матеріалів і конструкцій: Навч. посібник, Вища школа.:2005.- 367с.
5. Цурпал И.А., Прочность и конструкции,-К.О-во „Знание" УССР,1982.-48с.
6. Цурпал И.А. Разрушения и прочность конструкции. Научные труды УСХА, вып.224, К.-1979. – 96с.
7. Цурпал И.А., Лукач В.С., Василюк В.І., Методичний посібник.: 2005 к-н., - 32 с.

Рассмотрены вопросы создания и применения новых композитных полимерных материалов в сельскохозяйственных машинах и сооружениях.

Механика материалов и конструкций, композитные материалы, прочность, жесткость, долговечность.

Questions of creation and application of new composit polymeric materials in agricultural cars and constructions are considered.

Mechanics of materials and constructions, composit materials, durability, rigidity, durability.

УДК 631. 348.45

Максимчук А.І., магістр
Дніпропетровський державний аграрний університет

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІВАЛОК ДЛЯ NO-TILL ТЕХНОЛОГІЙ.

В статті на основі аналізу існуючих конструкцій сошників для No-Till технології, розглянуто основні типи сошників конструкція яких відповідає критеріям ресурсозберігаючої технології. Особливість їх конструкцій полягає в тому, що вони мінімально розпушують ґрунт і покрив із рослинних решток, при цьому розрізають пожнивні рештки створюють оптимальні умови для проростання висіяного насіння в необроблений ґрунт.

Прямий посів, диск, No-Till

Постановка проблеми. Дніпропетровська область розташована в степовій зоні. Основні площі землекористування зайняті чорноземами: звичайними мало гумусними і їх змитими та намитими різновидами. Вони мають сприятливі для землеробства водно-фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні властивості.

Ресурсозберігаючі технології обробітку ґрунту, або як їх ще називають No-Till з'явилися в Україні порівняно недавно, на початку минулого століття. У переважній більшості вітчизняні аграрії використовують закордонні посівні комплекси, які є ключовим елементом при впровадженні технологій. В Україні вибір сівалки для прямої сівби відбувається переважно шляхом власних спроб і помилок. Нині відомо достатньо наукових публікацій щодо принципів вибору сівалки для No-Till. Згідно з результатами закордонних досліджень, вибір посівного обладнання включає в себе аналіз ґрунту, пожнивних решток, сівозміни, кліматичних умов і умов виконання кожної технологічної операції у конкретному господарстві. Після ретельного вивчення цих факторів визначають вимоги до обладнання та ведуть пошук техніки, яка максимально їм відповідає.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як показав виконаний нами аналіз господарств Дніпропетровщини більшість господарств, які впроваджують ресурсозберігаючу технологію, віддають перевагу посівним комплексам з дисковими сошниками та їх модифікаціям.

У представлений на Зимовій конференції No-Till On The Plains в 2001 році науково-дослідній роботі "Продумана сівалка", Двейн Л. Бек, доктор наук, Дослідницька ферма Дакота Лейкс від Державного університету Південної Дакоти, автор посилається на статтю в якій він описує переваги сівалки з дисковими сошниками і вимоги яким повинна відповідати концептуальна сівалка. Слідуючи чим вимогам та рекомендаціям ми виділили декілька сівалок, а саме конструкцію їхніх робочих органів, які майже повністю відповідають критеріям та вимогам при виборі агрегату для посіву по нульовій технології, та які оптимально підходять для роботи на полях фермерських господарств Дніпропетровщини.

Мета роботи – провести аналіз конструкції робочих органів обраних сівалок.

Виклад основного матеріалу.

Перш ніж детально зупинитись на основах вибору посівного обладнання, розглянемо принципи якісної сівби для цієї технології.

1. Насіння розмішують безпосередньо в ґрунт, а не в рослинні рештки.

2. Його розміщують на твердому ложі і вкривають розпушеним шаром ґрунту, щоб забезпечити доступ повітря.
3. Насіння повинне мати добрий контакт з ґрунтом, тому більшість сівалок для технології нульового сівби комплектуються прикочувальними котками. Вони повинні мати достатній тиск на ґрунт для створення надійного контакту насіння з ним. При цьому враховують, що вологий ґрунт легко ущільнюється і тому при його сильному ущільненні паросток висіяної культури може просто не пробитися на поверхню. При сівбі в сухий ґрунт навпаки – потрібне додаткове зусилля для прикочування.
4. Насіння загортають рівномірно на задану глибину. Точний контроль глибини висіву часто визначається не лише самою конструкцією сівалки, але і станом поля.
5. Насіння й добрива, які вносяться одночасно, бажано розділити шаром ґрунту.
6. Абсолютно рівного поля не існує, тому сошники повинні копіювати його рельєф.
7. Сівалка має мінімально розпушувати ґрунт і порушувати покрив з рослинних решток.

Сівалка прямого посіву «Cross-Slot». Сошник у формі перевернутої букви «Т» (рис.1.1) - єдина відома форма робочого органу сівалки, що формує горизонтальну борозну. Дана форма сошника була розроблена спеціально для нульової технології. Леміш універсальний і однаково добре проводить посів культур як за нульовою технологією, так і за традиційною.



Рис.1. Робочий орган сівалки

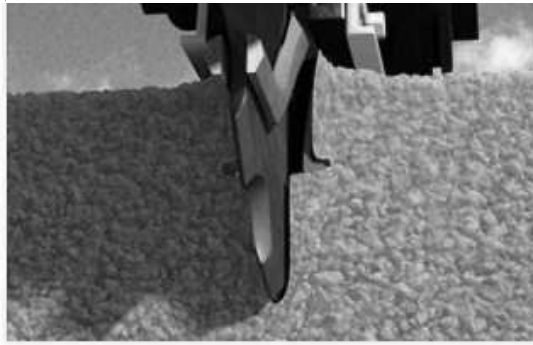


Рис.1.1. Загальний вигляд сошника

Одночасне роздільне внесення насіння і добрив (Рис. 1). Сошник «з крилами» забезпечує створення просторового бар'єру між двома стінками горизонтальної борозни в ґрунті. Це дозволяє вносити насіння з одного боку, а добрива - з іншого, забезпечуючи достатній горизонтальний поділ.

Навіть при вузьких міжряддях (150 мм) забезпечується відмінна робота без забивання рослинними рештками. Це можливо в різних умовах, коливань від сухої стерні культури до спутаного дерну з гарною кореневою системою, у великому діапазоні ґрунтів, - від м'якої і вологої до твердої і сухої.

Самостійне закриття борозни без переущільнення, що знижує схожість рослин.

Посівний комплекс «Агро-Союз TURBOSEM II» - удосконалена сівалка для прямого посіву, виробляється за ліцензією компанії PIEROBON. Її особливість - монодиск, який формує U-подібну борозну для внесення насіння і добрив, мінімально зрушуючи ґрунтовий шар. Розрізний диск укомплектований притискним вухом, що забезпечує постійне його очищення від пожнивних залишків при посіві. Наявність спеціального притискного пристрою забезпечує щільний контакт насіння з ґрунтом.

Особливості конструкції: 1- моно диск; 2 - притискне вухо (висіваючий орган); 3 - кіт-кет (притискання насіння в насінневому ложі); 4 - ущільнюючі котки; 5 - регулятор глибини загортання насіння; 6 - регулятор ущільнюючих ковзанок; 7 - регулятор притискного зусилля диска (max 170кг).

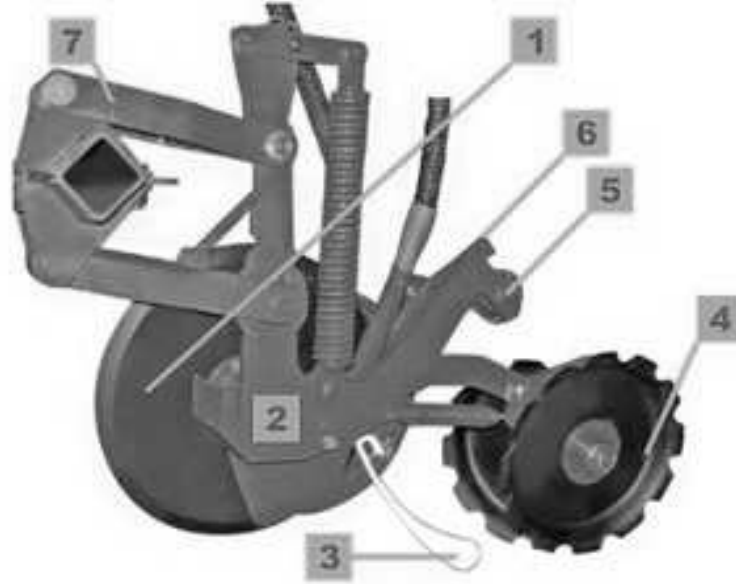


Рис. 2. Секція сівалки

Система монодиску, дозволяє розрізати ґрунт і стерню, рівномірно формуючи борозну зерна та добрива. Леміш кріпитися на раму паралелограмною системою, яка дозволяє підтримувати перпендикулярність по відношенню до рівня ґрунту, таким чином, працює завжди під одним кутом, не змінюючи положення падіння і добрив. Розрізає диск укомплектований притискним вухом, що забезпечує постійне його очищення від пожнивних залишків при посіві. Наявність спеціального притискного пристрою забезпечує щільний контакт насіння з ґрунтом.

Висновки. Запропонована конструкції сошників сівалок повністю задовольняють критерії та вимоги при впровадженні ресурсозберігаючої технології. Та максимально підходять для фермерських господарств Дніпропетровщини, як для легких так і для важких ґрунтів. Одна з розглянутих сівалок, а саме «Агро-Союз TURBOSEM II» завдяки своїй конструкції розробленій спочатку для посіву зернових культур, здатна сіяти також і просапні культури. Ця опція реалізується завдяки технологічній особливості конструкції - блокуванні сошника через один, спираючись на це можна сказати що дана сівалка є універсальною і може замінити просапну сівалку в господарстві.

Список літератури

1. Корпорация «Агро-Союз» с.Майское. Сборник статей по No-Till «No-Till On The Plains» Украина, г.Днепропетровск. Корпорация «Агро-Союз» - 2012 г. 228с.
2. Електронний ресурс URL:<http://no-till.ru/seeder.php>. (Дата звернення: 20.11.2013р.)
3. Електронний ресурс URL:<https://www.no-tillfarmer.com/>. (Дата звернення: 15.11.2013р.)

МАХМУДОВ І.І., ІВАНОВ Є.К.
РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА
РЕМОНТУ МАШИН В ТВАРИННИЦТВІ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ АПК

УДК 631/635

Махмудов І.І.,
к.т.н., зав. каф. транспортних технологій,
експлуатації машин і технічного сервісу
Іванов Є.К.,
асистент кафедри машин і обладнання АПВ,
ВП НУБІП «Ніжинський агротехнічний інститут»

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
ТА РЕМОНТУ МАШИН В ТВАРИННИЦТВІ
В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ АПК

***Анотація.** Описано ймовірні шляхи вирішення проблеми реформування системи технічного обслуговування та ремонту машин в тваринництві в умовах реформування АПК, а також концепція розвитку технічного сервісу і удосконалення технологічних процесів у тваринництві.*

Підтримання ефективного виробництва тваринницької продукції, її якості і конкурентоспроможності тривалий час, як при новому будівництві так і при реконструкції існуючих ферм, неможливо без добре налагодженої системи технічного обслуговування і ремонту технічних засобів. Система ППРТОВ, яку було покладено в основу технічного сервісу в Україні в доперобудовний період, вже не діє. На її ефективність впливали: монополізм на запасні частини, відсутність конкуренції у сфері обслуговування і ремонту, відсутність зацікавленості в якості нових машин та їх обслуговуванні протягом експлуатаційного періоду, незалежність сервісу від кінцевих результатів виробництва продукції та ін.

Післяперобудовний період характеризувався реформуванням вітчизняного сільськогосподарського виробництва на нових організаційно-економічних засадах та створенні великої кількості виробників продукції з невеликими обсягами виробництва; енергокризою, що охопила усі галузі народного господарства і ставить жорсткі вимоги до експлуатації техніки; порушенням паритету цін не на користь товаровиробників сільськогосподарської продукції, що не дає змоги своєчасно оновлювати парк технічних засобів; деградацією наявної ремонтно-експлуатаційної бази АПК; втратою висококваліфікованих механізаторських кадрів і інженерно-технічних спеціалістів; інтенсивним насиченням господарств зарубіжною технікою, що супроводжується ускладненням її подальшої експлуатації та ін.

Через масове закриття тваринницьких ферм і зменшення закупівлі нової техніки рівень зносу технічних засобів, що залишилися, перевищує 80%, а коефіцієнт готовності знизився до 60%, є складності з придбанням запасних частин і ремонтно-експлуатаційних матеріалів.

Суть проблеми. Розробити Систему технічного обслуговування і ремонту машин і устаткування в тваринництві в умовах реформування АПК, спрямовану на підвищення ефективності їх використання, скорочення експлуатаційних витрат, втрат виробничої продукції і покращення її якості з подальшим впровадженням у виробництві при організації технічного сервісу.

Бачення. Розроблювана система є біотехнічною і охоплює основні засоби виробництва, тварин, ресурси у вигляді матеріалів, запасних частин, будівельної

частини, необхідної для виконання ремонтно-профілактичних робіт, а також людину-основного їх виконавця.

Вона вирішує завдання підтримання роботоздатності машин і устаткування тваринницьких ферм з високим рівнем готовності їх до роботи, усунення відмов у максимальною допустимі терміни часу, забезпечення нормативної довговічності технічних засобів з найменшими витратами на ремонтно-експлуатаційні потреби.

Орієнтири відповідно світового стану. При розробці системи необхідно урахувати можливу тенденцію підтягування надійності перспективних вітчизняних технічних засобів до рівня найкращих зарубіжних зразків, а також всі переваги сучасних методів організації технічного сервісу у країнах близького та далекого зарубіжжя.

Ймовірні шляхи вирішення проблеми передбачають:

- розробку основних положень та складу робіт по технічному обслуговуванню основних типів машин і устаткування в тваринництві;
- розробку основних вимог до зберігання, захисту від корозії і старіння, а також технічного обслуговування при зберіганні;
- обґрунтування обсягів робіт по технічному обслуговуванню технічних засобів на етапі проектування;
- розробку норм витрат матеріалів і лімітів витрат коштів на технічне обслуговування і ремонт;
- розробку основних вимог до виробничо-технічної бази і обґрунтування типорозмірів пунктів технічного обслуговування;
- розробку проекту Державного документу «Система технічного обслуговування і ремонту машин і устаткування в тваринництві в умовах реформування АПК».

Розроблювана Система може бути впроваджена у виробництво при загальній концепції розвитку технічного сервісу, яка базується на ряді положень:

- для збереження виробництва продукції на певному рівні за рахунок ремонту і модернізації необхідно забезпечити роботоздатність машин, які ще залишилися в експлуатації;
- доцільно розвинути відновлення зношених деталей як альтернативу витрат нових на обслуговування старіючого парку машин;
- створити вторинний ринок вживаних машин і поєднати ремонтно-обслуговуючі роботи підприємств технічного сервісу з торгівлею запчастинами, в тому числі і відновленими, як більш дешевими;
- розробити економічні основи для установа зв'язків між виробниками техніки, виконавцями техсервісу і споживачами машин;
- для ефективного використання наявної техніки та забезпечення товаровиробників новою технікою створити в Україні мережу технічних центрів, здатних виконувати широкий спектр сервісних послуг, що включає маркетинг, торгівлю машинами, технічне обслуговування і ремонт в гарантійний та післягарантійний періоди, а також підготовку і перепідготовку кадрів сфери експлуатації та ремонту машин;
- в структурі заново або раніше створених МТС передбачити підрозділи для технічного сервісу машин і обладнання в тваринництві;
- розробити схему організації техсервісу машин і обладнання з виконанням послуг через спеціалізовані структури на рівні товаровиробників, району, області, держави;
- визначити технічне оснащення ремонтно-обслуговуючих підрозділів МТС по сервісу тваринницької техніки;

МАХМУДОВ І.І., ІВАНОВ Є.К.
РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА
РЕМОНТУ МАШИН В ТВАРИННИЦТВІ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ АПК

- підготувати проекти реконструкції й технічного переоснащення ремонтно-обслуговуючих підрозділів з урахуванням обсягів робіт по обслуговуванню товаровиробників через МТС;
- розробити нормативно-технічну і правову документацію з організації, функціонування та економічних взаємовідносин підрозділів МТС по тваринництву, сервісних служб і товаровиробників.

Табл. 1. Техніко-економічні показники пунктів технічного обслуговування тваринницьких ферм і комплексів

Вид ферми	Поголів'я	Загальна трудо-місткість робіт з ТО і ремонту, люд.-год.	Вироб-нича площа примі-щень, м ²	Кошторисна вартість, тис. грн.			Кількість робітників	
				загальна	будівельної частини	устат-кування	всього	в т.ч. вироб-ничих
Молочні ферми	400-600	7000	158,0	529,15	471,53	57,62	4	3
	800	10500	265,6	733,25	646,73	86,52	5	3
	1200	15700	265,6	733,25	646,73	86,52	6	4
Свино-ферми	12 тис	26000	353,6	755,83	606,37	149,46	9	6
	24 тис	39100	353,6	755,83	606,37	149,46	13	10
	54 тис	61000	692,4	2240,45	1795,48	444,97	23	17
	108 тис	116000	808,8	2468,42	1945,93	522,49	40	33

Машини і обладнання (Устаткування ІМТ), які забезпечують конкурентне виробництво молока в Україні, відповідають технічним, технологічним та фізіологічним вимогам, нормативним параметрам процесу виробництва молока.

Удосконалення технологічних процесів:

Утримання:

- в боксах і комбібоксах на глибокій підстилці з механізованим внесенням і розподіленням підстилки;
- на пасовищах з використанням електроогорож і організацією регульованого загінного пасіння тварин;
- в літніх таборах постійного базування;
- телят – в індивідуальних та групових хатинках та клітках.

Годівля - повноцінно збалансованими кормосумішами.

Напування тварин:

- автоматизовані системи напування з підігріванням води в зимовий період;
- клапанні і соскові напувалки для телят;
- групові напувалки з підігріванням води на вигульних майданчиках;
- клапанні напувалки для пасовищ.

Забезпечення мікроклімату:

- системи природної вентиляції з регулюванням обміну повітря по температурі та газовому складу;
- використання сонячної енергії при утриманні тварин в приміщенні.

Доїння:

- стаціонарні автоматизовані та роботизовані доїльні установки, удосконалені у напрямі забезпечення максимуму фізіологічності процесу;
- доїльні установки для пасовищ та літніх таборів.



Рис. 1. Устаткування ІМТ

Список літератури

1. Формування і реалізація державної технічної політики розвитку матеріально-технічної бази АПК в Україні : Матеріали до 5-річних зборів Всеукраїнського конгресу вчених економістів-аграрників. – К. – 2003. – С. 40-45.
2. Тивоненко І.Г. Первинний облік: стан і вимоги в інженерній службі села / І.Г. Тивоненко // Економіка АПК. - 2002. - №10. - С. 108-111.
3. Махмудов І.І. Формування ринку технічних засобів в агропромисловому комплексі України / І.І. Махмудов // Міжвідомчий науковий збірник ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства». – Глеваха. – Вип. 9. – С. 65-70.

МОВЧАН М.С., ПИЛИП В.Є.
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ ПАСИВНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ
КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

УДК 631.431

Мовчан М.С., студент групи М6,
науковий керівник – асистент **В.Є. Пилип**,
Миколаївський національний аграрний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ ПАСИВНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ
КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

Запропонована нова конструкція комбінованого знаряддя для дрібного осіннього смугового обробітку ґрунту. Досліджено тяговий опір пасивних робочих органів та їх складові.

Предложенная новая конструкция комбинированного орудий для мелкого осеннего полосового возделывания почвы. Исследовано тяговое сопротивление пассивных рабочих органов и их составляющие.

Забезпечення оптимальних властивостей ґрунту багато в чому визначається ефективністю її розушільнення в осінньо-зимовий період. Це досягається осіннім механічним обробітком ґрунту з тим, що подальшим її природнім розушільненням промороженням за наявності необхідної кількості вологи.

Ефективним сучасним видом осінньої механічного обробітку ґрунту з мінімальним рівнем механічної дії є дрібний суцільний обробіток, що розушільнює верхній, найбільш ущільнений, шар ґрунту. Для реалізації цього способу не завжди застосовні, при дрібному осінньому обробітку ґрунту, існуючі схеми виконуваних профілів оброблюваних інтервалів і відповідні сільськогосподарські машини та знаряддя. Тому дослідження, спрямовані на підвищення ефективності процесу того розушільнення ущільненого ґрунту комбінованим знаряддям при дрібному осінньому смуговому обробітку ґрунту та подальшого природного розушільнення промороженням, є актуальними і мають важливе наукове та господарське значення.

З метою зниження енергоємності технологічного процесу затримання вологи у верхніх шарах ґрунту, шляхом нарізання розпушеної смуг, що мають V-подібні та прямокутні перерізи нижньої і верхньої половин цієї смуги відповідно, нами розроблена конструктивна схема комбінованого ґрунтообробного знаряддя, загальний вид якого наведено на рис. 1.

Запропоноване комбіноване знаряддя складається з рами 1, опірно-регулювальних коліс 2, право- і левообробних лемешів 3, розміщених в два ряди в шаховому порядку. Позаду і збоку лемешів розміщені однобічні розпушувальні лапки 4. Ззаду знаряддя шарнірно кріпиться каток 5 з розпушувально-мульчуючими елементами 6.

Технологічний процес роботи запропонованого комбінованого знаряддя здійснюється таким чином. При русі перший ряд правообробних похилих лемешів 3 і вслід рухаючий перший ряд однобічно-розпушуючих лапок 4, підрізає і розпушує шар ґрунту на встановлену глибину, формуючи ліві бічні стінки розпушуваних смуг. Вслід за першими рядами правообробних лемешів 3 і однобічно-розпушуючих лапок 4, просуваються другі ряди левообробних лемешів і однобічних-розпушуючих лапок, що формують праві стінки розпушуваних смуг. Каток 5, своїми розпушувально-мульчуючими елементами 6, кришить великі грудки на розпушених ділянках, подрібнює та перемішує соломку з ґрунтом на нерозпушених ділянках, утворюючи при цьому вирівняний мульчований шар ґрунту.

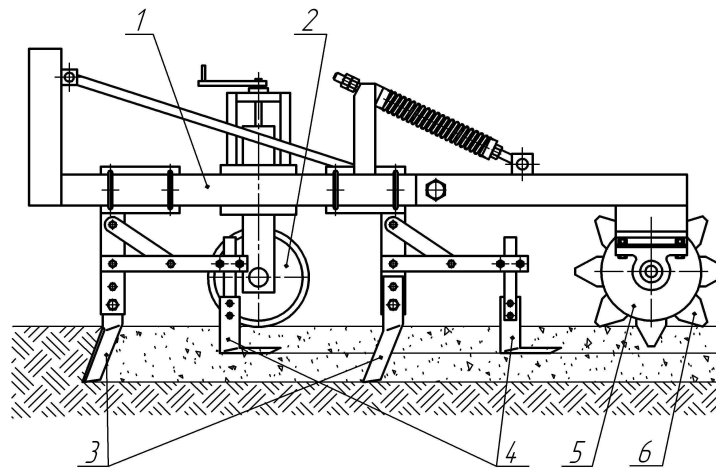


Рис. 1. Схема запропонованого комбінованого знаряддя для дрібного осіннього смугового обробітку:

- 1 – рама; 2 – колесо опірно-регульовальне; 3 – лемеші похилі право- і лівообертові; 4 – лапки односторонні розпушувальні; 5 – каток; 6 – елемент розпушувально-мульчуючий

Тяговий опір переднього похилого лемеша

$$P_{\text{ПЛ}} = P'_{\text{ПЛ}} + P''_{\text{ПЛ}}, \quad (1)$$

де $P'_{\text{ПЛ}}$ – тяговий опір верхньої частини до лінії сколу, Н;

$P''_{\text{ПЛ}}$ – тяговий опір нижньої частини похилого лемеша, нижче лінії сколу, Н.

Тяговий опір верхньої частини до лінії сколу

$$P'_{\text{ПЛ}} = P'_{\text{лез}} + P'_{\text{деф}} + P'_{\text{инр}}, \quad (2)$$

де $P'_{\text{лез}}$ – зусилля на різання лезом, Н;

$P'_{\text{деф}}$ – зусилля на деформацію і сколювання, Н;

$P'_{\text{инр}}$ – зусилля на подолання інерції шару ґрунту, Н.

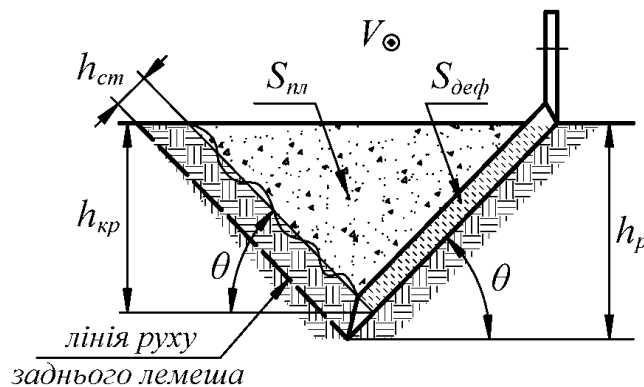


Рис. 2. Схема параметрів розпушуваного шару

Складові тягового опору верхньої частини переднього лемеша, з урахуванням конструктивно-технологічних параметрів (рис. 2) і експериментально певних властивостей ґрунту визначаються виразами:

МОВЧАН М.С., ПИЛИП В.Є.
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ ПАСИВНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ
КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

$$P'_{\text{лез}} = \int_0^{h_{кр}} (2 + 57,7 \cdot h_i - 21,2 \cdot h_i^2) \cdot 10^6 \cdot s \cdot \cos \beta' \cdot \frac{dh}{\sin \nu \cdot \sin \theta}, \quad (3)$$

- де $h_{кр}$ – глибина ходу різальної кромки, де спостерігається скол ґрунту, м;
 h_i – i -а глибина ґрунтового шару, м;
 s – товщина різальної кромки похилого лемеша, м;
 β' – робочий кут кришіння похилого лемеша, град;
 ν – кут постановки похилого лемеша до напрямку руху, град;
 θ – кут нахилу лемеша в поперечній площині, град;

$$P'_{\text{деф}} = \tau \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin(\beta' + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cdot \cos\left(\frac{\beta' + \varphi + \varphi'}{2}\right)} \cdot \frac{h_{кр} \cdot b \cdot \sin \beta'}{\sin \theta \cdot \sin \nu}, \quad (4)$$

- де τ – гранична напруга сколюванню (зрушенню), Н/м²;
 φ – кут внутрішнього тертя ґрунту, град;
 φ' – кут тертя ґрунту об сталь, град;
 b – ширина похилого лемеша, м;

$$P'_{\text{инр}} = \frac{h_{кр}^2 \cdot \text{tg} \theta \cdot \rho \cdot V^2 \cdot \sin^2 \nu \cdot (\sin \beta + \text{tg} \varphi' \cdot \sin \nu (\text{ctg}^2 \nu + \cos \beta))}{(\text{ctg} \beta - \text{tg} \varphi' \cdot \sin \nu)}, \quad (5)$$

- де ρ – щільність ґрунту, кг/м³;
 V – швидкість руху похилого лемеша, м/с;
 β – конструктивний кут кришіння похилого лемеша, град.
 Тяговий опір нижньої частини похилого лемеша

$$P''_{\text{ПЛ}} = P''_{\text{лез}} + P''_{\text{деф}}, \quad (6)$$

- де $P''_{\text{лез}}$ – зусилля на різання лезом, Н;
 $P''_{\text{деф}}$ – зусилля на деформацію (зім'яття), Н.

Складові тягового опору нижньої частини переднього лемеша відповідно визначаються виразами:

$$P''_{\text{лез}} = \int_{h_{кр}}^{h_p} (2 + 57,7 \cdot h_i - 21,2 \cdot h_i^2) \cdot 10^6 \cdot s \cdot \cos \beta' \cdot \frac{dh}{\sin \nu \cdot \sin \theta}, \quad (7)$$

$$P''_{\text{деф}} = \frac{q \cdot b^2 \cdot (h_p - h_{кр}) \cdot \sin \beta' \cdot \sin(\beta' + \varphi)}{6 \cdot \sin^2 \nu \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi}, \quad (8)$$

- де h_p – максимальна глибина ходу різальної кромки, м;
 q – коефіцієнт об'ємного зім'яття ґрунту, Н/м³.
 Задній похилий леміш розпушує ґрунт, зрізуючи стружку завтовшки h_{cm} (рис. 3.2), при цьому його тяговий опір визначається виразом

$$P_{\text{ЗПЛ}} = P_{\text{лез}} + P_{\text{деф}} + P_{\text{ин}}, \quad (9)$$

- де $P_{\text{лез}}$ – зусилля на різання лезом, Н;
 $P_{\text{деф}}$ – зусилля на деформацію і сколювання, Н;
 $P_{\text{ин}}$ – зусилля на подолання інерції пласта ґрунту, Н.

Враховуючи особливості роботи заднього лемеша, складові тягового опору визначаються виразами:

$$P_{\text{лез}} = \int_0^{h_p} (2,98 \cdot h_i - h_i^2) \cdot 10^6 \cdot s \cdot \cos \beta' \cdot \frac{dh}{\sin \nu \cdot \sin \theta}, \quad (10)$$

$$P_{def} = \tau \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin(\beta' + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cdot \cos\left(\frac{\beta' + \varphi + \varphi'}{2}\right)} \cdot \frac{h_p \cdot h_{cm}}{\sin \nu \cdot \sin \theta}, \text{ Н}, \quad (11)$$

$$P_{in} = \frac{V^2 \cdot \rho \cdot \sin^2 \nu \cdot (\sin \beta + \operatorname{tg} \varphi' \cdot \sin \nu (\operatorname{ctg}^2 \nu + \cos \beta))}{\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{tg} \varphi' \cdot \sin \nu} \cdot \frac{h_p \cdot h_{cm}}{\sin \nu \cdot \sin \theta}. \quad (12)$$

Односторонню розпушувальну лапку утворюють дві робочі поверхні (рис. 3), тому її загальний тяговий опір

$$P_{\text{лап}} = P'_{\text{лап}} + P''_{\text{лап}}, \quad (13)$$

де $P'_{\text{лап}}$ – опір вертикальної робочої частини односторонньої розпушувальної лапки, Н;

$P''_{\text{лап}}$ – опір горизонтальної робочої частини односторонньої розпушувальної лапки, Н.

Опір $P'_{\text{лап}}$ вертикальної робочої частини однобічної розпушувальної лапки, працюючої як двограний клин, визначиться виразом

$$P'_{\text{лап}} = P'_{\text{лез.л}} + P'_{\text{деф.л}} + P'_{\text{инр.л}}, \quad (14)$$

де $P'_{\text{лез.л}}$ – опір різанню лезом вертикальної робочої частини однобічної розпушувальної лапки, Н;

$P'_{\text{деф.л}}$ – опір деформації вертикальній робочій частині однобічної розпушувальної лапки, Н;

$P'_{\text{инр.л}}$ – опір інерції пласта ґрунту від вертикальної робочої частини односторонньої розпушувальної лапки, Н.

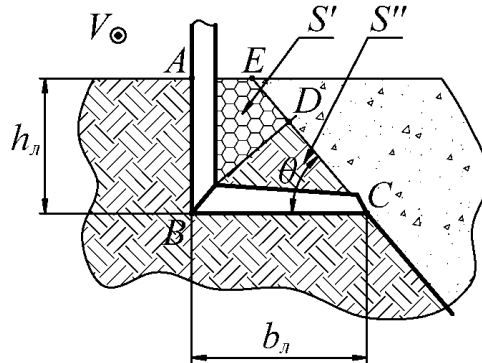


Рис. 3. Схема до визначення площі сколу ґрунту односторонньою розпушувальною лапкою

З урахуванням геометричних параметрів однобічної розпушувальної лапки та твердості ґрунту, що реально змінюється, по глибині, складові опори вертикальної робочої поверхні лапки визначаються по виразах:

$$P'_{\text{лез.л}} = \int_0^{h_l} (2 + 57,7 \cdot h_i - 21,2 \cdot h_i^2) \cdot 10^6 \cdot s_l \cdot \cos \beta'_l \cdot dh; \quad (15)$$

$$P'_{\text{деф.л}} = \tau \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin(\beta'_l + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cdot \cos\left(\frac{\beta'_l + \varphi + \varphi'}{2}\right)} \cdot \frac{4 \cdot h_l \cdot b_l - 2 \cdot h_l^2 \cdot \operatorname{ctg} \theta - b_l^2 \cdot \operatorname{tg} \theta}{4}; \quad (16)$$

МОВЧАН М.С., ПИЛИП В.Є.
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ ПАСИВНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ
КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

$$P'_{\text{инр.л}} = \frac{4 \cdot h_{\text{л}} \cdot b_{\text{л}} - 2 \cdot h_{\text{л}}^2 \cdot \text{ctg} \theta - b_{\text{л}}^2 \cdot \text{tg} \theta}{4} \cdot \rho \cdot V^2 \sin \beta'_{\text{л}} \cdot \text{tg}(\beta'_{\text{л}} + \varphi'), \quad (17)$$

де $h_{\text{л}}$ – глибина розпушування однобічною розпушувальною лапкою, м;
 $s_{\text{л}}$ – товщина різальної кромки леза лапки, м;
 $\beta'_{\text{л}}$ – робочий кут кришіння вертикальної робочої поверхні односторонньої розпушувальної лапки, град;
 ρ – щільність ґрунту, кг/м³;
 $b_{\text{л}}$ – ширина захвату однобічної розпушувальної лапки, м;
 V – швидкість руху лапки, м/с.

Опір $P''_{\text{лап}}$ горизонтальної робочої частини однобічної розпушувальної лапки, працюючої як тригранний клин з горизонтально розташованою різальною кромкою, визначиться виразом

$$P''_{\text{лап}} = P''_{\text{лез.л}} + P''_{\text{деф.л}} + P''_{\text{ін.л}}, \quad (18)$$

де $P''_{\text{лез.л}}$ – опір різанню лезом горизонтальної робочої частини однобічно-розпушувальної лапки, Н;

$P''_{\text{деф.л}}$ – опір деформації горизонтальній робочій частині однобічної розпушувальної лапки, Н;

$P''_{\text{ін.л}}$ – опір інерції шару ґрунту від горизонтальної робочої частини однобічної розпушувальної лапки, Н.

З урахуванням конструктивно-технологічних параметрів однобічної розпушувальної лапки та експериментальних даних зміни твердості ґрунту по глибині, складові опори горизонтальної робочої поверхні лапки визначаються по виразах

$$P''_{\text{лез.л}} = (2 + 57,7 \cdot h_{\text{л}} - 21,2 \cdot h_{\text{л}}^2) \cdot 10^6 \cdot \frac{b_{\text{л}}}{\sin \nu_{\text{л}}} \cdot s_{\text{л}} \cdot \cos \beta', \quad (19)$$

$$P''_{\text{деф.л}} = \tau \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin(\beta'_{\text{л}} + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cdot \cos\left(\frac{\beta'_{\text{л}} + \varphi + \varphi'}{2}\right)} \cdot \frac{1}{4} \cdot b_{\text{л}}^2 \cdot \text{tg} \theta, \quad (20)$$

$$P''_{\text{ін.л}} = \frac{b_{\text{л}}^2 \cdot \text{tg} \theta}{4} \cdot \frac{\rho \cdot V^2 \cdot \sin^2 \nu_{\text{л}} \cdot (\sin \beta''_{\text{л}} + \text{tg} \varphi' \cdot \sin \nu_{\text{л}} (\text{ctg}^2 \nu_{\text{л}} + \cos \beta''_{\text{л}}))}{(\text{ctg} \beta''_{\text{л}} - \text{tg} \varphi' \cdot \sin \nu_{\text{л}})}. \quad (21)$$

де $\nu_{\text{л}}$ – кут в плані односторонньої розпушувальної лапки, град;
 $\beta''_{\text{л}}$ – робочий кут кришіння вертикальної робочої поверхні односторонньої розпушувальної лапки, град.

Дані досліджень показують, що при збільшенні робочої швидкості тяговий опір похилих лемешів і однобічних розпушувальних лапок збільшуються по нелінійній залежності. Більша частина енерговитрат доводиться на передній ряд похилих лемешів у складі комбінованого знаряддя. На основній робочій швидкості (2,12 м/с) тяговий опір переднього похилого лемеша при глибині розпушування 0,16 м складає 1400 Н.

На задній похилій леміш доводиться менше енерговитрат, оскільки він рухається в ґрунті, частково обробленому переднім похилим лемешем. Його тяговий опір на основній робочій швидкості при глибині розпушування 0,16 м склало 825 Н.

На однобічну розпушувальну лапку доводиться менше всього енерговитрат: на глибині розпушування 0,08 м її тяговий опір на основній робочій швидкості склав 510 Н.

Список літератури

1. Савельев Ю.А. Осенью – полосовое рыхление / Ю.А. Савельев, П.А. Ишкин // Сельский механизатор, 2007. – № 10. – С. 20.
2. Ишкин П.А. Повышение эффективности разуплотнения почвы комбинированным орудием при мелкой осенней полосовой обработке: автореф. дис. канд. техн. наук / П.А. Ишкин. Пенза, 2008. – 19 с.

**RESEARCH OF HAULING RESISTANCE OF PASSIVE WORKING ORGANS OF
THE COMBINED INSTRUMENTS IS FOR TILL OF SOIL**

M.S. Movchan, V.E. Philip

The offered new construction of the combined instruments is for shallow autumn band till of soil. Hauling resistance of passive working organs and their constituents are investigational.

УДК 504.064.3:634.21.634.25

Пантілімонова Є.О., студентка 25СПМ
Керівник – к.т.н., ст. викладач **Сушко С.Л.**
Таврійський державний агротехнологічний університет

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ ЧЕРЕШНІ В НДЦ ТДАТУ

Анотація – у статті наведено основні положення до розробки стаціонарної системи зрошення насаджень черешні в НДЦ ТДАТУ, що базується на використанні підкранового дощування за допомогою мікродощувачів Antelko.

Багаторічні плодові насадження можуть добре рости та плодоносити в районах, де на протязі року рівномірно випадає не менше ніж 600-800 мм опадів. В районах з меншою кількістю опадів, щоб забезпечити рослини необхідною кількістю води в усі фази їх розвитку, необхідно підтримувати оптимальну вологість в кореневмісному шарі ґрунту за рахунок зрошення. Землі НДЦ ТДАТУ розташовані у зоні Південного Степу. Перша частина вегетаційного періоду помірно-засушлива (ГТК 0,74 – 0,80), друга частина - суха (ГТК 0,52-0,60). Кількість опадів за вегетаційний період близько 210-230 мм, на протязі року – 350-410 мм [1]. Отже, для отримання стабільно високих врожаїв черешні у цих умовах, необхідно застосовувати зрошення.

Загальна площа сада становить 27,8 га, площа під насадженнями – 24,95 га. Схема посадки 7 x 5 м. Підщепа у всіх сортів – вишня магалебська. У зв'язку з розрідженою схемою посадки, коренева система дерев буде досить велика і займати значну площу. Тому для зрошення пропонується використати підкранову систему мікродощування, що дозволяє отримати великий контур зволоження, що відповідає розміщенню кореневої системи дерев. Подача води на зрошуваний масив передбачена за наступною схемою: вода з транзитного трубопроводу, що проходить по краю сада, через дисковий фільтр «Azud 4» подається в магістральний трубопровід МТ, виконаний з поліетиленових труб діаметром 110 мм, далі вода потрапляє до розподільчого трубопроводу РТ, далі за допомогою запірної арматури, яка зосереджена на розподільчих вузлах ВР, вода подається в ділянкові трубопроводи ДТ, з яких вода потрапляє в поливні трубопроводи, для поливу насаджень.

Розподільчі та ділянкові трубопроводи підземні, глибина закладки 0,8 – 0,9 м, виконані з труб напірних (ПЭ80) для холодного водопостачання ТУ У В.2.7-21547843.006-2001, діаметром 110 – 75 мм. З'єднання труб – зварювання, з металевими виробами труби з'єднуються за допомогою фітінгів. Підземні трубопроводи прокладаються в міжкліткових проїздах.

У вздовж рядів дерев прокладаються поливні трубопроводи, які виконані з поліетиленових труб діаметром 20 мм. Укладка поливних трубопроводів - підземна, глибина укладки – 0,4 – 0,5 м. Біля кожного дерева, за допомогою кілка, встановлюється мікродощувач Antelko 360*18 (на висоті 0,25 - 0,3 м) , який за допомогою поліетиленової трубки діаметром 6 мм під'єднан до поливного трубопроводу (рис 1).

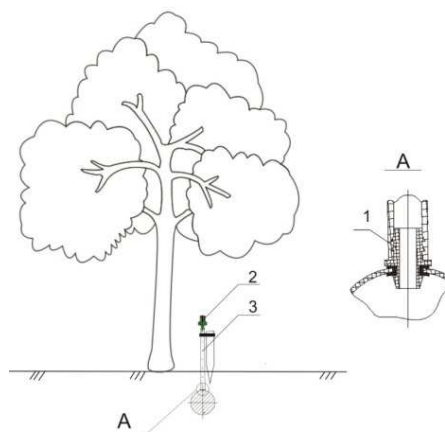


Рис. 1. Схема установки мікродошувачів.
1 – штуцер; 2 – мікродошувач Antelko; 3 – трубка.

Сад розділено на 6 блоків, кожен з яких поливається окремо. Схема зрошення представлена на рисунку 2.

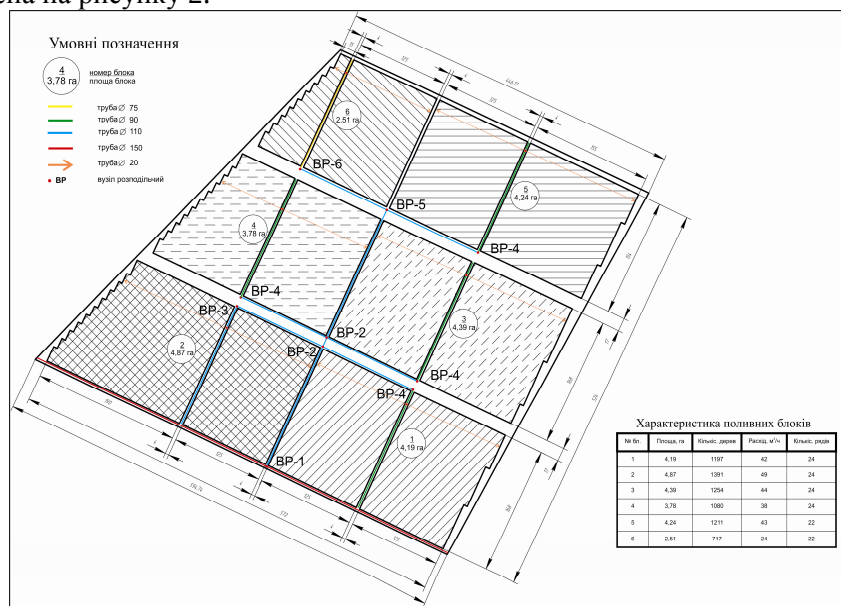


Рис. 2. Схема зрошення сада.

Для нормальної роботи мікродошувачів тиск у поливних трубопроводах повинен бути в межах 0,1 – 0,2 МПа. Середня інтенсивність дощу складає близько 1 мм/год. Тривалість поливу одного поливного блоку становить 8 – 10 годин.

Запропонована стаціонарна система підкранового мікродошування дозволить на протязі усього періоду вегетації черешні підтримувати вологість ґрунту в саду на оптимальному рівні, що посприє отриманню стабільно високих врожаїв плодів.

Список літератури

1. Клімат України / за ред. В.М.Ліпінського. – К.: Вид-во Раєвського, 2003.- 343 с.

ПОХЫЛЕНКО Е.А., ЧОВНЮК Ю.В.
АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИЦЕПНОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ
РАВНОМЕРНОМ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ МТА

УДК 336

Похыленко Е.А.,
магистрант 1 курса факультета инженерии агробиосистем,
научный руководитель: к.т.н., доцент **Ю.В. Човнюк**
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
г. Киев, Украина

АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИЦЕПНОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ
РАВНОМЕРНОМ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ МАШИННО-
ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

Аннотация. Приведен анализ нелинейных угловых колебаний прицепной сельскохозяйственной машины при прямолинейном равномерном поступательном движении машинно-тракторного агрегата. Использована модель нелинейного математического маятника, позволяющая изучить основные кинематические и энергетические характеристики указанных колебаний.

Ключевые слова: анализ, нелинейность, колебания, прицеп, сельскохозяйственная машина, прямолинейность, равномерность, поступательность, движение, машинно-тракторный агрегат.

Постановка проблемы. Прицепная сельскохозяйственная машина является составной частью единой взаимосвязанной механической системы - машинно-тракторного агрегата (МТА), поэтому изучение движения отдельно взятой прицепной рабочей машины при заданном движении трактора заранее содержит неточность – не учитывается силовое воздействие машины на трактор, отклоняющее его движение от заданного. Именно решению этой проблемы посвящено данное исследование.

Анализ последних исследований и публикаций. Нелинейное дифференциальное уравнение колебаний прицепной сельскохозяйственной машины, шарнирно присоединённой к трактору, при прямолинейном равномерном поступательном движении последнего получено в [1]. Анализ малых (линейных) колебаний указанной машины проведен в [2]. Нелинейные колебания системы не изучены. В настоящей работе предложены аналитические зависимости, описывающие основные характеристики нелинейных колебаний прицепа МТА в рамках эллиптических функций Якоби.

Цель статьи состоит в обосновании целесообразного сочетания механических параметров движения прицепной машины, при котором в системе создавалось бы значительное сопротивление возможным нелинейным колебаниям. Благодаря этому может быть обеспечено быстрое затухание её (прицепной машины) свободных колебаний или их отсутствие – апериодическое движение.

При возникновении вынужденных колебаний, вызванных, например, поперечными колебаниями рамы трактора или неровностями рельефа поля, амплитуды колебаний машины останутся малыми, что также обусловлено большим сопротивлением в системе. Даже в случаях, когда рабочая машина имеет значительную массу и оказывает заметное влияние на движение трактора, выбор оптимальных механических параметров машины окажет стабилизирующее влияние на весь агрегат. Следовательно, изучение движения рабочей прицепной машины как самостоятельного объекта можно считать одним из этапов в определении оптимальных механических параметров всего агрегата.

Изложение основного материала. Для симметричных рабочих органов прицепной машины сельскохозяйственного назначения и конечных углов её поворота нелинейное уравнение колебаний имеет вид [1]:

$$J_0 \cdot \ddot{\varphi} + \frac{(\alpha_0 \cdot Rd + \beta_0) \cdot (d \cdot \dot{\varphi} + v_0 \cdot \sin \varphi)}{\sqrt{v_0^2 \cdot \cos^2 \varphi + (d \cdot \dot{\varphi} + v_0 \cdot \sin \varphi)^2}} = 0, \quad (1)$$

где: J_0 – момент инерции машины относительно оси OZ , проходящей через точку прицепа; $\ddot{\varphi} = \frac{d^2 \varphi}{dt^2}$ – угловое ускорение машины; $\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt}$ – её угловая скорость; t – время; φ – текущий угол отклонения плоскости симметрии машины от линии действия вектора $\vec{v}_0$ скорости точки прицепа; α_0, β_0 – константы, характеризующие конструкцию прицепной машины (на данной скорости v_0 её движения); d – длина машины (расстояние между точкой прицепа и центром сопротивления движению МТА); $\vec{R}$ – главный вектор сил сопротивления рабочих органов ($|\vec{R}| = \text{const}$ при $v_0 = \text{const}$). Если рабочие органы прицепной машины простейшей формы (т.е. машина снабжена рабочими органами, имеющими форму вертикальных цилиндрических стержней), тогда $\alpha_0 = 1, \beta_0 = 0$.

Преобразовывая точное уравнение (1), приведём его к виду:

$$J_0 \cdot \ddot{\varphi} + \frac{(\alpha_0 \cdot Rd + \beta_0)}{\sqrt{1 + 2(\dot{\varphi}d / v_0) \cdot \sin \varphi + (\dot{\varphi}d / v_0)^2}} \cdot \left(\frac{d \cdot \dot{\varphi}}{v_0} + \sin \varphi \right) = 0. \quad (2)$$

При $\dot{\varphi}d / v_0 \ll 1$ и малых углах φ из (2) получим уравнение:

$$J_0 \cdot \ddot{\varphi} + (\alpha_0 \cdot Rd + \beta_0) \cdot \left(\frac{d \cdot \dot{\varphi}}{v_0} + \sin \varphi \right) = 0. \quad (3)$$

Представим это уравнение в каноническом виде (т.е. в виде уравнения нелинейных колебаний математического маятника с вязким трением):

$$\ddot{\varphi} + \frac{(\alpha_0 \cdot Rd + \beta_0) \cdot d}{v_0 \cdot J_0} \cdot \dot{\varphi} + \frac{(\alpha_0 \cdot Rd + \beta_0)}{J_0} \cdot \sin \varphi = 0 \quad (4)$$

и примем обозначения [3]: $\tau = \omega_0 \cdot t$, $\varphi_\tau = \frac{d\varphi}{d\tau}$, $\varphi_{\tau\tau} = \frac{d^2\varphi}{d\tau^2}$, $\frac{(\alpha_0 \cdot Rd + \beta_0) \cdot d}{\omega_0 \cdot v_0 \cdot J_0} = \varepsilon \ll 1$,

$\omega_0^2 = \frac{(\alpha_0 \cdot Rd + \beta_0)}{J_0}$. Тогда (4) можно представить в виде:

$$\varphi_{\tau\tau} + \sin \varphi = -\varepsilon \cdot \varphi_\tau, \quad (5)$$

где $\varphi = \varphi(\tau)$. Порождающее уравнение (при $\varepsilon = 0$) для (5) имеет вид:

$$\varphi_{\tau\tau} + \sin \varphi = 0. \quad (6)$$

Уравнение (6) описывает динамику кругового математического маятника без затухания. Его точные решения выражаются через эллиптические функции Якоби. Если воспользоваться выражением для «полной энергии» колебаний [3]:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d\varphi}{d\tau} \right)^2 + (1 - \cos \varphi), \quad (7)$$

то можно представить решение (6) в квадратурах. При этом после замены $z = \sin(\varphi/2)$ зависимость $\tau = \tau(z)$ выражается через эллиптический интеграл первого рода, для которого существует стандартное обозначение [4]:

$$F(\varphi, k) = \int_0^\varphi \frac{dq}{\sqrt{1 - k^2 \cdot \sin^2 q}} \equiv \int_0^{\sin \varphi} \frac{du}{\sqrt{(1 - u^2) \cdot (1 - k^2 \cdot u^2)}}. \quad (8)$$

ПОХЫЛЕНКО Е.А., ЧОВНЮК Ю.В.
АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИЦЕПНОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ
РАВНОМЕРНОМ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ МТА

Здесь параметр k – модуль эллиптического интеграла. Аргумент эллиптического интеграла (8) φ обращается в $\frac{\pi}{2}$ тогда, когда сам интеграл – в полный эллиптический интеграл первого рода: $F\left(\frac{\pi}{2}, k\right) = K(k)$. Для записи решения (6) в явной форме введём функцию, обратную эллиптическому интегралу [3]. Если $F(\varphi, k) = \tilde{u}(\varphi)$, то обратная функция $\varphi(\tilde{u}) = am(\tilde{u}, k)$ представляет собой так называемую эллиптическую амплитуду [4]. Но обычно пользуются не функцией амплитуды, а тригонометрическими функциями этой величины [3]. Так, синус амплитуды задаёт эллиптический синус или синус Якоби: $sn(\tilde{u}, k) = \sin\{am(\tilde{u}, k)\}$. Через эту функцию решение (6) записывается очень просто:

а) при малых «энергиях» $E < E_0 = 2\omega_0^2$ окончательное решение для нелинейных колебаний математического маятника имеет вид:

$$\varphi = 2 \arcsin\{k_1 \cdot sn(\omega_0 \cdot t, k_1)\}, \quad (9)$$

где k_1 – эллиптический модуль эллиптического интеграла первого рода:

$$k_1 = \sqrt{E/(2\omega_0^2)}, \quad (10)$$

определяющий энергию и частоту (нелинейную) осциллятора:

$$E = E_0 \cdot k_1^2, \quad \omega = \omega_0 \cdot \pi/(2K); \quad K = K(k_1); \quad (11)$$

б) при больших «энергиях» $E > E_0$ вращение математического маятника описывается функцией:

$$\varphi = 2 \arcsin\{\omega_0 \cdot t / k_2, k_2\} \equiv 2 \cdot am(\omega_0 \cdot t / k_2, k_2), \quad (12)$$

где $k_2 = \sqrt{\frac{E_0}{E}} = \sqrt{\frac{2\omega_0^2}{E}}$ и $\frac{\omega}{\omega_0} = \pi/(2k_2 \cdot K)$, $K = K(k_2)$.

Решения типа (п. а)) определяют колебательные движения маятника (6), а решения типа (п. б)) – его вращательные движения. Сепаратрисы, отделяющие траектории колебательных движений от траекторий вращательных движений, соответствуют значению «полной энергии» $E = 2\omega_0^2$, а сепаратрисное решение имеет вид:

$$\varphi = -\pi + 4 \cdot \arctg[\exp(\omega_0 \cdot t)]. \quad (13)$$

Для отыскания решения для случая нелинейных колебаний маятника со слабым трением (5) воспользуемся методом

Ван-дер-Поля и Крылова – Боголюбова (в случае нелинейного порождающего уравнения), изложенными и обоснованными в [3, 5-7].

Порождающее уравнение (6) имеет колебательное решение при $E < E_0 = 2\omega_0^2$. В случае больших амплитуд левую часть уравнения (5) нельзя линеаризовать и необходимо воспользоваться точным решением порождающего уравнения (9). Учитывая выражения (11) для частоты и энергии колебания, вводим фазу колебания $\psi = \omega \cdot (t - t_0)$, в которой t_0 – произвольная константа интегрирования (полагаем её в дальнейшем равной нулю), ω – частота периодического решения (11), и переписываем (9) в виде:

$$Q = 2 \arcsin\left\{\sqrt{\frac{E}{E_0}} \cdot sn\left[\frac{2}{\pi} \cdot K\left(\sqrt{\frac{E}{E_0}}\right) \cdot \psi, \sqrt{\frac{E}{E_0}}\right]\right\}. \quad (14)$$

Для определения скорости изменения энергии со временем необходимо вычислить производную:

$$Q_\psi = \frac{\partial Q}{\partial \psi} = \frac{4}{\pi} \cdot k_1 \cdot K\left(\sqrt{\frac{E}{E_0}}\right) \cdot cn\left[\frac{2}{\pi} \cdot K\left(\sqrt{\frac{E}{E_0}}\right) \cdot \psi, k_1\right], \quad (15)$$

где $k_1 = \sqrt{\frac{E}{E_0}}$, $cn(\bar{u}, k_1)$ – эллиптический косинус Якоби с модулем k_1 и зависящий от аргумента $\bar{u}$.

Подставляя (15) в укороченные уравнения [3], полученные усреднением по фазе ψ точных уравнений (т.н. укороченные уравнения Ван-дер-Поля), имеем окончательное выражение для скорости изменения энергии:

$$\frac{dE}{d\tau} = -2\varepsilon\omega_0^2 \cdot \frac{k_1^2}{K(k_1)} \cdot \int_0^{2K(k_1)} cn^2 z dz = -4\varepsilon\omega_0^2 \cdot \left\{ \frac{\bar{E}(k_1)}{K(k_1)} - 1 + k_1^2 \right\}, \quad (16)$$

где $\bar{E}(k_1)$ – полный эллиптический интеграл второго рода модулем k_1 [4]. Используя (16), можно определить дифференциальное уравнение для E :

$$\frac{dE}{d\tau} = -2\varepsilon \cdot \frac{E}{k_1} \cdot \left\{ \frac{\bar{E}(k_1)}{K(k_1)} - 1 + k_1^2 \right\}, \quad k_1 = \sqrt{\frac{E}{2\omega_0^2}}. \quad (17)$$

Это уравнение можно проинтегрировать численно на ПЭВМ и найти зависимость $E = E(t)$.

Для малоамплитудных колебаний ($k_1 \ll 1$) полагаем $\frac{\bar{E}(k_1)}{K(k_1)} \approx 1 - \frac{k_1^2}{2}$, тогда соотношение (16) определяет скорость диссипации энергии, вытекающую из (11), а именно: $\frac{dE}{d\tau} = -\varepsilon \cdot E$. Однако экспоненциально медленное убывание энергии происходит только в линейном режиме. В обратном предельном случае ($k_1 \rightarrow 1$), когда исходная «энергия» математического маятника близка к E_0 , диссипация происходит по другому закону. В этом случае $K(k_1) \approx -\frac{1}{2} \cdot \ln(1 - k_1^2)$,

$\bar{E}(k_1) \approx 1$, и имеем:

$$\frac{dE}{d\tau} \approx 8\varepsilon\omega_0^2 / \ln\left(\frac{E_0 - E}{E_0}\right). \quad (18)$$

Решая это уравнение (18) приближённо, получаем, следующее соотношение:

$$E \approx E_0 \cdot [1 - 4\varepsilon \cdot (\tau - \tau_0)], \quad \tau_0 = \omega_0 \cdot t_0, \quad (19)$$

которое описывает линейное убывание энергии на начальном этапе диссипации.

Выводы

1. Обоснована модель для анализа нелинейных колебаний прицепной сельскохозяйственной машины при прямолинейном равномерном поступательном движении машинно-тракторного агрегата.
2. Полученные в работе результаты могут быть в дальнейшем использованы для уточнения и усовершенствования существующих инженерных методов расчёта колебательных режимов в подобных системах как на стадиях их проектирования/конструирования, так и в режимах реальной эксплуатации, а также для оптимизации их устойчивых режимов движения.

Список литературы

1. Гячев Л.В. Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов/Л.В. Гячев. – М.: Машиностроение, 1981. – 206с.
2. Гячев Л.В. Динамика машинно-тракторных и автомобильных агрегатов/Л.В. Гячев. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1976. – 192с.

ПОХЫЛЕНКО Е.А., ЧОВНЮК Ю.В.
АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИЦЕПНОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ
РАВНОМЕРНОМ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ МТА

3. Косевич А.М. Введение в нелинейную физическую механику/А.М. Косевич, А.С. Ковалёв. – К.: Наукова думка, 1989. – 304с.
4. Янке Е. Специальные функции/Е. Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. – М.: Наука, 1964. – 344с.
5. Андронов А.А. Теория колебаний/А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин. – М.: Наука, 1981. – 568с.
6. Блэкьер О. Анализ нелинейных систем/О. Блэкьер. – М.: Мир, 1969. – 400с.
7. Боголюбов Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний/Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. – М.: Физматгиз, 1963. – 410с.

Анотація. Приведений аналіз нелінійних кутових коливань причіпної сільськогосподарської машини при прямолінійному рівномірному поступальному русі машинно-тракторного агрегату. Використана модель нелінійного математичного маятника, яка дозволяє вивчити основні кінематичні й енергетичні характеристики вказаних коливань.

Ключові слова: аналіз, нелінійність, коливання, причеп, сільськогосподарська машина, прямолінійність, рівномірність, поступальність, рух, машинно-тракторний агрегат.

Abstract. The analysis of nonlinear angle oscillations of the trailed agricultural machine during its rectilinear uniform translation is proposed. One may use the model of nonlinear mathematical pendulum which gives a possibility to investigate the main kinematical and energetic characteristics of these oscillations.

Key words: analysis, nonlinearity, oscillations, trailer, agricultural machine, rectilinearity, uniformity, translation, motion, machine's – tractor aggregate.

УДК 631:345:220

Прокопенко О.О.,
студент 1 курсу спеціальності «Есплуатація та
ремонт машин і обладнання агропромислового комплексу»,
науковий керівник к.т.н. М.І. Ікальчик,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний коледж»

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ТА РОЗДАЧІ КОРМІВ

В даній статті розглянуті проблеми приготування та роздачі кормів на фермі ВРХ. Пропозиція сучасних методів приготування та роздачі кормів - використання кормороздавачів, а саме моделі вітчизняного виробництва «Демі Мікс».

Корми, кормороздавач, виробник, рентабельність.

Постановка проблеми. Щоб мати високу продуктивність у скотарстві, важливо не лише заготувати високоякісні корми та збалансувати їх у раціонах годівлі за поживними речовинами, а й забезпечити якісне приготування кормової суміші, яка призначена для згодовування тваринам.

Розглядаючи стан і перспективи розвитку групи машин для приготування та роздавання кормів на скотарських фермах, слід насамперед зупинитися на питанні технологічної потреби використання кормоцехів на фермах для великої рогатої худоби.

Аналіз останніх досліджень. Останнім часом серед спеціалістів і практиків дедалі ширше вкорінюється думка про недоцільність застосування кормоцехів на фермах скотарського напрямку. Досвід свідчить, що їх використання призводить до додаткових витрат на транспортування, перевантаження й змішування кормових компонентів, будівництво та обслуговування спеціальних приміщень, придбання громіздкого й металомісткого обладнання, потребує істотних витрат електроенергії та залучення людських ресурсів. Так, тільки на обслуговуванні типового кормоцеху на 400 корів зайнято чотири особи. Дослідженнями встановлено, що перетравність органічної речовини кормосуміші, приготовленої у кормоцеху, не має помітної переваги перед згодовуванням окремих компонентів цієї суміші в натуральному вигляді.

Мета дослідження. Недоцільно використовувати на скотарських фермах кормоцехи, а проблема приготування повнораціонних кормосумішей для худоби має вирішуватися за допомогою інших технологічних і технічних рішень.

Виклад основного матеріалу. Доставка й роздавання кормів у приміщення, де утримують ВРХ, є доволі трудомісткою операцією. В умовах прив'язного утримання на її частку припадає 20-30% усіх затрат праці на обслуговування молочної худоби. Нині в абсолютній більшості господарств для навантаження, транспортування та роздавання кормів на фермах використовують спеціалізовані засоби: універсальні навантажувачі типу СНУ-0,5,НФ-0,5, ПЕ-1 "Карпатець", ПЕ-0,8 і кормороздавачі типу КТУ-10А-01, КТУ-1-А-05 та РКП-4,5.

Випробування вітчизняних мобільних роздавачів останніми роками засвідчили, що в цілому вони задовільно виконують технологічний процес транспортування та роздавання корму. Вказані машини мають задовільну продуктивність під час роздавання корму — від 23,0 до 33,0 т/год., забезпечують його роздавання без втрат (збереження його під час роздавання становить від 99,6 до 100%). Кормороздавачі, які випробовували, відповідають вимогам ТУ за кількістю й рівномірністю роздавання корму, що становить від 90,9 до 95,2%.

Світовий досвід свідчить про ефективність використання для приготування кормових сумішей і роздавання їх тваринам сучасних багатфункціональних універсальних технічних засобів, так званих фермських комбайнів. За визначенням, фермський комбайн — це машина для завантаження, подрібнення, дозування, змішування кормових матеріалів і роздавання приготовленої кормової суміші тваринам. Ці машини — як у самохідному, так і в причіпному варіантах — обладнані пристроями для самозавантаження й без них, з горизонтальними і вертикальними шнеками для змішування та подрібнення великостеблових кормів (у тому числі в рулонах і паках), забезпечують виконання всіх технологічних операцій під час організації годівлі тварин: автономне завантаження транспортування кожного з кормових компонентів, їхнього дозування, доподрібнення, змішування і роздавання готової кормосуміші на кормовий стіл чи в годівниці.

Технологічний процес приготування кормосуміші здійснюється так. Фермським комбайном під'їжджають (по черзі) до силосного чи сінажного сховища, бурта з коренебультплодами, ємності з комбікормами й завантажують окремими компонентами кормів відповідно до раціону годівлі. Під час завантаження силосу чи сінажу фермським комбайном із піднятою у верхнє положення фрезою під'їжджають до сховища, відфрезують тонкий шар кормових матеріалів, під час завантаження відбувається доподрібнення маси. Кількість завантаженого корму контролюють за шкалою вагового пристрою. Солому завантажують із використанням тракторних навантажувачів. Концентрований корм, білково-вітамінно-мінеральні добавки завантажують у бункер фермського комбайна з бункерів-накопичувачів або грейферними навантажувачами.

По закінченні навантаження всіх складових кормового раціону корм транспортують комбайном до тваринницького приміщення, змішуючи при цьому кормові компоненти, тобто готують повнораціонну кормову суміш. До місця роздавання комбайн рухається з транспортною швидкістю. Після в'їзду в приміщення і заїзду на кормовий стіл чи кормовий проїзд комбайн переводять на знижену передачу (швидкість — близько 3 км/год.), вмикають вивантажувальний конвеєр. Корм видають на один бік упродовж усього фронту годівлі тварин. Потім комбайн виїжджає з приміщення, розвертається і заїжджає в зворотному напрямі для роздавання корму на інший бік. Фермські комбайни, що виконують функції "кормоцехів на колесах", характеризуються великою різноманітністю типів і моделей.

Уже давно в діловому колі крутилися думки, як зробити кормозмішувальну техніку більш доступною для сільськогосподарських підприємств. Адже вона вся закуповувалася із-за кордону, де в ціну входила високооплачувана європейська праця, розмитнення, перевезення, накрутки імпортерів та українських фірм за налагодження кормозмішувача, та метал, що в основному закуповується для виробництва в Україні, бо в Європі метал не добувають. За це все доводилося платити саме українському виробникові молока, хоч сама по собі конструкція кормозмішувача досить проста. Навіть із Міністерства аграрної політики виділили майже два мільйона гривень на розробку українського кормозмішувача, але ці гроші "привласнила" одна з українських фірм, а кормозмішувач, як був недосяжним для сільськогосподарських виробників, так і залишився.

За словами вчених, кормозмішувальна техніка, а саме, застосування кормозмішувача та змішаного раціону годівлі, впливає на рентабельність молока десь на 25%, тобто на 20% вищі надої молока і приріст худоби, при цьому економія корму до 30%. Також потрібно враховувати і економію людської праці, де на деяких підприємствах цей показник може досягати до 50%. Якщо переймати досвід європейських фермерів, де отримують великі надої, то там кожна ферма має

кормозмішувач. Така техніка повинна бути і на всіх українських фермах, бо саме кормозмішувач є одним із факторів більшої рентабельності молока.

Якщо розглянути будову і компоненти кормозмішувача, то він нічого складного у виготовленні не представляє і може бути зібраний і в Україні. Давайте розглянемо компоненти, з яких складається кормозмішувач і їх виробників.

Редуктор — це серце кормозмішувача. Саме він визначає життєдіяльність кормозмішувача, його роботу, можливість агрегатування з доступними по потужності тракторами, плавність роздавання, швидкість змішування. Існує три великих і потужних виробників редукторів для кормозмішувальної техніки. Перший — це "Комер індустрі". Ця фірма постачає редуктори для виробників німецької фірми "Сілокінг", французької "Кун", частково німецької "Штраутман". "Комер Індустрі" має чотири заводи по всьому світі, і повністю покриває своєю сіткою-розміщенням всіх світових виробників, починаючи з США і закінчуючи Китаєм. Редуктори цієї фірми дорожчі від інших виробників, тому що ці редуктори мають верхній закритий підшипник, що дозволяє його не змащувати і не мати контакту з навколишнім середовищем. Редуктори цієї фірми мають популярність і вони завжди є у виробників на складі.

Другим важливим фактором у кормозмішувачі є його можливість зважувати корм. Для цього застосовують зважувальну систему. На Україні зустрічаються кормозмішувачі в основному також з чотирма виробниками зважувальної системи: це італійська "Динаміка Генерале" і "ПТМ", німецька "Моба" і американська фірма "Дігі-Стар". "Динаміка Генерале" продає свою продукцію для німецьких фірм "Сілокінг" та "Хіммель", італійської "Шторті" польським виробникам. Вона має представника в Україні. На "Куні" та "Штраутмані" ставлять зважувальну систему від італійської фірми "ПТМ". "Тріоліет" використовує зважувальну систему американських виробників. "Моба" постачає виробникам німецького "БФЛ".

Важливою ознакою зважувальної системи повинна бути її надійність, тому що, якщо виходить з ладу зважувальна система, то цьому виною є в більшості недосконалість конструкції. Наприклад, для наших доріг, де як таких доріг немає, потрібен досить великий запас міцності і рівномірне розповсюдження ваги на вимірювальні стержні-датчики. Тому запас міцності на датчиках повинен бути десь у 2,5 рази вищий, ніж потрібно.

У світі існує десь 40 марок кормозмішувачів, але всі вони закуповують деталі для виробництва у 4-5 виробників редукторів і 4-5 виробників зважувальної системи, і тільки маркетинг і технічні особливості роблять один кормозмішувач несхожий на інший.

Третім аргументом є шасі. Виробники кормозмішувачів у світі шасі також закуповують, але по своїй будові воно досить просте і тому як таким важливим аргументом у виробництві кормозмішувачів не являється. Шасі можна ставити і українського виробника, але тільки для кормозмішувачів до 7 кубів, де не потрібні гальмівні колодки.

"Всі інші компоненти — це деталі з листового і трубного металу, і досить легко їх можна зробити в Україні" — саме це зрозумів директор фірми "Сілокінг-Україна" і розпочав працювати над тим, щоб організувати збірку кормозмішувачів в Україні, вибравши з вище перелічених зарубіжних фірм найкращих постачальників.

Сама по собі фірма "Сілокінг-Україна", що займається продажем кормозмішувачів, носить німецьке коріння. Колись вона створювалася як німецьке представництво в Україні від одного з передових виробників кормозмішувачів у світі — німецької фірми "Сілокінг". Але коли прийшла фінансова криза і ціни на євро піднялися майже у два рази, а в свою чергу і ціни на кормозмішувачі, то саме тоді виникла ідея закуповувати

основні вузли для кормозмішувача у світових виробників та встановлювати їх уже на бункер і раму, що виготовлені в Україні. Саме так народилася торгова марка кормозмішувачів "ДЕМІ-МІКС" (див. рис. 1).



Рис. 1. Кормозмішувач-роздавач "ДЕМІ-МІКС"

В основу виробництва "ДЕМІ-МІКСа" були взяті редуктор від "Комера", що ставиться також на німецькі кормозмішувачі "Сілокінг", зважувальна система від "ПТМ", що ставиться на відому в Україні французьку марку "Кун", і шасі трьох різних виробників: з Німеччини, Туреччини і України, в залежності від об'єму бункера. Цей проект поєднав в собі співпрацю чотирьох українських і трьох закордонних заводів. 50% собівартості кормозмішувача припадає саме на імпортні запчастини, що гарантує якість та довговічність експлуатації кормозмішувача. Основним критерієм вибору постачальника серед українських заводів була умова — гарна якість, якість європейського рівня, що в свою чергу досягається, маючи контроль з фірми-замовника. Кормозмішувач "ДЕМІ-МІКС" майже на 40% дешевший від імпортного аналога, а це при 12 кубовому економія, що прирівнюється до виробництва майже 60 тон молока і майже до 60% економії на запчастинах. В свою чергу таку техніку зможе дозволити кожне сільськогосподарське підприємство молочного напрямку.

Колектив фірми ТОВ "Демі-мікс" з 2014 року (див. табл. 1) розпочав випуск нового модельного ряду кормозмішувачів великих об'ємів з двома шнеками від 12 до 16 кубів. Ці кормозмішувачі призначені для великих фермерських господарств із поголів'ям худоби від 500 і більше голів.

Таблиця 1. Технічні характеристики кормозмішувачів "ДЕМІ-МІКС"

Місткість, м ³	6	9	12	18	24
Потужність трактора, к.с.	70	82	100	120	130
Ширина, мм	2100	2200	2550	2260	2550
Висота, мм	2350	2650	2770	2900	2950
Довжина, мм	3850	4550	4750	6600	7250
Маса, кг	2300	3550	4400	7000	8050
Товщина стінки бункера, мм	6	8	8	8	8
Товщина стінки днища, мм	16	20	20	20	20
Кількість ножів, шт.	5	5	7	10	10
Кількість шнеків, шт.	1	1	1	2	2

З метою адаптації даної моделі до реалій української ферми серійно встановили двоступінчастий редуктор. Цей редуктор має два режими роботи: основний і понижений. При використанні основного режиму змішувальні шнеки будуть обертатися на номінальних оборотах двигуна трактора з частотою 30 обертів за хвилину. Понижений режим дозволить знизити частоту обертання шнеків і відповідно зменшити споживану потужність на валу відбору потужності (ВВП) трактора в два рази. В експлуатації кормозмішувача основний режим використовується для роздачі корму, а понижений — для ретельного змішування компонентів кормів. Така дводіапазонна схема роботи кормозмішувача дає можливість агрегатувати його з тракторами меншої потужності, такими як МТЗ-82, котрий переважно використовують на агропідприємствах України.

Нові моделі кормозмішувачів комплектуються спеціальними шнеками (див. рис. 2), які швидше розривають рулони і ріжуть солому. Ці вдосконалені шнеки вищі за попередні та за європейський аналог. Пресовану солому рекомендується опускати в область між двома шнеками, тоді ножі інтенсивно її розділяють і подрібнюють. Розмах ножів на шнеках кормозмішувача регулюється п'ятьма положеннями. Що дає змогу контролювати швидкість різання соломи. Також положенням ножів можна, в разі потреби, регулювати навантаження на трактор. При мінімальному розмаху ножів споживана потужність на ВВП трактора буде відповідно також значно нижчою.

Значну кількість кормозмішувачів обладнують двома заслінками для роздавання кормів. Така конструкція дозволяє виконувати роздачу кормів одночасно на дві сторони. За рахунок цього відбувається значна економія затрат часу та палива в процесі годування худоби.



Рис. 2. Спеціальні шнеки кормозмішувача-роздавача "ДЕМІ-МІКС"

Висновки. Кормозмішувач "ДЕМІ-МІКС" — це спільний проект європейських і українських виробників, який зробить молочну галузь більш рентабельною.

Список літератури

1. «ДЕМІ МІКС» – офіційний сайт [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.demi-mix.com.ua>

Прокопенко А.А.

студент 1 курсу спеціальності «Експлуатація і ремонт машин і обладнання
агропромислового комплексу»

Научний керівник **Ікальчик Н.І.** к.т.н.

ОП НУБіП України «Нежинський агротехнічний коледж»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ

В данной статье рассмотрены проблемы приготовления и раздачи кормов на ферме КРС. Предложение современных методов приготовления и раздачи кормов - использование кормораздатчиков, а именно модели отечественного производства «Демикс»

Корма, кормораздатчик, производитель, рентабельность.

A.A. Prokopenko

Student 1 course in "Espluatatsiya and repair of machinery and equipment agriculture"

Supervisor **Ikalchyk M.I.** Ph.D.

NULES of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical College"

MODERN TECHNOLOGY PREPARATION AND DISTRIBUTION OF FEED

This paper considers the problems of preparation and distribution of feed cattle on the farm. Offer modern methods of preparation and distribution of feed - using feeders, such as models of domestic production "Demi Mix"

Foods, Feeds, manufacturer profitability.

УДК 631.3+631.152

Сергєєва Н.В.,
завідувач науково-організаційного відділу,
Шаповал Л.І.,
старший науковий співробітник, канд. техн. наук
Національний науковий центр
«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

ЩО СПОНУКАЄ ДО РОЗРОБКИ НОВОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ?

Наведено причини, що обумовлюють необхідність розробки та впровадження в сільськогосподарське виробництво нових зразків засобів механізації.

Сільськогосподарська техніка, вдосконалення, нові моделі, мотиви створення, розробка, інноваційна продукція

Процес розробки та серійного випуску нових зразків сільськогосподарської техніки є безперервним та необхідним процесом її оновлення. Вказаний процес є природною стадією вдосконалення науково-технічної продукції, що обумовлена прогресом на світовому рівні. Виходячи з цього доцільно визначити причини, які обумовлюють необхідність розробки та впровадження у серійний випуск нових моделей або модернізації базових зразків засобів механізації сільськогосподарського виробництва.

Наш ННЦ «ІМЕСГ» проводить наукові дослідження та спеціалізується на випуску нових зразків машин і обладнання для механізації процесів у рослинництві, тваринництві, техсервісному забезпеченні, застосуванні електротехнологій, біоенергетики. За останні роки інститутом виконано наукові дослідження та спільно з заводами машинобудування освоєно випуск десятків найменувань машин, обладнання, які випускаються невеликими серіями на індивідуальне замовлення сільськогосподарського товаровиробника. Розглядаючи мотивацію (необхідність) розробки нових та вдосконалених моделей машин слід констатувати, що схема створення і провайдингу («розкрутки», просування на ринок) інноваційної продукції досить складна і трудомістка, яка після завершення наукових досліджень, включає дев'ять етапів [1]. Серед них: трансформація (патентування), розробки і затвердження інноваційного проекту, капіталізація (оцінка вартості нового об'єкта та постановка на баланс підприємства (як нематеріального активу), дослідно-конструкторські роботи з проектування та виготовлення дослідного зразка, серійний випуск, провайдинг та комерціалізація (продаж).

Розглядаючи передумови та етапи освоєння та випуску певної групи засобів механізації слід визначити підстави для освоєння нових моделей машин. Так, найбільш широко та масово інститутом освоєно випуск та модернізацію ґрунтообробних знарядь (табл.). В таблиці наведено дані загального випуску ґрунтообробних знарядь машинобудівельними заводами (близько 250 моделей), а також частка машин, що випускається за участю ННЦ «ІМЕСГ» (близько 70 моделей). Навіть така широка номенклатура машин нині не задовольняє сільськогосподарського товаровиробника за певними характеристиками якості, стабільності дотримання режимів, затрат на експлуатацію, вартості тощо, що спонукає наукові установи НААН та ННЦ «ІМЕСГ» розробляти та налагоджувати випуск все нових моделей.

Таблиця. Технічні засоби для обробітку ґрунту вітчизняного виробництва (за аналітичними дослідженнями канд. тех. наук Насонова В.А., марки машин відмічені по. тексту розроблені за участю ННЦ «ІМЕСГ»)

Призначення засобів за технологіями	Загальна назва знарядь і агрегатів	Марки знарядь (виробники)
1	2	3
Засоби загального призначення	Луцильники дискові широкозахватні Луцильники-дискатори	БДЛП-8, ЛД-8, ЛД-14 (ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»); ЛДГ-10, ЛДГ-15 (ВАТ «УманьФерммаш»); ЛДГ-10М; ЛДГ-15 (ВО «Восход»); АГ-1.5, 2.4, 2.7, 3.3, МАГ-3.6, 6.1, 8.1, УДА-2,1-20, 3,1-20, 4,5-20, 6,1-20 (ТОВ НВП «Білоцерків-Маз»); БН-2.4, БН-3.6, БП-6П, БП-7,2-2 (ВО «Восход»); ДІМ-5(ЗАТ «Лозівський КМЗ»); Д-3,0, Д-4,0, Д-6, Д-8 (ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»); ЛДВ-4; ЛДВ-6 (ВАТ «УманьФерммаш»); АГН-6, АГН-4(ІПП «Велес-Агро»); Паллада 2400, Паллада 3200, Паллада 4000 (ВАТ «Червона зірка»); АГД-1,8, АГД-2,5, АГД-3,5, АГД-5,6, АГД-7,2 (СТ ВФ «Агрореммаш»); ПН-2; ПН-4 (ТОВ НВП «БілоцерківМаз»); ПР-4.5 (ВАТ «Красилівський машзавод»); МР-2,7 (ВАТ «УманьФерммаш»); СГ-21, БП-12, БП-22 (ВАТ «УманьФерммаш»); СБН-10 (ТОВ «Арлан»); ЗБ-10, ЗБ-16, ЗБ-22 (ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»); ЗПГ-15, ЗПГ-24 (ЗАТ «Лозівський КМЗ»); БПН-12 (ВАТ «Галещина машзавод»); БПВ-9, БПВ-15 , БПВ-21 (ТОВ НВП «БілоцерківМаз»); К-6, К-6М, К-10 (ВО «Восход»); КЗК-6, КЗК-9,2, КЗК-10 (ВАТ «УманьФерммаш»); ЗККШ-6 (ВАТ «Вишевич Агротехніка»); КЗГ-7, КПЗ-10 (ВАТ «Хмельницькільмаш»); КДП-6,0, КДП-10,0 (ВАТ «Галещина машзавод»);
	Подрібнювачі рослинних решток	
	Зчіпки борін	
	Котки	

продовження табл.

1	2	3
Технічні засоби для традиційної системи обробітку ґрунту	Плуги	ПНН-3, ПНН-4, ПНН-5, ПНН-6, ПНН-7, ПНН-8, ПО-3, ПО-4, ПО-5, ПО-6, ПО-7, ПО-8 (ЗАТ «ТПФГ Інтерагroteк»); ПНВ 3-35, ПНВ 5-35 (ПП «Велес-Агро»); ПЛН 3-35А, ПЛН 4-35А, ПЛН 5-35А, ПЛН 8-40 (ТОВ «Алекс-Агро»); ПН-3-35, ПН-5-35, ПН-8-40 (ПФ «Агра»); ПН-3-35, ПН-4-35, ПН-5-35, ПН-6-35, ПН-10-35, ПННО-4-40, ПННО-8-40 (ВАТ «Шепетівський завод культиваторів»); ПН-3-35, ПН-4-35, ПН-5-35, ПН-6-35, ПН-8-35, ПНН-4-35/30, ПНН-5-35/30 (ВАТ «Кам'янець-Подільський»); КПС(Н)-4, КПС-8 (ВАТ «Червона зірка»); КПСП-4, КПСП-8, КПС-7,5, КПС-9 (ВАТ «Калинівське РП «Агромаш»); КПН-8, КПП-8, КПП-12 (ВАТ «Умань-Фермаш»); К-4,3, К-7,3, К-7,8, К-8,2, К-9,3, К-11 (ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»); КН-2,8, КН-3,8, КП-5,6, КП-8,5, КП-12 (ТОВ НВП «БілоцерківМаз»); КПН-3, КПН-5,6, КПН-8,2 (ВАТ «Галещина машзавод»); КТ-3, КТ-4, КТ-8 (ВАТ «Шепетівський завод культиваторів»); КПС-8, КНС-7/4 (ВАТ «Апостолавагромаш»); КПС-4ПН, КПС-4ПП, КПС-8П, КПС-8ПМ, КПС-12ПМ (ВО «Восход»); КНП-8,4 (ЗАТ «Києво-Святошинська сільгосптехніка»); КМСО-4, КМСО-8(ТОВ «Арлан»).
	Комбіновані агрегати для передпосівного обробітку ґрунту	АП-3, АП-6 (ВАТ «Умань-Фермаш»); ККП-3, ККП-6 (ВАТ «Галещина машзавод»); КА-3,0, КА-4,4, АК-6 (ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»); АКПН-6 (ВАТ «Красилівський машзавод»); АПБ-6 (ВАТ «Шепетівський завод культиваторів»); АКГ-3,2 (ВО «Восход»).

СЕРГЄЄВА Н.В., ШАПОВАЛ Л.І.
ЩО СПОНУКАЄ ДО РОЗРОБКИ НОВОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ТЕХНІКИ?

закінчення табл.

1	2	3
Техніка для системи мінімального обробітку ґрунту	Культиватори важки, плоскорізи.	АКШ-2,5, 3,6, 5,6, КУН-3, 5,7, 6,3 (ВАТ «Хмельниксілемаш»); КШН-2,2, КШН-3,0, КШН-5,6 (ВАТ «Галечина машзавод»); АПП-6-02-01 (ВАТ «Завод «Фрегат»); КН-2,5, КН-4,5, К-4 (ВАТ «Калинівське РП «Агромаш»); КПЕ -3,8, КПЕ-8(ВАТ «Гочмаш»); КПЕ-3,9, КПЕ-6,6, КПЕ-8,0 (Завод «Проммаш» м. Краматорськ); Алькор -7,5 (ВАТ «Червона зірка»); Партнер-7,5 (УАТ, м. Торез); КР-2, КПШ-5 (ВАТ «Вишевичі Агротехніка»); КЛД-2,0, 3,0, 6,0 (ЗАТ «Лозівський КМЗ»).
	Борони дискові	БДВП-3,0, БДВП-4,2, БДВП-5,5; БДВП-6,3, БДВП-7,2, БДВП-5,5Х; БДВП-6,3Х; БДВП-8,0, БДВП-4, БДВП-8-01(ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»); БДВ-1.8, 2,2, 3,1, 4,2, 7,0, БДШ-8,2, 10,5 (ВАТ «Умань-Ферммаш»); БДВ-2; 3; 4,2; 6; 7; ПДА-4.7(ВАТ «Вишевичі Агротехніка»);Б-30, Б-40 (завод «Дніпрополімермаш»); БДС-6,8; 8,4 (ВАТ «Шепетівський завод культиваторів»); БПД-2,4; БПД-4,2; БПД-4,2-01; БПД-6,0(ВАТ «Завод «Фрегат»); БДП-7КС, БДП-5КС4 (ВАТ «Апостолаагромаш»); БГР-4,2; 6,7 (ВАТ «Галечина машзавод»); БДВ-2,5(ВАТ «Калинівське РП «Агромаш»); БДН-2,6А (ТОВ «Алекс-Агро»); БДВ «Корвет-4,2; 6,0; 6,6; 7,2» (ТОВ «ВТП «Бравалор»); ДМТ-2, ДМТ-4, ДМТ-6 (ВАТ «Гочмаш»); БПД-8,4(ЗАТ «Києво-Святошинська сільгосптехніка»).
Засоби для системи консервуючого обробітку ґрунту	Комбіновані агрегати Чизелі, глибокорозпушувачі, щіпловачі	АКД-3,0, АКД-3А, PowerCUTT-4,0 (ВАТ «Хмельниксілемаш»); АК-4; АК-6 (ВАТ «Калинівське РП «Агромаш»); АКГ-3,2(ВО «Восход»), АКГ-4 (ВАТ «Бореєкс». ГР-1,8; 2,5; 3,4; 4,3; ГР-6,0 (ТОВ НВП «БілоцерківМаз»); ЧГ -40; 40-01; 40-02; 40-03(ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»); АГР-2,4, АГР-3,2 (ВО «Восход»); АЧП-2,5 , АЧП-4,5; ПРПВ-5-50 , ПРПВ-3-50(ВАТ «Кам'янець-Подільськиймаш»); ПН-2,5(СТ ВФ «Агрореммаш»); АЧН-3, ЦН-4 (ВАТ «Галечина машзавод»);
	Комбіновані диско-чизельні та диско-лапові знаряддя	БДВП-3-01; БДВП-4,2-01;БДЧ-5; БДЧ-6; БДЧ-7; ЧГ -40; 40-01; 40-02; 40-03; (ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»); БДВГ -4,2; БДВГ - 5,3 (ВАТ «Умань-Ферммаш»); Б-20, ДЛБ-01(завод «Дніпрополімермаш»);

Дещо схожа (хоч і менш масова) тенденція спостерігається з випуском інших видів техніки, за яким спеціалізується наш інститут (розкидачі мінеральних добрив, обприскувачі, протруювачі, машини для механізації тваринництва тощо).

Аналіз тенденцій в дослідженнях процесу підготовки і випуску (в т.ч. і маркетингових досліджень) засобів механізації показує, що основними мотивами (причинами) необхідності розробки та серійного випуску нових моделей машин є:

- постійне і об'єктивне вдосконалення конструкцій, обумовлене світовим науково-технічним прогресом;
- необхідність досягнення базових показників технічного рівня (конкурентоспроможності [2])¹ та (розширення) функціональних можливостей виробу;
- боротьба за ринок збуту серед виробників однотипних виробів [3];
- розширення зони призначення (за потужністю, продуктивністю, шириною захвату, глибиною оранки, засміченістю тощо);
- необхідність імпортозаміщення виробами вітчизняного виробництва;
- поява нових технологій («ноу-тілл», «стріп-тілл», виробництво та застосування нетрадиційних джерел енергії та біоенергетики) тощо;
- необхідність поєднання (суміщення) різномірних технологічних операцій, що виконуються одним агрегатом (оранка, культивация, прикочування, рихлення, посів, інокуляція);
- необхідність проведенням окремих технологічних операцій, дискретним (перервним або дозованим) способом обумовленим результатами GPS-спостережень (картографією полів);
- зростання врожайності с/г культур;
- необхідність автоматизації та контролю в процесі виконання основних технологічних операцій (наприклад узгоджена подача насіння і отрутохімікатів в камеру змішування протруювача);
- дотримання вимог екологічної безпеки (наприклад необхідність осаджування мілкодисперсних краплин отрутохімікату в обприскувачі для виключення їх знесення вітром за межі насаджень).

Нижче наведено ряд зразків нових засобів механізації, що освоєні ННЦ «ІМЕСГ», в конструкціях яких реалізовані певні конкурентні переваги над аналогами, відсутність яких в базових моделях були підставами для їх розробки, модернізації та серійного випуску.

Машина для розсіювання твердих мінеральних добрив МРД (рис. 1) має збільшену ширину захвату (36 м), нерівномірність розсіювання до 15% по ширині захвату, в декілька разів меншу вартість з закордонними аналогами.

Протруювач типу ПНУ (рис. 2) реалізує інерційно-фрикційний спосіб обробки насіння широкої гамми культур (горох, кукурудза, пшениця, ячмінь, просо, соняшник) з повнотою протруювання 100+3%, нерівномірністю протруювання – не більше 5% та має дуже важливу перевагу над аналогами – самоочищення робочої поверхні машини від залишків препарату та зернових домішок, а також відсутність травмування насіння.

Обприскувачі типу ОШШ-3000/24 (рис. 3) обладнані маятниковою шарнірно-важільною пружною навіскою, що забезпечує стабілізацію відстані між розпилювачем та

¹ Конкурентоспроможність – найважливіша комплексна ринкова характеристика товару, його здатність бути проданим на конкурентному ринку в певні терміни за наявності аналогічних товарів-конкурентів (ДСТУ 3294-95 Маркетинг. Терміни та визначення основних понять)

СЕРГЄЄВА Н.В., ШАПОВАЛ Л.І.
ЩО СПОНУКАЄ ДО РОЗРОБКИ НОВОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ТЕХНІКИ?

поверхнею рослин, під час руху агрегату а також згладжує динамічні навантаження від нерівностей поля.



Рис. 1. Машина для розсівання твердих мінеральних добрив МРД-5



Рис. 2. Універсальний протруювач насіння ПНУ-10

Запропонована конструкція електротрактора (рис. 4) має на меті замінити паливні двигуни під час роботи та рекомендувати його для використання на транспортних роботах, в тепличних господарствах, тваринницьких комплексах.



Рис. 3. Обприскувач широкозахватний штанговий ОШШ -3000/24



Рис. 4. Загальний вигляд електротрактора

Культиватор «Квант-12» (рис. 5) має збільшену ширину захвату (12 м), високу продуктивність (7,2-10,8 га/год), а найважливішою особливістю – підвищений діапазон точності та практичну можливість дискретного регулювання глибини обробки ґрунту, зменшену масу і металоємність.

Інший ґрунтообробний агрегат новітньої конструкції АГП-4,5 (рис. 6) призначений як для основного так і передпосівного обробки ґрунту, в т.ч. і в складі посівного агрегату має удосконалені робочі органи, конструктивні вдосконалення базової моделі; агрегат адаптований до регіональних типів ґрунтів та вітчизняних енергозасобів.



Рис. 5. Культиватор «Квант-12» для передпосівного обробітку ґрунту



Рис. 6. Агрегат ґрунтообробний посівний АГП-4,5

Подрібнювач рослинних решток ПР-4,5 (рис. 7) забезпечує імпортозаміщення таких машин, має вдосконалений робочий ротор, конструкція якого та низькі експлуатаційні витрати (в т.ч. під час заміни), а також низьку в порівнянні з базовою конструкцією вартість; основні робочі органи універсального призначення (для подрібнення кукурудзи, ріпаку, пшениці, ячменю, гички баштанних культур та навіть кущів і молодих дерев).



Рис. 7. Подрібнювач рослинних решток ПР-4,5

Таким чином, процес створення нових зразків машин обумовлений науково-технічним прогресом в світі та забезпечується належним рівнем наукових досліджень, патентно-ліцензійними і маркетинговими дослідженнями ринку відповідного класу техніки, а це забезпечує безперервний процес вдосконалення засобів механізації для переоснащення сільськогосподарського виробництва.

Список літератури

1. Шаповал Л.І. Етапи наукового супроводження процесу створення інноваційної продукції / Міжвід. темат. наук. зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2012. - Вип. № 96. - С. 672-686.
2. ДСТУ 3294-95 Маркетинг. Терміни та визначення основних понять.
3. Омельченко Л.І. Особливості маркетингу інноваційної продукції в сільськогосподарській галузі / Тези V Міжнар. форуму «Трансфер технологій та інновацій: бізнес, влада, регіони». - Київ, 15-16 грудня 2011р. Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України. – С. 138-142.

*Приведены причины, обуславливающие необходимость разработки и внедрения в сельскохозяйственное производство новых образцов средств механизации
Сельскохозяйственная техника, совершенствование, новые модели, мотивы
создания, разработка, инновационная продукция*

States the reason, necessitating development and introduction of new models of agricultural mechanization production.

Agricultural machinery, improve new models, motives of create, development, innovative products.

УДК 631.31

Сердюк Д.В., магистрант,
Волгоградский государственный аграрный университет

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, МЕТОДИКА ОЦЕНКИ

Предложена методика оценки качества обработки почвы непосредственно после прохода почвообрабатывающего агрегата. Приведены результаты полевых испытаний пяти различных почвообрабатывающих орудий и дана их оценка на основе предложенной методики

В результате отработки конструктивных параметров почвообрабатывающих машин встал вопрос оценки качества обработки почвы орудиями различных типов. В ходе исследований установлено, что существующая система показателей качества обработки не может дать объективное представление об оптимальности применения того или иного орудия. Поэтому о качестве работы часто судят на основе визуальных сравнений поверхностного состояния почвы.

Нами на основе модельных исследований крошения предложена методика оценки качества обработки почвы по группе из четырех показателей.

Степень измельчения почвы (i) характеризует размеры агрегатов которые образуются после прохода агрегата и представляет собой отношение $i = D_n/D_k$, где: D_n и D_k – среднестатистический размер структурных агрегатов до и после обработки. При этом, D_n представляет собой условный теоретический показатель, определяемый по формуле

$$D_n = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot K_L}, \quad (1)$$

где a – глубина обработки почвы, м; b – ширина захвата, м; K_L – приведенный коэффициент длины пласта, зависящий от длины линии скола пласта. Для известных орудий для основной обработки почвы и глубин $0,2 < a < 0,4$ можно принять $K_L = 1$ м.

Коэффициент разнотерности структурных агрегатов (K_p) характеризует разброс размеров агрегатов и определяется как отношение $K_p = D_{60}/D_{10}$, где D_{60} –

СЕРДЮК Д.В.
АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ,
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ

средний диаметр агрегатов, составляющих 60% по массе, D_{10} – соответственно 10%. Теоретически оптимальное значение соответствует $K_p \rightarrow 1$ при $2 < D_{60} < 10$ мм, однако в реальных условиях приемлемым значением следует считать значение $K_p = 10-70$. Увеличение значения K_p свидетельствует об одновременном росте в разрыхленном слое общего количества структурных агрегатов малого и большого диаметров, т.е. агрегатный состав становится более неоднородным.

Глыбистость поверхности K_g – отношение суммарной площади, занимаемой глыбами с приведенным диаметром более 10 см к площади контрольного участка.

Степень уплотнения дна борозды K_u – отношение среднего количества ударов плотномера ДорНИИ на глубине, соответствующей дну борозды после и до прохода орудия. $K_u > 1$ свидетельствует об образовании плужной подошвы, $K_u < 1$ – разрушении ее.

Предлагаемая группа показателей является универсальной и может быть применена к любому из известных орудий для основной обработки почвы. Применение их не исключает использование и других известных показателей оценки качества обработки почвы как универсальных, так и специфических для данного орудия.

Важным аргументом в пользу использования показателей K_p и K_g является возможность их оперативного получения с использованием методов электронного сканирования изображения поверхности или почвенного среза с последующей их обработкой на ЭВМ. При этом структура профиля не нарушается, и определяемые показатели довольно объективно отражают состояние почвы. С этой целью после прохода почвообрабатывающего агрегата в обработанный почвенный профиль внедряют металлическую рамку (рис.1) таким образом, чтобы уровень дневной поверхности 2 был в пределах стеклянного окна 3 и с одной стороны вскрывают дно борозды.

С использованием предлагаемой методики была произведена оценка качества работы ряда почвообрабатывающих орудий.

Для закладки эксперимента был выбран участок площадью 20га. Почвенные условия: количество ударов плотномера ДорНИИ – 7,5 (среднее по профилю), что соответствует удельному сцеплению частиц $\text{Суд} = 1,2 \text{ кН/м}^2$; влажность – 22%, угол трения по металлу – 22° , угол внутреннего трения – 30° , объемная масса – $1,5 \text{ т/м}^3$. Обработка участка производилась полосами по три прохода одного агрегата.

Повторність – трехкратная. Показатели качества снимались трехкратно на каждом проходе – в начале, середине и конце. Результаты представлены в табл.1.

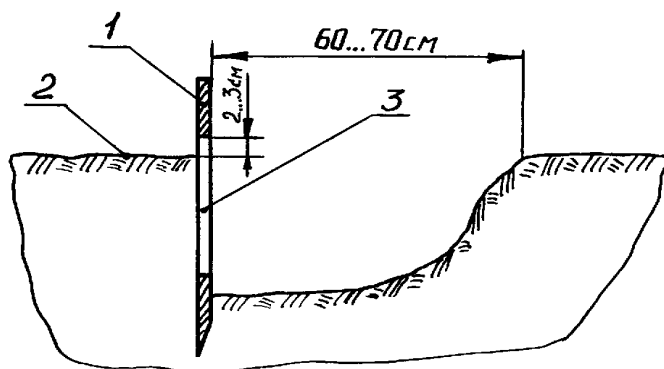


Рис. 1. Схема подготовки почвенного профиля к сканированию.

Анализ полученных показателей производим в сравнении с оборотным плугом, показатели качества работы которого довольно хорошо изучены. Если показатели плуга принять за 100%, то степень измельчения у плуга-чизеля ПЧФ-2,2 на 29% выше, чем у плуга ПЛН-4-35. Это свидетельствует о том, что при проходе орудия пласт крошится на большее количество почвенных агрегатов, в среднем на 29%. В то же время коэффициент разнотерности структурных агрегатов у ПЧФ-2,2 в 7,3 раза ниже, т.е. агрегаты более близки по своим размерам. Это объясняется тем, что у плуга-чизеля механизмов воздействия на пласт больше, но их суммарная интенсивность меньше. Поэтому содержание мелких агрегатов ($d < 1,0$ мм) существенно ниже, что и отразилось на уменьшении K_p .

Таблица 1. Результаты определения степени измельчения i , коэффициента разнотерности структурных агрегатов K_p , степени уплотнения дна борозды K_y и глубистости поверхности K_z .

Тип орудия	i	K_p	K_y	K_z
Плуг ПЛН- 4 -35	22,65	24,8	1,63	0,44
Плоскорез КПШ- 5	2,11	94,5	1,92	0,61
Чизель ПЧ- 4,5	2,03	131,5	0,89	0,69
Чизель ПРПВ-5-50	18,0	67,5	0,56	0,16
Плуг-чизель ПЧФ-2,2	29,3	3,4	0,56	0,21

У чизеля ПРПВ-5-50 количество образуемых агрегатов на 20% меньше и средний приведенный диаметр в 3 раза больше. Это объясняется тем, что ПРПВ-5-50 пласт не оборачивает и не обжимает. Количество механизмов воздействия на пласт меньше, это и отразилось на степени измельчения и коэффициенте разнотерности.

Степень измельчения плоскореза КПШ-5 и чизеля ПЧ-4,5 в 10-15 раз хуже, чем рассмотренными выше орудиями, поскольку почвенные агрегаты образуются в основном за счет скола от лезвия рабочего органа и вклад других механизмов воздействия очень мал. Отсюда и высокое значение K_p .

Коэффициент уплотнения дна борозды у чизелей меньше единицы, причем у ПРПВ-5-50 и ПЧФ-2,2 он одинаков. Это связано с тем, что у этих орудий профиль борозды на 80-90% образован линиями скола без непосредственного контакта с лезвием долота. У чизеля ПЧ-4,5 коэффициент уплотнения на 37% выше, т.к. до 30% профиля борозды образовано непосредственным контактом с лезвием лапы. Плуг и плоскорез, как известно, способствуют образованию плужной подошвы, следовательно $K_u > 1$.

Наличие крупных глыб на поверхности в значительной степени определяется коэффициентом разнотерности структурных агрегатов, что хорошо прослеживается по данным табл.1. Однако в плуге-чизеле ПЧФ-2,2 существует механизм выноса на поверхность включений, больших по размерам, чем средние в профиле. Поэтому K_z у данного орудия на 31% выше, чем у ПРПВ-5-50, где этот механизм отсутствует.

Выводы.

1. Система показателей качества обработки почвы, основанная на группе из четырех показателей (степень измельчения, коэффициент разнотерности структурных агрегатов, коэффициент уплотнения дна борозды, глыбистость поверхности), позволяет объективно оценить качество механической обработки почвы различными типами почвообрабатывающих орудий.

2. Предложенная система показателей качества обработки почвы основана на относительных показателях, что позволяет применять ее в лабораторных условиях на модельной среде с последующим переносом в реальные условия.

3. Применение электронного сканирования почвенного среза значительно упрощает и ускоряет получение качественных показателей обработки почвы. Точность метода ограничивается только разрешающей способностью сканера.

Abstract

The method of the soil cultivation quality evaluation.

D.Serduk

A method of quality evaluation of the soil cultivation immediately after the passage of a soil cultivating unit is proposed. Test results of five different soil cultivating units are offered. Their evaluation on the base of this method is given.

УДК 631:345:220

Скрипка В.В.,
студент 1 курсу спеціальності «Експлуатація та ремонт машин і
обладнання агропромислового комплексу»,
науковий керівник к.т.н. **М.І. Ікальчик,**
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний коледж»

ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ УТРИМАННЯ СВИНЕЙ

У статті розглянуті світові тенденції виробництва обладнання для годування свиней та впровадження сучасних технологій годівлі тварин. Зниження собівартості свинини можливо за умови скорочення витрат кормів під час їх роздачі і споживання тваринами, а також за рахунок застосування дозованого годування тварин відповідно до кормовими раціонами. Розглянуто результати досліджень сучасного імпортного обладнання та вітчизняного нового обладнання для годування свиней.

Обладнання, свині, технологія, собівартість.

Постановка проблеми. В Україні генетичний потенціал вітчизняних порід свиней використовується лише на 15-25 відсотків. Розтягнуті строки відгодівлі тварин призводять до перевитрати кормів та викликають значні додаткові витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу. Нераціонально використовуються приміщення й устаткування.

Аналіз останніх досліджень. Внаслідок незбалансованості кормів витрати на виробництво одного кілограма свинини досягають в деяких господарствах в середньому 15 кормових одиниць замість 6-7 за нормального ведення свинарства (у господарствах Європейських виробників конверсія кормів становить 3-4 кормові одиниці на один кілограм приросту). Все це свідчить не лише про низьку рентабельність галузі, але й про величезні її резерви.

Найбільш трудомістким процесом у свинарстві є роздавання кормів, на частку якого припадає 40% добових трудовитрат на фермі. В структурі собівартості приросту одиниці маси свиней витрати на корм досягають 70%, а рівень механізації роздавання корму не перевищує 80%.

Мета дослідження. Важливим резервом зниження собівартості свинини є скорочення витрат кормів за рахунок застосування диференційованої годівлі, тобто видавання в годівницю заданої для кожної тварини (або групи тварин) порції корму.

Виклад основного матеріалу. Нормована годівля свиней збалансованими за складом кормами впливає на плідність свиноматок, розвиток вимені і подальшу молочність свиноматок в період лактації, життєздатність приплоду, приріст маси свиней під час відгодівлі, а в остаточному підсумку - на собівартість продукції свинарства.

Серед головних принципів, яким повинні відповідати сучасні системи годівлі і роздавання корму у свинарстві - гігієнічність, доступність кормів для тварин, безперешкодна подача, ергономічність, економічність і зручність обслуговування.

У свинарстві застосовують широкий набір кормів різної консистенції. Найбільш сприятливі умови для перетравлювання корму створюються при згодовуванні кормів вологістю 50-70% . Рідкі корми дозволяють отримувати високі прирости, оскільки вони відповідають фізіології тварин. Для застосування рідкої годівлі на свинофермі необхідні: кормоприготувальна станція, насоси для перекачування рідкої маси, система трубопроводів та годівниці. Використання цього обладнання значно збільшує

експлуатаційні витрати на його обслуговування, промивання, охолодження корму тощо (рис. 1).



Рис. 1. Система трубопроводів та годівниці.

Незважаючи на актуальність використання вологих кормосумішей, у свинарстві застосовуються також і сухі розсипні комбікорми, годівля якими сприяє зниженню вологості і поліпшенню мікроклімату у приміщеннях.

Для рентабельного ведення галузі необхідно раціони годівлі свиней забезпечити концентратами не менш ніж на 85 відсотків. Весь зернофураж необхідно згодовувати лише у вигляді комбікормів або кормосумішей, що зменшує їх витрату на 25 % за такої ж продуктивної віддачі.

В Україні з 2009 року ПАТ „Завод „Ніжинсільмаш” виготовлює обладнання для годівлі свиней ОГС, яке забезпечує роздавання сухого корму по всій довжині приміщення для утримання тварин. Обладнання складається із зовнішнього бункера для зберігання сухих кормів, транспортера завантаження корму в бункери роздавача, роздавача корму, годівниць для свиней та електрообладнання з шафою керування. Для нормованого роздавання корму свиноматкам з поросятами та свиноматкам в період відпочинку і запліднення, лінія роздавання корму (обладнання ОГС-І) комплектується об'ємними бункерами-дозаторами корму. Для годівлі свиноматок корм роздають 2-3 рази на добу. Корм надходить до годівниці з дозатора після відкриття клапана дозатора за допомогою ручного механізму, розрахованого на обслуговування всіх дозаторів у приміщенні. Об'єм разової видачі корму при застосуванні дозувальних пристроїв становить від 1 дм³ до 6 дм³. Конструкцією дозаторів передбачено плавне регулювання норми видачі корму

У приміщеннях для утримання відгодівельного поголів'я свиней (обладнання ОГС-Г) застосовується спосіб „годівля вволю”, завдяки якому створюється вільний доступ тварин до корму протягом доби та відпадає необхідність у дозуванні корму. Зовнішній бункер кормів місткістю 10 м³ виготовлений з оцинкованої сталі. Він застосовується для зберігання кормів та завантаження бункера роздавача корму за допомогою спірального транспортера. Потужність привода транспортера - 1,5 кВт. Бункер кормороздавача місткістю 0,2 м³ встановлюється на раму поряд з приводною станцією. Для довантаження

бункера під час роздавання корму у бункері встановлено датчики верхнього і нижнього рівнів, які керують роботою завантажувального транспортера бункера для зберігання кормів. Кормороздавач забезпечує заповнення всіх годівниць, які встановлені в лінії годівлі, при цьому не допускаючи втрат корму.

Обладнання ОВС-40 (рис. 2) виробництва ВАТ „Уманьфермаш” використовується для інтенсивної відгодівлі свиней з механізованим роздаванням сухих кормів.



Рис. 2. Обладнання ОВС-40.

До складу обладнання входять: бункер для сухого комбікорму; механізм подавання корму на шнек; розподільний шнек; годівниці, напувалки, огороження. Конструкція годівниць дозволяє комбікорму самопливом надходити до відкритої частини годівниці, де його споживають тварини. Відкрита частина годівниць забезпечує проведення одночасної годівлі до 10 свиней. Завдяки вільному доступу до корму протягом доби одна годівниця об'ємом до 1,5 м³ забезпечує „годівлю вволю” 120-130 голів свиней. Недоліком конструкції годівниці є відсутність регулювання кількості корму для споживання тваринами. Вільне надходження корму до годівниці дозволяє вибірково споживати його тваринами - сепарація корму становить 5,6%.

Тенденції розвитку свинарського обладнання за кордоном свідчить про те, що поряд з годівлею сухими кормами набуває поширення годівля рідкими кормами, і низка провідних фірм («Schauer» (Австрія), «WEDA» (Німеччина) «Bauer» (Чехія) та інші) пропонують на ринку України автоматизоване обладнання для приготування і роздавання рідких кормових сумішей тваринам. Для роздавання рідкого корму розроблено комп'ютеризовану систему "Hydromix".

Застосована для вирощування і відгодівлі свиней система досить "гнучка" в технологічному відношенні і може експлуатуватись в господарствах з різним поголів'ям і різними планувальними рішеннями. Система добре комбінується з різними складниками обладнання для утримання свиней. В ній передбачено комп'ютерне керування, готове до роботи в мережі ЕОМ, що обслуговує усе виробництво. Забезпечується якісне промивання всіх трубопроводів, клапанів і випускних труб. Годівля тварин повнораціонними комбікормами включає два технологічних процеси: готування рідкого корму заданої вологості й наступне його нормоване роздавання

тваринам. Для забезпечення енергетичної потреби тварин відповідних статевих-вікових груп необхідно підтримувати задані вологість, щільність та обсяг рідкого корму. Відхилення цих параметрів від нормованих значень призведе до недогодовування або перегодовування тварин. Наприклад, за середньої норми годівлі 6 л і вологості корму 75% тварини одержують по 1,764 кг комбікорму, а за вологості 81% - 1,332 кг корму, тобто на 34% менше. Чітко проявляється тенденція до ширшого використання в свиноводстві електронних систем годівлі, функціонування яких ґрунтується на автоматизованій індивідуальній, ідентифікації тварин. На нашій свині закріплюється портативний передавач. Під час входження тварини на кормовий майданчик сигнали від передавача через приймач надходять в комп'ютер, з якого надходить команда на видачу індивідуальної порції корму. Швидкість подачі концентратів відповідає швидкості поїдання їх свинотаткою. Типовим представником такого обладнання є система годівлі свиней за викликом IC-800 фірми "Big Dutchman" (ФРН). Вона може застосовуватись також і для підсисних свинотаток, здатна здійснювати комп'ютеризоване керування годівлею до 1200 голів і забезпечує використання для роботи станцій для видачі кормів - як сухих, так і рідких.

В ТОВ „Поркод-Україна” (м. Жовті Води Дніпропетровської обл.) розроблено комп'ютерну систему годівлі для тваринництва. Система працює згідно з заданою програмою годівлі тварин, яка графічно відображує результати процесу годівлі, дозволяє створювати графіки годівлі, забезпечує оперативний доступ до даних, дозволяє складати індивідуальні списки, проводити щоденний аналіз та резервування даних. Програма має набір меню, з їх використанням проводять перевірку функціонування всіх систем на фермі, отримують інформацію про кожну свинотатку та визначають за графіком оптимальний раціон годівлі в залежності від її стану.

Вивчення досвіду західноєвропейських виробників свідчить про чітку тенденцію переходу від використання групових годівниць до застосування індивідуальних. Це пов'язано з тим, що за групового утримання тварин і годівлі їх із загальних годівниць в них підвищується агресивність, внаслідок чого розкидання корму з годівниць збільшується на 12%. Фірма "Verba" (Голландія) виготовляє близько 30 типів індивідуальних самогодівниць, які призначені для годівлі свиней різних статевих-вікових груп, сухими кормами. За необхідності деякі з них передбачають можливість зволоження кормів в заданій пропорції і різними способами - аж до автоматичного зволоження у відповідності з добовими біологічними ритмами тварини. Конструкція годівниці забезпечує надходження корму невеликими порціями, тому він в годівницях завжди свіжий, а це суттєво знижує втрати корму під час згодовування.

Широко використовуються годівниці для годівлі свиней вологими кормами, які зволожуються різними способами. Один з них - зволоження в годівницях. Вони мають різну конструкцію, проте розміщення напувалок в годівницях однакове. Крім того, у світі набуває розповсюдження автоматизована технологія вільного утримання свинотаток великими групами з індивідуальною годівлею, яка здійснюється з використанням кормових станцій, оснащених спеціальною антеною для зчитування ідентифікаційного номера, запрограмованого в чипі, закріпленому на вусі тварини.

Кормова станція Compident («Schauer» (Австрія) (рис. 3) застосовується для індивідуальної годівлі запліднених та супоросних свинотаток. Кормова станція обслуговує до 80-ти тварин.



Рис. 3. Кормова станція Compident («Schauer» (Австрія).

Ідентифікація тварин здійснюється під час входження свиноматки в станцію. Блок керування станцією передає інформацію на центральний комп'ютер, в якому зберігається інформація про необхідну кількість корму для даної свиноматки. Після цього комп'ютер готує певну порцію корму, точно розраховану за кормовим графіком з урахуванням вгодованості кожної тварини та тривалості супоросності. Якщо свиноматка не з'їдає призначеної порції одразу, під час першого входження в станцію, то двері Compident відкриваються для неї знову, коли вона забажає. Під час наступного візиту комп'ютер надасть тварині потрібний залишок її денного раціону. Кормова станція Compident з комп'ютерним керуванням забезпечує найкраще використання корму, продовжує тривалість життя свиноматок і гарантує отримання здорового приплоду. Індивідуальний підхід до кожної тварини під час їх групового утримання попереджує стреси. Крім годівлі тварин, технологія використання кормових станцій передбачає автоматичне вилучення свиноматок з групи за допомогою блоку розпізнавання та точне встановлення строків охоти свиноматки. Після того як свиноматка з'їсть свою порцію корму, відкриваються входні двері і тварина повертається в групу або йде в селекційний бокс (залежно від намірів оператора, попередньо визначених у комп'ютері).

Висновки. Практика експлуатації свинарських ферм в Україні свідчить про непорядкованість технологічних процесів годівлі тварин. Подальший розвиток свинарства повинен базуватись на впровадженні сучасних технологій утримання тварин та створенні нового конкурентоспроможного обладнання для годівлі свиней. Практика використання сучасного обладнання для годівлі свиней показує можливість зменшення витрат кормів на отримання 1 кг приросту до 30% за рахунок раціонального дозування та виключення втрат корму під час роздавання та споживання корму тваринами. Таким чином, автоматизація технологічних процесів приготування і роздавання кормів дозволить не лише забезпечити виконання зоотехнічних вимог, але й оптимізувати процес годівлі тварин, а отже, домогтися зниження собівартості й підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції.

Список літератури

1. Оптимізація систем технологічних операцій на базі нових комплексів машин для технології виробництва свинини: Звіт про НДР. – Дослідницьке, 2007.
2. Машини для тваринництва та птахівництва: Посібник. – Дослідницьке, 2009.
3. Проспектні матеріали міжнародних виставок
4. Свиначські підприємства ВНТП-АПК-02.05. – К.: Мінагрополітики України: Відомчі норми технологічного проектування. 2005. – 52 с.
5. Обладнання для годівлі свиней ОГС-Г, ОГС-І (ВАТ "Завод "Ніжинсьільмаш"). Протокол державних приймальних випробувань № 01-23-09.
6. Обладнання для відгодівлі свиней ОВС-40 (ВАТ „Уманьферммаш”): Протокол приймальних випробувань № 01- 10 -07 (1200107).
7. Комплекс технологічного обладнання для утримання та відгодівлі свиней КТОС (ТОВ «ЗАХІД -Агромаш»): Протокол державних приймальних випробувань № 01-11.

Скрипка В.В.

студент 1 курсу спеціальності «Експлуатація і ремонт машин і обладнання агропромислового комплексу»

Научний керівник **Ікальчик Н.І.** к.т.н.

ОП НУБіП України «Нежинський агротехнічний коледж»

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЕЙ

В статье рассмотрены мировые тенденции производства оборудования для кормления свиней и внедрение современных технологий кормления животных. Снижение себестоимости свинины возможно при условии сокращения расходов кормов при их раздаче и потреблении животными, а также за счет применения дозированного кормления животных в соответствии с кормовыми рационами. Рассмотрены результаты исследований современного импортного оборудования и отечественного нового оборудования для кормления свиней.

Оборудование, свиньи, технология, себестоимость.

Skrypka V.V.

Student 1 course in "Espluatatsiya and repair of machinery and equipment agriculture"

Supervisor **Ikalchyk M.I.** Ph.D.

NULES of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical College"

ADVANCED TECHNOLOGIES PIG

The article deals with the global trends of production equipment for feeding pigs and introduction of modern technologies animal feed. Cost reduction is possible if pork spending cuts feed during their distribution and use of animals, as well as through the use of feeding animals dosed according to the feed ration. The results of studies of modern imported equipment and domestic new equipment for feeding pigs.

Equipment, pigs, technology, costs.

СЛУШНІКОВ В., ДЯДЯ В.М.
УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

УДК 631.333.53

Слушніков В., студент 25 СПМ,
керівник – к.т.н., доц. Дядя В.М.
Таврійський державний агротехнологічний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ
ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Анотація – розглянуто і обґрунтовано конструкцію відцентрового робочого органу машини для внесення мінеральних добрив з вертикальною віссю обертання диску.

Більшість робочих органів для суцільного розсіву добрив являє собою механізм кидального типу. Найбільш розповсюдженим з них є відцентровий диск з вертикальною віссю обертання [1]. Перевагою таких робочих органів є те, що машини з ними мають велику робочу ширину захвату і, відповідно, продуктивність. Але недоліком таких робочих органів є те, що вони мають велику нерівномірність розподілу добрив по ширині захвату, яка залежить від зони подачі добрив на диск [2], конструкції робочого органу і виду добрив, що вносяться. Одним із шляхів підвищення рівномірності розсіву добрив по ширині захвату агрегату є забезпечення змінних параметрів траєкторій польоту часток при сході з диску.

Робочим органом відцентрового розкидача мінеральних добрив, що забезпечує різну швидкість сходу часток з лопатей диску, є робочий орган з частково перфорованим кільцем (рис. 1). Він складається з диска 1, на якому закріплені лопаті 2. Диск установлений на осі 3 і зверху закритий перфорованим кільцем 4 з отвором 5 у центрі для подачі добрив на диск. Частина кільця (сектор α) неперфорована.

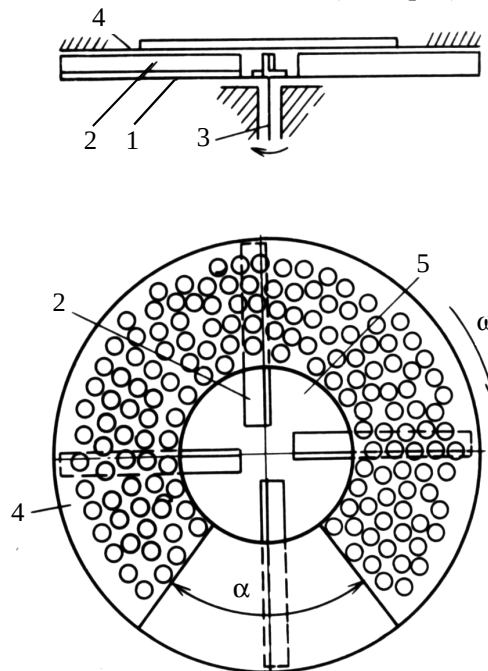


Рис. 1. Відцентровий робочий орган з перфорованим кільцем:
1 – диск; 2 – лопать; 3 – вісь; 4 – кільце; 5 – отвір

Робочий орган працює таким чином. Диск з лопатями обертається навколо вертикальної осі, а перфороване кільце з суцільним сектором нерухоме. Добрива надходять через отвір у кільці на диск з лопатями, переміщуються вздовж лопаті і залишають диск. Установка кільця над диском перетворює його у «відцентровий вентилятор». Повітряний потік, отриманий за допомогою цього «вентилятора», сприяє збільшенню швидкості часток відносно лопаті. Враховуючи, що частина кільця виконана перфорованою, то швидкість повітряного потоку, який утворюється лопатями диска, буде залежати від їхнього положення щодо перфорованої частини кільця і, відповідно, швидкість часток відносно лопаті в різних напрямках буде різна.

При переміщенні лопаті під ділянкою перфорованого сектора кільця швидкість повітряного потоку на виході буде однакова по величині, тому що кількість повітря, що надходить на лопаті через отвори на перфорованому секторі кільця і його центральний отвір, буде постійне. При вході лопаті в зону під неперфорованим сектором кількість повітря, що надходить на неї, зменшиться, що приведе до зниження швидкості повітряного потоку в зазначеному місці. Однак перед виходом лопаті з зони неперфорованого сектора на неї надходить підвищена кількість повітря через отвори на перфорованому секторі кільця. Добрива отримують додатковий поштовх повітряним потоком. Тому в зоні виходу лопаті з-під неперфорованого сектора кільця буде отримана максимальна швидкість повітряного потоку, який утворюється лопатями обертового диска. За рахунок додаткової швидкості повітряного потоку відносно лопаті частки, що знаходяться на лопатях, одержать додаткову відносну швидкість $V_{від}$.

Відцентровий робочий орган з перфорованим кільцем забезпечить змінні параметри траєкторій польоту часток при сході з диску і тим самим зменшиться нерівномірність розподілу мінеральних добрив по ширині захвату агрегату.

Список літератури

1. Догановский М.Г. Машины для внесения удобрений: Конструкции, теория, расчет и испытания / М.Г. Догановский, Е.В. Козловский; – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.
2. Адамчук В.В. Теоретичне обґрунтування параметрів робочих органів машин для внесення мінеральних добрив // Вісник аграрної науки. – 2000. – № 8. – С. 48-50.

УДК 631:345:220

Сокол О.О.,
студент 1 курсу спеціальності «Експлуатація та
ремонт машин і обладнання агропромислового комплексу»,
науковий керівник к.т.н. **М.І. Ікальчик,**
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний коледж»

СУЧАСНІ ДОІЛЬНІ УСТАНОВКИ

В даній статті розглянуті проблеми доїння на фермах ВРХ. Пропозиція проводити доїння сучасними доїльними установками, а саме моделі Тандем, Ялінка, Карусель, Паралель закордонного виробництва.

Постановка проблеми. Доїльне обладнання є ключовою ланкою в технології виробництва на молочній фермі, тому що, доїння є найбільш трудомістким процесом молочного виробництва. Саме на доїльній установці проявляється інтеграція системи людина - тварина - молоко, тобто доїльне обладнання впливає на всі фактори цієї системи, починаючи від ергономіки роботи персоналу, здоров'я тварин і закінчуючи якістю одержуваної продукції. Саме тут збирається, оновлюється і може бути зафіксована інформація про продуктивність, якісних показниках молока, відтворенні, фізіологічному стану тварин. Тому вибір типу системи доїння є завдання першочергової важливості при проектуванні будь-якого молочного комплексу.

Основний матеріал. Доїльний зал - свята святих будь-якого молочного господарства. «Карусель», «Тандем», «Ялінка», «Паралель» - ці назви давно на слуху у виробників молока, але який з цих типів підійде в конкретне господарство, так відразу не вирішиш. Вибір доїльного залу в першу чергу залежить від поголів'я корів. Так, модель «Тандем» розрахована для невеликих господарств з поголів'ям 200-250 голів, а «Паралель» може обслуговувати комплекс до 1500 корів. Основною перевагою доїльного залу «Ялінка» є його порівняно низька вартість на одне доїльне місце, тому він так поширений на фермах. Варіант залу «Карусель» є одним з найбільш продуктивних і, як правило, замовляється великими господарствами з великим поголів'ям.

Тандем - конфігурація доїльного залу, в якій тварини розташовуються паралельно кромці доїльної ями. Див.рис. 1.

Переваги:

- Огляд всього корпусу тварини;
- Індивідуальний вхід і вихід кожної тварини (вся група не чекає закінчення доїння самої тугодойкою корови);
- Можливість читання вушної бирки;
- Особливо зручний для автоматичної роздачі кормів в доїльному залі;

Недоліки:

- Найбільший фронт доїння (260 см на голову) - низька інтенсивність роботи оператора доїння;
- Високі витрати на будівельні роботи внаслідок вимоги великої довжини доїльної ями і приміщення;
- Висока вартість обладнання з розрахунку одного доїльного поста;

Спосіб підключення доїльного апарату - класичний, збоку; варіація розмірів від 1 × 3 до 2 × 8; обслуговує поголів'я - від 50 до 250 голів.



Рис. 1. Доїльна установка «Тандем»

Ялинка - Тварини розташовуються під певним кутом до крайки доїльної ями. Чим більше цей кут, тим коротше фронт доїння, але тим більш широкого простору вимагає доїльний зал в цілому. Див. рис. 2.



Рис. 2. Доїльна установка «Ялинка»

Переваги:

- Невеликий фронт доїння;
- Невисока вартість обладнання з розрахунку на доїльний пост;
- Велика кількість різновидів дозволяє максимально врахувати існуючі або плановані умови виробництва;

- Широкий розмірний ряд - великий розкид обслуговується поголів'я;

Недоліки:

- Обмеженість максимально обслуговується поголів'я;

- Недостатня інтенсивність роботи оператора;

Спосіб підключення доїльного апарату - збоку для 30 ° або ззаду для 60 °; варіація розмірів від 2 × 4 до 2 × 18 (для Топ Свінгу - до 2 × 30); обслуговуване поголів'я - від 150 до 600 голів.

Карусель - втілення конвеєрного типу виробництва молока. Див.рис. 3.



Рис. 3. Доїльна установка «Карусель»

Переваги:

- Висока інтенсивність роботи;

- Потокова технологія;

- Максимальна продуктивність з розрахунку обслуговується поголів'я одним оператором в одиницю часу;

- Ефективна робота, яка не залежить від чисельності зоотехнічних груп в стійловому приміщенні;

Недоліки:

- Підвищені вимоги до проведення підготовчих будівельних робіт;

- Підвищені вимоги до вирівненості стада за продуктивністю, молоковіддачі і будовою вимені;

- Висока вартість з розрахунку на один доїльний пост.

Паралель -. Фронт доїння максимально зменшений (70 см на один доїльний пост); обов'язкова умова швидкого виходу; кутові ворота, що створюють окремі осередки при постановці кожної тварини; максимальна захищеність оператора. Такий тип набуває все більшої популярності у зв'язку з процесами укрупнення господарств, так як є оптимальним рішенням доїння поголів'я від 500 до 1200 голів. Див рис. 4.



Рис. 4. Доїльна установка «Паралель»

Переваги:

- Мінімальний фронт доїння;
- Висока інтенсивність роботи оператора доїння;
- Порівнянна з Ялинкою вартість обладнання з розрахунку на одиницю продуктивності (доїнь корів на годину);
- Широкий розмірний ряд - великий розкид обслуговується поголів'я;
- Як правило, більш міцна рамна конструкція, розрахована на саму інтенсивну експлуатацію

Недоліки:

- Підвищені вимоги до ширини приміщення;
- Підвищені вимоги до форми вимені;

Рекомендовано і використовується 2 основних типи доїльних залів компанії «Міллайн» - «Паралель» і «Карусель»

Електронна система доїльного залу визначає функції, які буде забезпечувати обладнання крім безпосередньо операції доїння. Принципово можна розглядати два типи електронних систем:

«Мілпро Ред» система обліку молока, управління доїнням і автоматичного відключення доїльних апаратів:

Електронна пульсація з функцією зміни режиму відповідно до інтенсивності молоковіддачі тварини;

- Функція стимуляції при низькій інтенсивності молоковіддачі на початку доїння;
- Вимірювання та індикація надою і швидкості молоковіддачі на основі роботи інфрачервоного датчика потоку;
- Опція вимірювання електропровідності молока;
- Автоматичне відключення доїльного апарату після закінчення доїння;
- Управління доїльним постом за допомогою однієї кнопки;

«Мілкон» система ідентифікації, обліку рухової активності тварин і автоматичної передачі даних молочної продуктивності в комп'ютер; комп'ютерна програма управління стадом

СОВРЕМЕННЫЕ ДОИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

А.А. СОКОЛ

**студент 1 курса специальности «Эксплуатация и ремонт машин и оборудования
агропромышленного комплекса»**

Научный руководитель Икальчик Н.И. к.т.н.

ОП НУБиП Украины «Нежинский агротехнический колледж»

**В данной статье рассмотрены проблемы доения на ферме КРС. Предложение доения
современными доильными установками, а именно модели Тандем, Елочка, Карусель,
Параллель зарубежного производства .**

OF milking machines

O.O. SOKOL

**Student of 1st courses of separation from preparation of junior specialists speciality is
“Operation and maintenance of machines and equipment in agriculture production”**

Scientific leader N.I. IKALCHYK, senior teacher

SS National university of life and environmental sciences of Ukraine

«Nizhyn Agrotechnical Institute»

**In this article the problem of milking cattle on the farm. Offer modern milking milking
machine, namely Model Tandem Herringbone Parallel carousel foreign production.**

УДК 631.355.3

Супрун О.М.,
студентка 1 курсу магістратури
механіко-технологічного факультету,
Смолінський С.В.,
доцент кафедри сільськогосподарських машин
та системотехніки ім. академіка П.М.Василенка,
НУБіП України, м. Київ, Україна

ТЕХНІЧНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КАЧАНОВІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ КУКУРУДЗОЗБИРАНИХ МАШИН

Анотація: В статті проаналізовано процес роботи качановідливних пристроїв кукурудзозбиральних машин і обґрунтовано напрямки їх подальшого вдосконалення.

Ключові слова: збирання кукурудзи на зерно, кукурудзозбиральна машина, качановідливний пристрій, продуктивність машини

Постановка проблеми: Кукурудза є важливою і цінною продовольчою, кормовою і сировинною сільськогосподарською культурою. Поживність зерна кукурудзи складає більше, ніж у пшениці, і воно широко застосовується як сировина для харчової, переробної, медичної, мікробіологічної, хімічної промисловості та в інших галузях народного господарства. За посівними площами займає друге місце у світі після пшениці. Основними імпортерами кукурудзи з України є країни ЄС (більше половини імпортованого зерна), Близького Сходу та інші країни.

Технологічний процес збирання кукурудзи на зерно здійснюється універсальними самохідними зернозбиральними комбайнами, які обладнані приставкою для збирання кукурудзи на зерно, або спеціальними кукурудзозбиральними комбайнами. В цілому, збиранню кукурудзи на зерно характерними є значні затрати праці і динамічність процесу. Це пов'язано із властивостями сортів і гібридів кукурудзи та рівнем сучасної кукурудзозбиральної техніки.

Технічний рівень кукурудзозбиральних комбайнів характеризується якісними показниками (відповідність агротехнічним вимогам), надійністю, енергоємністю та матеріаломісткістю. У випадку не відповідності технічного рівня збиральних машин сучасним вимогам застосування, такі технічні засоби вважаються неефективним, а машина на ринку сільськогосподарської техніки - не конкурентоспроможною.

Важливим прийомом при збирання кукурудзи на зерно є відливання качанів від стебла, яке виконується качановідливними пристроями. Для якісної роботи кукурудзозбиральних машин необхідно і важливо забезпечити ефективне відливання качанів, тобто з мінімізацією пошкодження, втрат і енергозатрат. Відомі качановідливні пристрої, які складаються із двох вальців, що обертаються назустріч один одному. При цьому вальці захоплюють стебло і протягують між пластинами, які розміщені над вальцями, відливаючи при цьому качани. Але пристрої такого зразка не завжди ефективно працюють, оскільки при збирання кукурудзи на зерно деяких сортів і гібридів дещо відрізняється взаємодія робочих органів із технологічним матеріалом.

Тому дослідження, які спрямовані на покращення показників ефективності процесу відокремлення качанів як однієї з найбільш важливих операцій при збиранні кукурудзи є актуальними.

СУПРУН О.М., СМОЛІНСЬКИЙ С.В.
ТЕХНІЧНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ
КАЧАНОВІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ КУКУРУДЗОЗБИРАНИХ МАШИН

Якість відривання качанів від стебла качановідривними пристроями залежить від багатьох чинників, зокрема, від конструктивних і кінематичних параметрів відривного пристрою, особливості їх взаємодії із стеблом, характеристики стебла і качанів, рівномірності подачі, а також загального стану маси, що подається. Значний вплив на якість роботи має вологість качанів і стебла, наявність домішок, а також величина зусилля, яке необхідно прикласти для відривання качана від стебла.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Питаннями дослідження роботи качановідокремлювачів займалися Анісімова Л.І., Карпуша П.П., Деревенко В.В., Бондаренка О.В. та інші [1-8]. В дослідженнях цих авторів розглянуто аналіз технологічних процесів транспортування стебел і відокремлення качанів. Але виникає потреба у проведенні подальших досліджень процесу роботи качановідривних пристроїв і обґрунтування шляхів підвищення їх ефективності роботи.

Мета статті: проаналізувати технічні і технологічні принципи вдосконалення качановідривних пристроїв щодо підвищення їх ефективності роботи при збиранні.

Виклад основного матеріалу: Обмеження продуктивності машин для збирання кукурудзи на зерно викликане невирішеною проблемою якісного відривання качанів від стебла при роботі на підвищених швидкостях.

Незалежно від марки і типу кукурудзозбиральних машин качановідривні пристрої виконують послідовно захоплення і протягування стебла, відривання качана від стебла та транспортування качана. Але велика кількість факторів, що впливають на протікання процесу відокремлення качанів, ставлять задачу адаптивності процесу роботи пристрою внаслідок варіювання характеристик кукурудзи по площі поля.

Тому, перед конструкторами і науковцями постає завдання створення на основі системного підходу адаптованого качановідривного пристрою, який забезпечуватиме якісне збирання врожаю на високих швидкостях поступального руху збирального агрегату.

Проаналізуємо процес роботи качановідривного пристрою і визначимо деякі їх особливості. Для цього, процес роботи качановідривного пристрою розділимо на такі основні етапи:

- направлення стебел кукурудзи мисами кукурудзозбиральної машини до качановідривного пристрою. Ефективність роботи на цьому етапі в значній мірі залежить від фізико-механічних властивостей стебел, швидкості руху машини, положення стебел у рядку (відхилення стебла від осі рядка) тощо. При цьому можливе обґрунтування використання активних мисів, а теорія процесу описана в багатьох джерелах;

- захоплення і подачу стебел в робочий зазор між вальцями. Важливим при цьому є висота захоплення (цей параметр необхідно визначати в залежності від висоти стебла, розміщення качанів, кута нахилу стебла до горизонту тощо) і кут взаємодії, а також швидкість руху машини. Цей етап характеризується криволінійністю руху. Важливо враховувати можливість відхилення стебла при взаємодії з робочими органами;

- протягування стебел вальцями між пластинами. Важливо, щоб при цьому була мінімізація проковзування вальців по стеблу. На ефективність роботи переважно впливають властивості стебел та конструктивні і кінематичні параметри вальців;

- відривання качанів при протягуванні стебла між пластинами. Величина зазору між пластинами має вибиратися в залежності від діаметра стебла (зазор має бути більшим за максимальний діаметр стебла) та діаметра качана (меншим за діаметр мінімального качана). Тому, ефективність процесу на цьому етапі визначається взаємним розміщенням вальців і пластин, властивостями стебел і качанів, кінематичними параметрами вальців і швидкості руху машини. Співвідношення між частотою обертання

вальців і швидкістю руху машини мають бути такими, щоб незалежно від довжини стебла і висоти його захоплення робочими органами, стебло пройшло по всій довжині зони розміщення качанів просвіт між пластинами. При цьому, динамічні навантаження, що діятимуть з боку відривного робочого органу, мають перевищувати зусилля на відривання качанів, але при цьому має бути відсутнє вибивання зерен із стрижня качана. Для підвищення ефективності відривання пропонується додатково повертати стебло при відокремленні качана. Технічне рішення цієї задачі досягається шляхом встановлення над поверхнею відривних вальців додаткові вальців з гвинтовою навивкою. При цьому крок навивки на вальцях відрізняється, що дозволить повертати стебло. При збиранні високоврожайних сортів кукурудзи додатково розглядатиметься можливість обертання вальців з різною частотою;

- транспортування відокремлених качанів транспортуючими робочими органами. Ефективність транспортування залежить від типу транспортуючих пристроїв і їх кінематичних та конструктивних параметрів, діючих динамічних навантажень, властивостей качанів тощо. Переважно для транспортування качанів використовуються лапчасті транспортери. Обґрунтування застосування інших типів транспортуючих елементів дозволить підвищити транспортуючу здатність, а, отже, і продуктивність машини в цілому. Пропонується для транспортування використовувати гвинтові вальці із різним кроком навивки. Крім того, в кінці транспортування над вальцями встановити бітерний вал для очищення качанів від обгорток.

Існуючі результати досліджень визначають методику розрахунку і проектування качановідривних пристроїв. Практика проектування кукурудзозбиральних машин вимагає на сучасному етапі розробку теорії продуктивності кукурудзозбиральних машин, яка нерозривно пов'язує процеси створення машин з реальними умовами експлуатації, що дозволить виявити непродуктивні витрати робочого часу, намітити шляхи його скорочення та отримати необхідні дані для прогнозування напрямів подальшого вдосконалення машин при проектуванні.

Проведений аналіз дозволяє визначити такі основні напрямки вдосконалення качановідривних пристроїв:

- адаптованість до умов роботи та різних сортів і гібридів. При цьому робочі органи можуть обладнуватися додатковими елементами, які забезпечуватимуть захват стебел незалежно від сорту кукурудзи та вологості;
- підвищення продуктивності і транспортуючої здатності качановідривних пристроїв шляхом обґрунтування інших робочих та транспортуючих органів;
- підвищення надійності процесу відривання качанів при роботі кукурудзозбиральних машин. Для цього пропонується вдосконалити систему приводів робочих елементів, застосовувати нові матеріали для виготовлення робочих органів, обґрунтувати взаємодію інших типів тощо.

В результаті вирішення поставлених задач і реалізації технічних та технологічних передумов удосконалення качановідривних пристроїв, які зазначені в статті, можна досягнути підвищення продуктивності, стабільності робочого процесу та мінімізації втрат і пошкодження качанів при підвищених швидкостях руху машини із науково-обґрунтованими параметрами.

Висновки: На основі проведеного аналізу робочого процесу качановідривних пристроїв кукурудзозбиральних машин із розділенням на окремі етапи, визначено можливості підвищення продуктивності і якості роботи пристрою. В результаті їх синтезу обґрунтовано шляхи подальшого вдосконалення качановідривних пристроїв з метою забезпечення більш ефективного функціонування кукурудзозбиральних машин.

СУПРУН О.М., СМОЛІНСЬКИЙ С.В.
ТЕХНІЧНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ
КАЧАНОВІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ КУКУРУДЗОЗБИРАНИХ МАШИН

Список літератури

1. Анисимова Л.И. Теоретические и экспериментальные исследования закономерностей движения стеблей в початкоотделяющих аппаратах ручьевого типа / Л.И. Анисимова // ВИСХОМ. – Москва, 1966. – Вып. 47. – С. 259–280.
2. Бондаренко О.В. Аналіз існуючих качановідокремлювальних апаратів кукурудзозбиральних машин /О.В.Бондаренко// Вісник аграрної науки Причорномор'я. - Вип.1(15) : МДАУ. - Миколаїв, 2002. - С .226-230
3. Карпуша П.П. Механико-технологические основы процесса работы питающих и початкоотделяющих устройств в кукурузоуборочных машинах. /П.П.Карпуша// Автореф. дис. д-ра техн. наук. - Ростов-на-Дону. - 1972. 49 с.
4. Козачок Б.Д. Повышение производительности энергонасыщенных кукурузоуборочных комбайнов. /Б.Д.Козачок// Ж. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1978. - № 9. - с.19- 22.
5. Мартиненко В.В. Інтенсифікація технологічного процесу відокремлення качанів / В. В. Мартиненко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип.1(15) : МДАУ. - Миколаїв, 2002. - С. 231-235.
6. Ракул О.І. Аналітичний огляд технологічних схем і технологій механізованого збирання кукурудзи / О.І. Ракул // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. Вип. 20. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2010. – С. 288–293.
7. Смолінський С. Чим краще збирати кукурудзу на зерно /С.Смолінський, В.Марченко// Ж. Agroexpert. – 2013. - №7 (60) – С. 66-70.
8. Труфляк Е.В. Початкоотделяющий аппарат кукурузоуборочной жатки с дополнительными контурами ремней /Е.В.Труфляк// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - Выпуск 34. – 2007. – режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/10/pdf/10.pdf>

Аннотация: В статье проведен анализ рабочий процесс початкоотделяющих устройств кукурузоуборочных машин и обоснованы направления их дальнейшего совершенствования.

Ключевые слова: Уборка кукурузы на зерно, кукурузоуборочная машина, початкоотделяющее устройство, производительность машины.

Summary: The are analysed the cob-husker operation of the corn-harvester and justified the their improving ways.

Key words: corn harvesting, corn-harvester, cob-husker, machines productivity.

УДК 631.33.024

Тесленко С.В., студент 25 СПМ,
керівник – к.т.н., доц. **Саньков С.М.**
Таврійський державний агротехнологічний університет

КЛАСИФІКАЦІЯ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИСІВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Анотація – в статті надано класифікацію висівних апаратів сівалок сільськогосподарських культур за принципом їх дії та конструктивного оформлення.

В загальному комплексі сільськогосподарських машин для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур сівалки займають одне з перших місць і, незважаючи, на простоту задачі та схожість призначення, відрізняються значною кількістю конструкцій і марок. Це пояснюється великою кількістю сільськогосподарських культур, які відрізняються фізико-механічними властивостями насіння. Ця обставина, разом зі способом сівби, має великий вплив на основний вузол сівалки – висівний апарат.

Суттєвим недоліком існуючих класифікацій сівалок по конструктивним особливостям (типам) висівних апаратів є те, що вони не в повному обсязі враховують конструкцію сучасних сівалок.

Крім того, велика кількість висівних апаратів, які відрізняються як за конструкцією, так і по принципу роботи, робить цю класифікацію громіздкою та важкою при визначенні напрямку розвитку та аналізу конструкції. В наданій класифікації в якості розподільного признаку прийнято принцип дії апарата та конструктивне оформлення висівних пристроїв.

За принципом дії висівні апарати сучасних сівалок можна поділити на чотири основні групи: механічні, пневматичні, пневмомеханічні та гідравлічні. Найбільш розповсюджені перші три групи.

Механічні висівні апарат за конструктивним виконанням і принципом дії відбору насіння від загальної маси та створення його потоку можна поділити на котушкові, коміркові, чашечкові, шнекові, вібраційні, відцентрові, ложкові та апарати для вкладання насінневої водорозчинної стрічки. В свою чергу котушкові апарати розділяються на жолобкові, штифтові та карнавочні. На останніх моделях овочевих сівалок з котушковим висівним апаратом використовуються жолобки з постійними та змінними геометричними параметрами жолобків.

Коміркові висівні апарати за розташування комірок на рухомих частинах поділяються на дискові, стрічкові, шиберні та барабанно-штокові. В дискових апаратах комірки розташовуються на циліндричній або торцевій поверхнях, які обертаються; в шиберних – на пластинах, які виконують зворотно-поступовий рух; в стрічкових – на поверхні стрічки та можуть бути крізними та глухими. В стрічкових апаратах використовуються як одна, так і дві стрічки. Стрічкові висівні апарати мають обмежене використання та використовуються при сівбі насіння, яке легко травмується.

Дискові апарати по розташуванню висівних дисків розподіляються на апарати з горизонтальною, вертикальною та похилою віссю обертання.

Дискові пневматичні апарати розподіляються так, як і дискові пневматично-механічні. Найбільше розповсюдження за кордоном отримали апарати з горизонтальною

ТЕСЛЕНКО С.В., САНЬКОВ С.М.
КЛАСИФІКАЦІЯ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИСІВУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

та вертикальною віссю обертання. Вони прості за конструкцією, надійно виконують технологічний процес.

Пневматичні висівні апарати без рухомих частин відрізняються від інших апаратів цієї групи тим, що відбір насіння з загальної маси та їх транспортування здійснюється повітряним потоком без будь-яких механічних втручань. По характеру дозування вони можуть бути з одиничним відбором насіння (сівалки точно висіву) та дозованим потоком (рядові сівалки). Для одиничного відбору насіння в висівних апаратах використовується не тільки надлишковий тиск, але і вакуум. Всі вони мають різну конструкцію, але поділяються на дві групи: барабанні та дискові. Всмоктуючі отвори в барабанних висівних апаратах розташовуються на циліндричних поверхнях, а в дискових – на площині диска. Сівалки з пневматичними висівними апаратами комплектуються наборами висівних дисків з різною кількістю та різними діаметрами отворів, що дає можливість виконувати сівбу різних культур з необхідною нормою. Схеми виконання технологічного процесу в пневматичних сівалках:

- з індивідуальним дозуванням з безступінчастим розподілом;
- з груповим дозуванням і безступінчастим розподілом;
- з загальним дозуванням і одно- або двоступінчастим розподілом.

Різноманіття конструкцій висівних апаратів сівалок дає змогу виконання сівби різних сільськогосподарських культур. При виборі типу та конструкції сівалки для конкретного господарства необхідно також враховувати умови їх експлуатації, що впливає на якість виконання технологічного процесу.

Список літератури

1. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г.Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
2. Сельскохозяйственные машины: Учебник / Комаристов В.Е., Дунай Н.Ф.– М.: Колос, 1971
3. Евнуков Е.И, Любушко Н.И. Высевающие аппараты // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1988. – №1. С. 21-24.

УДК 633.854.758

Фай А.Б., студент,
Науковий керівник – кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник **В.І. Макаєв**,
Глухівський агротехнічний інститут імені С.А.Ковпака Сумського НАУ

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В УКРАЇНІ

Проаналізовано шляхи підвищення врожайності соняшнику за рахунок застосування новітніх технологій вирощування та використання у якості посівного матеріалу гібридів

Ключові слова: технологія, соняшник, гібрид, сівоборот

В Україні, особливо у останні роки, намітилась тенденція до зростання посівних площ під соняшником, в 2013 році посіви соняшника займали площу близько 5,7 – 5,8 млн. га, а в 2011 році посівна площа складала 4 млн. га, що призвело до перенасичення сівозмін цією культурою. Часте повернення посівів, особливо соняшнику, на одне і те ж місце не тільки погіршує структуру і родючість ґрунту, а й призводить до поширення хвороб і шкідників, які знижують і погіршують якість насіння, особливо в роки з несприятливими погодними умовами.

Для України соняшник – дуже цінна технічна культура. Серед світових виробників Україна посідає провідне місце за валовим збором насіння соняшнику. Швидкі темпи росту споживання та потреби в рослинних жирах призвели до того, що в аграрному секторі України відбувся різкий перерозподіл посівних площ на користь групи олійних культур, де основну роль відіграє соняшник - одна з найбільш прибуткових та високоліквідних культур.

Соняшник швидко розповсюджується у північних та західних регіонах нашої країни, де раніше його вирощування стримувалося кліматичними умовами, відсутністю скоростиглих та ранньостиглих гібридів, проявом хвороб. Значно зросли площі вирощування соняшнику в Київській, Сумській, Вінницькій, Черкаській та на півночі Полтавської і Харківської областей. Перехід до вирощування соняшнику в північні зони, підвищує середню урожайність. Але це неможливо без використання нових стійких або толерантних сортів[1].

Нажаль різке збільшення посівів соняшнику, зумовило проявленню деяких проблем, які призводять до зменшення врожайності даної культури.

Причина зниження врожайності соняшнику полягає в тому, що

- часте повернення посівів на одне і те ж місце погіршує структуру і родючість ґрунту, та призводить до поширення хвороб і шкідників, які знижують і погіршують якість насіння, особливо в роки з несприятливими погодними умовами.

- застосування застарілих сортів соняшнику, недотримання технологій вирощування [2]

Одним із розв'язків проблеми підвищення врожайності соняшнику є використання високотехнологічних і високогетерозісних гібридів, які адаптовані до умов вирощування і стійкі до хвороб та шкідників. В даний час у реєстрі сортів України зареєстровано близько 200 гібридів соняшнику, рекомендованих для вирощування на території

ФАЙ А.Б., МАКАЄВ В.І.
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В
УКРАЇНИ

України. Гібриди соняшнику дають урожай, який перевищує звичайні сорти на 10-15 %, але по олійності насіння дещо поступаються .

Існують так звані міжлінійні гібриди, що мають однакові висоту і діаметр кошиків. Крім того, вони одночасно зацвітають і дозрівають, що зручно для збирання. Досвідчені аграрії при виборі гібридів висувають безліч вимог до якості насіння: високий рівень врожайності, тривалість вегетативного періоду, технологічність, високе калібрування, стійкість до шкідників, хвороб і несприятливих погодних умов. При високому генетичному потенціалі насіння багатьох вітчизняних гібридів, без дотримання рекомендованої технології вирощування при розмноженні гібридів їх якість зводиться до мінімуму. Тому часто вітчизняні гібриди поступаються місцем закордонним. Основною перевагою зарубіжного насіння перед вітчизняними є калібрування, яка відіграє далеко не останню роль в одержанні високих результатів. Погано відкалібрований насіннєвий матеріал тягне за собою перевитрату насіння при посіві, нерівномірне дозрівання, несвоєчасне збирання і, як наслідок, недобір урожаю насіння з одиниці площі. Нажаль ціна закордонних гібридів дуже велика, але наші аграрії не можуть ризикувати і змушені закупати дороге імпортне насіння, вважаючи, що дорожче - значить краще. Дуже часто аграрії при цьому не отримують високий врожай, так як більшість імпортованих гібридів погано пристосовані до наших кліматичних умов, мають розтягнутий період вегетації, уражаються хворобами та шкідниками. Проти шкідників соняшнику, з яких є найбільш небезпечні дрітляники, ложнопроволочники, жук-кравчик, соняшниковий вусач, соняшникова шипоноська, а також проти хвороб (склеротинії, або білої гнилі, та іржі застосовують агротехнічні, механічні та хімічні методи)[3].

Виробники насіння повинні розуміти, що відхилення від технології вирощування гібридів неминує призведе до зниження ефекту гетерозису, недобору урожаю. Важливими складовими в технології вирощування соняшника є сорти, місце в сівозміні, раціональне поєднання механічних і хімічних способів боротьби з бур'янами, науково обгрунтоване використання добрив, своєчасна сівба в якісно підготовлений ґрунт, боротьба зі шкідниками і хворобами рослин, передзбиральна десикація, своєчасне збирання, післязбиральне очищення і сушіння насіння, раціональне комплектування машинних агрегатів та ефективне використання комплексів машин.

Окрім закордонних, українські аграрії користуються комплексами вітчизняних машин загального і спеціального призначення для вирощування та збирання соняшнику за відповідними технологічними лініями як:

1. Приготування і внесення добрив;
2. Основний обробіток ґрунту;
3. Передпосівний обробіток ґрунту і сівба;
4. Догляд за посівами;
5. Збирання і післязбиральна обробка врожаю.

Щоб галузь рослинництва була ефективною і рентабельною необхідно забезпечити аграріїв високоякісним посівним матеріалом гібридів соняшнику. Це можливо при дотриманні виробниками гібридів наступних умов:

- дотримання сівозміни, повернення на попереднє місце вирощування не раніше як через 7-8 років.
- дотримання технології вирощування (просторова ізоляції на ділянках гібридизації повинна становити не менше 1500 м;
- якісне калібрування насіння;
- інструктація насіння.

Кращими попередниками соняшнику у більшості сільськогосподарських підприємств України є озима пшениця, зернобобові і кукурудза, а також ярові колосові культури.

Використання якісного посівного матеріалу дозволяє підвищити врожайність соняшнику на 20-35%.

Сівба - одна з найвідповідальніших операцій вирощування соняшнику. Від її своєчасного проведення в установлені агротехнічні строки і якості значною мірою залежить доля урожаю[4].

Висновок: Вирощування соняшнику має багато ключових моментів, на які обов'язково необхідно звертати увагу при плануванні вирощування та проведення агротехнічних заходів. Якщо аграрії нашої країни будуть дотримуватись раціонального використання посівної площі, сівозмінної, всіх необхідних агротехнічних умов, щодо вирощування соняшнику, все це зумовить підвищення якості продукції, збільшення прибутку, зменшить негативний вплив на землю. Всі ці вимоги допоможуть зробити соняшник ще більш вигідною, конкурентно-спроможною культурою, яка допоможе розвивати нашу аграрну економіку.

Список літератури

1. <http://www.webfarmerstvo.org.ua/roslynnyctvo/problemy-znyzhennja-urozhajnist-sonjashnyku-i-ih-priodolenija.php>
2. <http://www.webfarmerstvo.org.ua/roslynnyctvo/problemy-znyzhennja-urozhajnist-sonjashnyku-i-ih-priodolenija.php>
3. <http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-sonjashniku-410.html>
4. <http://semenalidery.com/archives/posevmat.html>

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УКРАИНЕ

Фай А.Б., Макаєв В.И.

Проанализированы пути повышения урожайности подсолнечника за счет применения новейших технологий выращивания и использования в качестве посевного материала гибридов.

Ключевые слова: *технология, подсолнечник, гибрид, севооборот.*

THE TECHNOLOGICAL FEATURES OF GROWING SUNFLOWER IN UKRAINE

Fay A.B, Makayev V.I .

THE WAYS OF INCREASING THE YIELD OF SUNFLOWER BY USING THE INTENSIVE TECHNOLOGIES OF GROWING ARE ANALYSED AND USING HYBRIDS AS SOWING MATERIAL

key words: *technology, sunflower, hybrid, rotation*

ФЕДЬКО Р.М., МАХМУДОВ І.І.
ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ФОРМ С-Г ВИРОБНИЧИХ
КООПЕРАТИВІВ В АПК УКРАЇНИ

УДК 631.173

Федько Р.М.,
студент групи БМ-132ск
факультету механізації сільського господарства,
Махмудов І.І.,
канд. техн. наук, доц.,
ВП НУБіП «Ніжинський агротехнічний інститут»

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ФОРМ С-Г ВИРОБНИЧИХ
КООПЕРАТИВІВ В АПК УКРАЇНИ.

Приведено результати досліджень з питання матеріально-технічного та фінансового забезпечення, цінових зовнішніх факторів в існуючих системах машинних кооперативів для техніко-технологічного обслуговування різних типів сільськогосподарських підприємств стосовно їх розмірів та спеціалізації кооперативів в умовах Донецького регіону.

Ключові слова: система, техніка, технічне забезпечення, спеціалізація, реформування, машинні кооперативи.

За період проведення наукових робіт (2011-2013 рр.) основними об'єктами досліджень були кооперативні форми машинообслуговування та існуючі с-г підприємства основних сільськогосподарських районів Донецького регіону.

Метою досліджень було розробка систем машинних кооперативів для:

- техніко-технологічного обслуговування різних типів с-г підприємств;
- зменшення їх витрат на виробництво с.-г. продукції і підвищення її виробництва;
- забезпечення держави якісними продовольчими товарами в необхідній кількості.

Використовувались наступні методи досліджень:

- монографічний, тобто опис та узагальнення досліду кооперації, створення і функціонування конкретних горизонтальних та вертикальних машино-формувань; порівняльний; статистичний; абстрактно-логічний; графічний; економіко-статистичний.

Результатами досліджень виявлено, що в ході реформування були порушені існуючі традиційні зв'язки між підприємствами та різними службами. Обслуговуючі підприємства були акціоновані і значно підвищили ціни на свої послуги, що скоротило на них попит, привело до перепрофілювання і посилило потребу с-г виробників у кооперації, котра стала об'єктивною необхідністю.

В регіоні на цей період машинна кооперація проявлена більше тимчасовою, дуже рідко - постійною і лише горизонтальною. Підприємства, які не мають підтримки, допомагають одне одному. Цю допомогу можна класифікувати, як сусідська допомога. Бо вся техніка, залишаючись власністю одного фермера, або одного с.-г. підприємства, використовувалась на декількох фермах (с.-г. підприємствах).

Рідше використовувались принципи підрядних підприємств, коли техніка належала одному власнику, для якого вона була скоріше не як засіб праці, а як джерело прибутку, тобто надання послуг - вид підприємництва.

С. г. підприємства в регіоні маючи у власності техніку, яка не завантажена повністю, повідомляють районі управління сільського господарства про можливість надання допомоги у виконанні певних видів робіт (як правило це збирання врожаю). Районні служби повідомляють обласне управління, там складають перелік всіх підприємств з контактними телефонами, та прізвищами керівників, переліком техніки і їх

кількістю. Далі цю інформацію розповсюджують по області тим підприємствам які звертаються про допомогу, а останні самостійно, це як правило хаотично, через відсутність централізованого управління, заключають договори. Вартість послуг складала 200-320 грн./га у 2009 році.

Як правило в усіх с. г. підприємства, які надають механізовані послуги, їх машини працюють не тільки на власних полях, але і по найму. Для них надання послуг є не основним, а додатковим джерелом доходу. При цьому не виникають спори про неправильну експлуатацію бо вони самі ремонтують несправності.

Майже відсутні кооперативні відносини, коли техніка використовується на декількох с.-г. підприємствах (фермах) та являється сумісною власністю. Можливо така форма використання техніки у нас не розвинута через ряд причин, обумовлених економічною нестабільністю кооперативів в довгостроковій перспективі - сильна залежність від коливань ринкової кон'юнктури, обмежені можливості притягувати (залучати) капітал для розширення виробництва, не відносність кооперативної організації виробництва індивідуальним інтересам їх членів (можливі конфлікти). Всі ці загони не керовані, неорганізовані, розташовані хаотично, та в решті решт малоефективні.

Якщо рослинництвом займаються всі с. г. підприємства, то господарств які займаються тваринництвом приблизно 1/3. Такі господарства також знаходяться нерівномірно на територіях районів, що ускладнює створення спеціалізованих машинно-технологічних станцій по їх обслуговуванню.

На сучасному етапі машинного кооперування спостерігається подолання недовіри громадян до кооперативної форми підприємництва.

Довіра буде зростати під впливом господарських успіхів як самих машинних кооперативів, так і змін колишнього негативного відношення держави до кооперації в цілому, та особливо до машинної кооперації.

Крім того, економічна криза надала поворотний вплив на розвиток малого бізнесу, поклала кінець періоду відносної фінансової незалежності малих підприємств та обумовила концентрацію їх зусиль на 4 основних стратегіях виживання:

1. Інвестиційний пошук зовнішніх інвестиційних ресурсів (кредитів банків, підтримки приватних фондів, державних структур, спонсорів, іноземних інвестицій та інш.);
2. Диверсифікаційний – перехід на малокапіталомісткі технологічні засоби виробництва продукції (енергозберігаючі технології);
3. Ринково-збутові – послаблення попиту обмежень, викликаних зниженням рівня добробуту, шляхом покращання якості виробленої продукції і наданих послуг; проведенням розумної цінової політики виявленням кращих каналів збуту продукції;
4. Реорганізаційно-інституціональний – пошук нових форм мікроекономічних взаємодій, що забезпечують мінімізацію транспортних витрат, що створюють передумови формування власних засобів для розвитку виробництва.

Для більшої захищеності членів кооперативу, без чого він не може юридично існувати, потрібно скласти Статут, який повинен мати важливі положення – добровільне членство, формування колективного майна, рівність прав та обов'язків учасників, товариське самоуправління, розподіл прибутків та інші.

На сучасному етапі особисті підсобні, фермерські господарства мають наступні перспективні напрямки машинного кооперування:

- об'єднання з крупними с-г підприємствами шляхом створення внутрішньогосподарського підрозділу для надання різного роду послуг (оранка городів, вирощування кормів та т.п.);

– створення кооперативів змішаного типу, в котрих засновниками є с-г підприємства та власники особистих підсобних господарств;

– об'єднання особистих підсобних господарств та фермерських господарств для виробництва, переробки та реалізації с-г продукції.

Бажано, щоб всі ці об'єднання були розташовані компактно, в радіусі до 20 км, інакше будуть зростати транспортні витрати. Об'єднуватись потрібно за принципом «недостатньої» техніки, про що вже достатньо є наукових статей та рекомендацій, тобто у одного є, наприклад, трактор, у іншого є комбайн, і вони навантажені не на 100%. Об'єднавшись вони вже мають трактор і комбайн у сумісному використанні.

Подальший розвиток машинної кооперації повинен бути вертикальним, який включає виробництво засобів виробництва, матеріально-технічного забезпечення і виробниче обслуговування, а також реалізацію с-г продукції, переробку, транспортування та її збереження.

Слабкий розвиток кооперації по вертикалі значно знижує долю с-г товаровиробників у роздрібній ціні продуктів, знижує ефективність АПК, коли в кінцевій ціні необгрунтовано зростає доля торгівельних посередників.

Всі ці об'єднання машинних кооперативів відбуваються за рахунок власних коштів.

Наступною сходинкою розвитку кооперації повинна стати інтеграція, яка функціонує на основі економічних механізмів погодження інтересів всіх учасників вертикального інтегрованого об'єднання.

Інтегратор потрібен для об'єднання всіх учасників цього процесу та їх фінансового забезпечення, а також повинен здійснювати взаємовідносини між ними. Інтегратором має виступати держава (має більше важелів впливу), або різні компанії.

Розвиток інтеграції на мікрорівні (районному чи міжрайонному) здійснюватиме сприятливі умови для ефективного використання всього потенціалу земель, споруд, сировини, ресурсів праці, що неодмінно приведе до якісно нової більш високої продуктивності праці.

В країнах з високим рівнем розвитку машинної кооперації та взагалі кооперативного руху загальна чисельність членів кооперативних організацій значно перевищує кількість сільських господарств, так як кожен фермер звичайно є членом одночасно 2-3, або 4-5 різних кооперативних спілок. Тому наступним кроком кооперативного будівництва є створення кооперативних союзів, хоча це призведе до незначного звуження їх самостійності з однієї сторони, але стане своєрідною «парасолькою» при підйомі або спаді економіки з другої сторони.

На рисунку 1 запропонована схема інтеграційних зв'язків машинних кооперативів утворених с-г товаровиробниками. Дана система передбачає об'єднання с-г товаровиробників у машинні кооперативи з вертикальними інтеграційними зв'язками між собою, дилерами, торгівельними організаціями, прокатними пунктами та регіональними представниками вітчизняних заводів - виробників тракторів та комбайнів.

Заводам, які майже не працюють, крім виробництва нової техніки та її постачання потрібно скуповувати через торгівельні організації і регіональні представництва стару (трактори, комбайни), для відновлення та подальшої реалізації через прокатні пункти. Тобто пропонується введення ринку відновленої техніки.

Прокатні пункти, об'єднані з торгівельними організаціями, можуть виконувати агрегатний ремонт складної техніки не потребуючий тривалого часу. Зняті агрегати відправляються на заводи для відновлення.

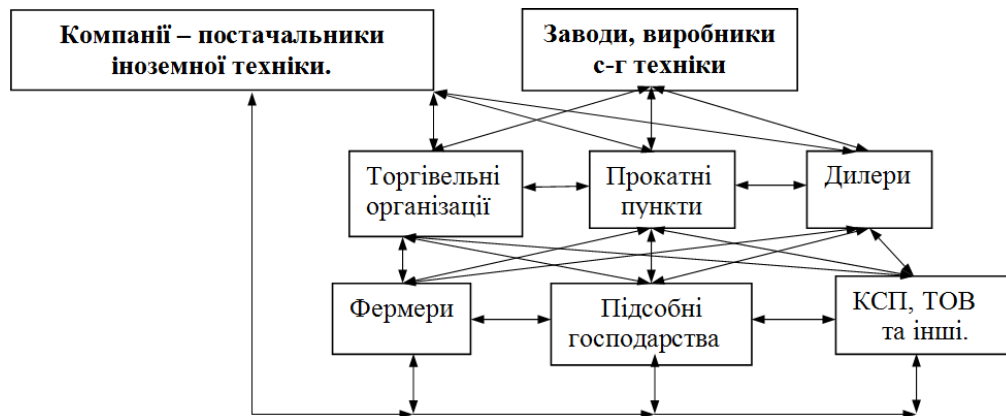
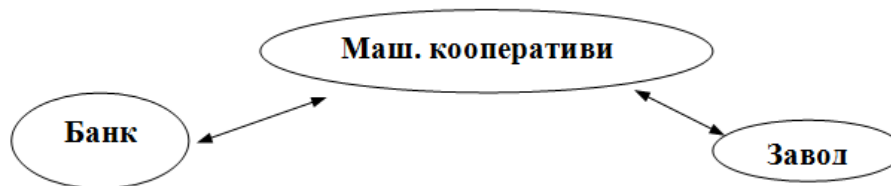


Рис. 1. Схема інтеграційних зв'язків машинних кооперативів утворених с-г товаровиробниками

Крім того, прокатні пункти надають відновлену техніку машинним кооперативам та іншим с-г виробникам в короткострокову або довгострокову оренду, а також реалізують її, надаючи гарантії.

В регіоні, як і в державі, для виробництва та придбання с-г техніки існує система кредитування. В цій схемі у центрі знаходиться банківська система.

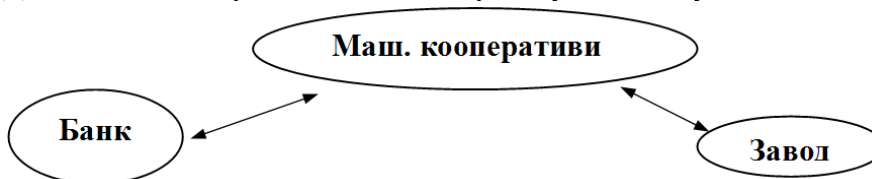
Вона діє за наступною схемою:



Завод отримує кредит в банку під відсотки на виробництво, наприклад, трактора. Зробивши його, у вартість закладаються ці відсотки. Після реалізації трактора машинним кооперативам або іншим с-г виробникам, завод повертає банку кредит та відсотки.

Якщо машинний кооператив вирішив придбати трактор, взявши кредит у банку, то він буде більший на відсоток заводського кредиту, а потім буде віддавати свій кредит і свій відсоток.

Для зменшення вартості с-г техніки пропонується наступна схема:



Машинний кооператив або інше с-г підприємство, отримує кредит, сплачує заводу за виробництво техніки, тим самим роблячи заявку на виготовлення. Завод в короткий термін, обумовлений договором, виконує заказ і не сплачуючи відсотків, не завищує вартість техніки.

Висновок. Всі інші держави спрямовують зусилля на розробку своїх багатств (видобуток нафти, газу тощо). В Україні багатством є земля, тому АПК повинен стати стратегічним розвитком і це допоможе нашій державі стати розвиненою країною, хлібною житницею та годувати багато народів.

Список літератури

1. Формування і реалізація державної технічної політики розвитку матеріально-технічної бази АПК в Україні. Матеріали до 5 – річних зборів Всеукраїнського конгресу вчених економістів-аграрників. - К., 2003. - С. 40-45.
2. Тивоненко І.Г. Первинний облік: стан і вимоги в інженерній службі села / І.Г. Тивоненко // Економіка АПК, 2002. - №10. - С. 108-111.
3. Махмудов І.І. Формування ринку технічних засобів в агропромисловому комплексі України / І.І. Махмудов // Міжвідомчий науковий збірник ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства». – Глеваха. - Випуск 9. – С. 65-70.
4. Махмудов І.І. Рівень забезпеченості фермерських господарств / І.І. Махмудов // Науковий збірник; УААН, Кіровоградський інститут агропромислового виробництва. – Кіровоград, 2006. - Вип. 3. – С. 71-79.

**PROSPECTS OF COOPERATION OF THE MACHINE FOR MAINTENANCE
OF AGRICULTURAL ENTERPRISES IN THE STEPPE ZONE OF UKRAINE**

SUMMARY. The results of studies on the logistical and financial support, the price of external factors in the existing system of machine cooperatives for technical and technological maintenance of various types of agricultural enterprises on their size and specialization of cooperatives under the Donetsk region.

Keywords: system engineering, technical support, specialization, reform and machine cooperatives.

УДК 631.31.001.57

Хорольский С.В., магистрант,
Дудка Б.А., магистрант,
Волгоградский государственный аграрный университет

**ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАБОЧИХ
ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН**

Аннотация. Разработана система трехмерного представления на экране монитора результатов взаимодействия почвообрабатывающего орудия с почвой в реальном масштабе времени. При этом использован ряд аналитических и экспериментальных исследований крошения почвы различными орудиями.

Ключевые слова: виртуальное моделирование, крошение, почвообрабатывающее орудие.

В процессе исследований, направленных на создание новых и совершенствование существующих машин все чаще находит применение моделирование. Сущность метода заключается в том, что в ходе изучения некоторого объекта последний заменяется подобным ему вспомогательным представлением, называемым моделью.

Формы и виды моделирования весьма разнообразны, хотя все они преследуют одну цель: воссоздать изучаемое явление в лабораторных условиях и дать возможность выявить его закономерности. Так, для отработки конструктивных параметров почвообрабатывающих и землеройных машин широко используется проведение экспериментов в почвенном канале с использованием как естественного грунта, так и модельной среды. Наряду с подобными экспериментами в последнее время все чаще используется математическое моделирование, когда для изучения явления протекающие в нем процессы заменяются их математическим описанием. В первом случае модель составляется из элементов, имеющих ту же физическую природу, что и изучаемый объект, во втором – она представляет собой результат преобразования исходного объекта в некоторую абстрактную логическую систему.

Часто возникают ситуации, когда исследуемая система настолько сложна, что ее изучение путем прямого эксперимента или аналитического решения затруднено. Примером может служить исследование качества крошения почвы режущим периметром сложной геометрической формы. В подобных задачах целесообразно изучать поведение системы в целом, воспроизводя поведение ее отдельных частей и взаимодействие между этими частями. Модель системы (машины) представляет в этом случае комплексную программу для электронной вычислительной машины, описывающую поведение компонентов системы и взаимодействие между ними. Выполнение такой программы при различных исходных данных позволяет имитировать динамические процессы, происходящие в реальной системе.

Приведенный выше метод получил название машинной имитации. В некотором отношении машинная имитация напоминает физический эксперимент. В отличие от математического моделирования здесь не требуется аналитического решения проблемы. В имитационной модели должны быть описаны лишь правила взаимодействия объектов системы. Эксперимент в таком случае состоит в прогонах на ЭВМ модели, а управление экспериментом заключается в варьировании исходных данных и анализе получаемых результатов.

ХОРОЛЬСКИЙ С.В., ДУДКА Б.А.
ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАБОЧИХ
ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

В начале 90-х годов получил развитие виртуальный метод моделирования. Согласно определению, компьютерным образом смоделированная виртуальная реальность есть созданная искусственными средствами аудиовизуальная смысловая среда, которая выдается или принимается субъектом ее воздействия за подлинную или близкую к подлинной. Формальных признаков несколько: моделирование в реальном масштабе времени, имитация окружающей обстановки с высокой степенью реализма и возможность воздействовать на нее, или отдельные объекты, имея при этом обратную связь.

Моделируемые виртуальные реальности нашли широкую область применения при проектировании летательных аппаратов, разработке новых архитектурных сооружений, моделировании интерьеров квартир, медицинских исследованиях.

Применение данного метода для отработки конструктивных параметров почвообрабатывающих орудий перспективно с точки зрения возможности визуально контролировать качество крошения.

Рассмотрим действие опорного алгоритма модельных исследований на примере простейшего лемеха. В процессе исследований необходимо выявить, как влияют его параметры на размеры образующихся почвенных агрегатов и укладку их в обрабатываемом слое.

Вырежем бесконечно тонкий слой почвы по оси орудия и рассмотрим механизм действующих в среде процессов. Начальное положение лезвия (рис.1а) характеризуется точкой с координатами X_0 , Y_0 и углом наклона лемеха α .

Обрабатываемая почва моделируется средой, которая имеет параметры, аналогичные реальной почве. Отделение элементов почвы от массива происходит по плоскостям сдвига, наклоненным по отношению к лезвию под углом $90^\circ + \varphi_2$, где φ_2 – угол внутреннего трения. Под этим же углом происходит перемещение отделенной призмы грунта.

С началом движения (рис.1б) происходит смятие заштрихованной части почвы до момента скола, после чего начинается сдвиг сколотой части. Для распространения линии скола необходимо преодолеть силу сцепления частиц

$$T_i = C_i \cdot F_c, \quad (1)$$

где C_i – удельное сцепление частиц, кН/м^2 ; F_c – площадь скола, м^2 . Удельное сцепление частиц носит вероятностный характер и определяется по формуле

$$C_i = C_{cp} + f_i \cdot \sigma_c, \quad (2)$$

где C_{cp} – среднестатистическое значение удельного сцепления частиц, кН/м^2 ; σ_c – среднее квадратичное отклонение, кН/м^2 ; f_i – случайное число от -1 до $+1$, определяемое при помощи генератора случайных чисел (ГСЧ) ПЭВМ.

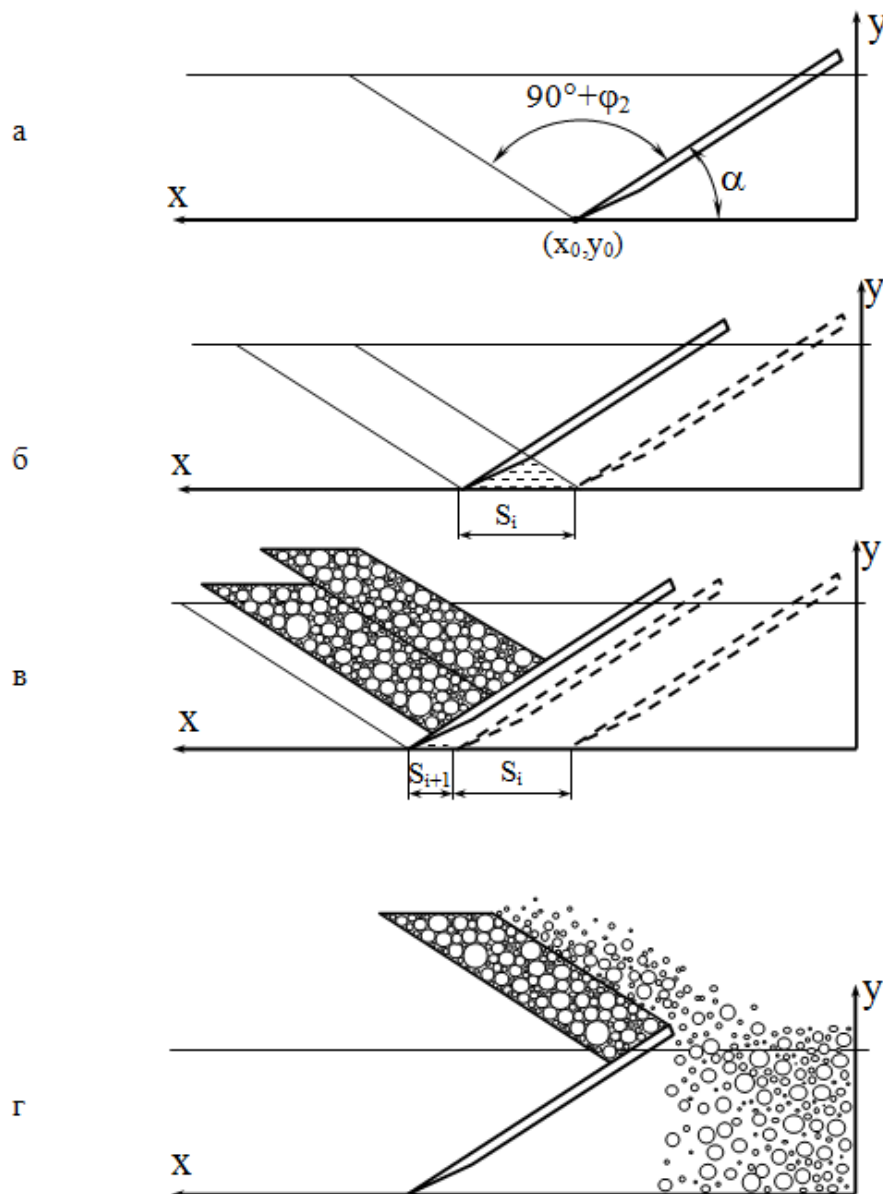


Рис. 1. Схема моделирования

Площадь скола элементарной площадки

$$F_{ск} = L \cdot dz = \frac{a}{\cos(\alpha + \varphi_2)} \cdot dz, \quad (3)$$

где L – длина линии скола, м; dz – ширина вырезанного слоя почвы, м; a – глубина обработки, м.

С другой стороны

$$T_i = (q_{cp} + f_{i+1} \cdot \sigma_q) \cdot V_i, \quad (4)$$

ХОРОЛЬСКИЙ С.В., ДУДКА Б.А.
ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАБОЧИХ
ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

где q_{cp} – среднестатистическое значение коэффициента объемного смятия, кН/м^3 ; σ_q – среднеквадратичное отклонение коэффициента объемного смятия, кН/м^3 ; f_{i+1} – следующее случайное число от -1 до $+1$; V_i – объем смятого участка, м^3 .

$$V_i = \frac{S_i^2 \cdot \sin(\alpha)}{2 \cdot \sin(\varphi_2)} \cdot \cos(\alpha + \varphi_2) \cdot dz, \quad (5)$$

где S_i – перемещение носка лемеха от начала движения до момента скола призмы почвы, м.

Решив совместно (1)...(5) получаем

$$S_i = \frac{1}{\cos(\alpha + \varphi_2)} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot a \cdot \sin(\varphi_2) \cdot [C_{cp} + f_i \cdot \sigma_c]}{\sin(\alpha) \cdot [q_{cp} + f_{i+1} \cdot \sigma_q]}} \quad (6)$$

Далее в пределах сколотой призмы по методике А.Н.Панченко [1] определяем степень крошения i и коэффициент разнородности K_p . В соответствии с этими коэффициентами, приняв как максимально возможный диаметр агрегата $D_{max} = S_i$ при помощи ГСЧ размещаем в пределах призмы шары соответствующего диаметра (рис.1в). Далее призма движется по поверхности лемеха без изменений, если нет воздействия боковых стоек. При подходе к краю лемеха, шары осыпаются на дно борозды, при этом их укладка выполняется с учетом допустимых перемещений (рис.1г).

Как показали неоднократные прогоны программы на ПЭВМ с последующим анализом крошения, результаты экспериментов на модели в почвенном канале и на экране монитора сопоставимы. Это позволяет сделать предположение о возможности применения данной методики для орудий более сложной геометрической формы.

Выводы. Виртуальный метод моделирования взаимодействия почвообрабатывающих орудий с почвой перспективен для отработки их конструктивных параметров. В то же время данная методика требует совершенной теории крошения почвы, в качестве которой на первом этапе может быть использована теория измельчения почв, разработанная проф. Панченко А.Н.[1].

Список литературы

1. *Панченко А.Н.* Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / Днепрпетр. гос. агр. ун-т.- Днепрпетровск, 1999. – 140с.

VIRTUAL SIMULATION OF A SOIL – TILLAGE TOOL INTERACTION

S.Chorolskiy, B.Dudka

Summary

This paper describes a generalized virtual model for analyzing soil – tillage tool interaction. The model incorporates effects of a number of significant tool and soil parameters and is based on the finite element procedure.

УДК 633.522

Худенко О.М.,
студент групи БМ-131
факультету механізації сільського господарства
Василюк В.І., к.т.н., доцент,
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ НА ПОЛІССІ УКРАЇНИ ТА СУЧАСНІ ПЕРСПЕКТИВИ

Подана характеристика фаз стиглості льону-довгунця та аналіз технологій його збирання.

Льон-довгунець, фази стиглості, вологість насінневих коробочок, технологія збирання.

Льон-довгунець – основна технічна культура поліських і західних районів України, яку вирощують для одержання волокна та насіння. Технологія вирощування і збирання льону-довгунця суттєво відрізняється від технології вирощування і збирання інших сільськогосподарських культур, наприклад, зернових, оскільки вона потребує цілого комплексу спеціальної техніки та обладнання. Крім того, вона тісно пов'язана з подальшою первинною переробкою стебел – приготуванням лляної трести і механічним виділенням волокна.

Збирання льону - найвідповідальніша операція в технології його вирощування. Лише правильне і своєчасне збирання може забезпечити зберігання вирощеного урожаю льонопродукції і якість, зниження затрат праці, собівартості волокна і насіння та підвищення ефективності виробництва [3].

Біологічною особливістю льону-довгунця є неодночасне досягання коробочок на одній і тій самій рослині, а технологічною – волокна. Волокно з найвищими прядивними властивостями міститься у фізіологічно недостиглих рослинах, тому визначення оптимального строку збирання має важливе значення. Від цього в значній мірі залежить урожайність і якість волокнистої продукції.

Розрізняють п'ять фаз досягання льону [1], [2] зеленець, зелена, рання жовта, жовта й повна. Існує декілька методик визначення фаз стиглості льону, які засновані на органолептичних та інструментальних способах оцінки [2].

Перш за все, визначаючи фазу стиглості льону, необхідно враховувати стан посіву в цілому та орієнтуватися на зовнішній вигляд коробочок і насіння.

Фазу стиглості можна визначити за довжиною нижньої частини стебла, що звільнилася від листків. Це виконують безпосередньо у полі шляхом, замірів лінійкою (рулеткою) частини стебла, звільненого від листя. Якщо стебла звільненні від листя на $\frac{1}{2}$ частині довжини, то льон знаходиться в зеленій фазі стиглості, а $\frac{2}{3}$ – в ранній жовтій.

Стиглість льону можна також визначити за кольором і станом коробочок та насіння (табл.1).

Для цього у різних місцях визначеної до збирання ділянки висмикують без вибору по 3-5 рослин, набираючи пробу близько 1000 шт. Їх розстиляють і через рівні проміжки беруть набирають 50 рослин, з яких відокремлюють коробочки, сортують їх за кольором на зелені з зеленим насінням, жовто-зелені з блідо-зеленим і жовтим носиком насінням, жовті з жовтим насінням і бурі з коричневим насінням.

ХУДЕНКО О.М., ВАСИЛЮК В.І.
ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ НА ПОЛІССІ УКРАЇНИ ТА СУЧАСНІ
ПЕРСПЕКТИВИ

Таблиця 1. Характеристика фаз стиглості льону-довгунця

Фаза стиглості	Колір і стан стиглості коробочок і насіння
Зеленець	На рослинах 15-20% квіток і 80-85% зелених коробочок.
Зелена	У 25-35% зелених коробочок насіння невивипнене, у решти 65-70% зелених коробочок насіння зелене, але повне.
Рання жовта	У 65-70% жовто-зелених коробочок насіння блідо-зелене з жовтим носиком. Решта коробочок – жовті з жовтим насінням, лише окремі з них зелені з зеленим і бурі з коричневим насінням.
Жовта	У 50% жовтих коробочок жовте насіння, друга половина коробочок - бурі й жовто-зелені. У перших насіння коричневе, у других - блідо-зелене з жовтим носиком. За несприятливих погодних умов можуть зустрічатися окремі зелені коробочки від повторного цвітіння льону.
Повна	Усі коробочки на рослинах побуріли й висохли. Насіння в них коричневе, під час струшування коробочок воно шелестить.

Фази стиглості льону визначають за співвідношенням коробочок різного кольору і насіння (табл.1). За несприятливих погодних умов коробочки льону можуть мати нехарактерні відтінки кольорів: фіолетово-червоний, рудуватий та ін. У цих випадках розділяти коробочки потрібно лише за станом насіння.

Фази стиглості льону можна також визначити за абсолютною або відотною вологістю насіннєвих (табл.2) [2].

Таблиця 2. Характеристика фаз стиглості льону-довгунця за абсолютною вологістю насіннєвих коробочок

Фаза стиглості льону	Абсолютна вологість коробочок (перший показник початок, другий – кінець фази), %	Відносна вологість коробочок (перший показник початок, другий – кінець фази), %
Зелена	230-140	70 – 58
Рання жовта	139-70	57 – 41
Жовта	69-30	40 – 23
Повна	29-10	22 – 9

Для цього відбирають середню пробу, рухаючись по периметру чи діагоналі поля або певній його ділянці, відбирають через рівновеликі проміжки по 5-10 стебел, набираючи пробу з 200-300 рослин. З них відокремлюють коробочки й визначають їх вологість лабораторним методом.

Розрізняють вологість абсолютну або відносну [5]. Абсолютна вологість W_a (в %) розраховується за формулою:

$$W_a = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \% ,$$

де: m_1 – початкова маса наважки матеріалу, г.

m_2 – маса наважки після висушування, г.

Відносна вологість W_B (в %) визначається за формулою:

$$W_B = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Збирання товарних посівів льону необхідно починати в фазі ранньої жовтої стиглості і проводити його протягом 10–12 днів, насінневих посівів – в жовтій стиглості і виконувати за 8–10 днів.

Більш пізні строки збирання ведуть до втрат врожаю та зниження якості продукції.

Зараз найбільш поширеним є комбайновий спосіб збирання з використанням льонокомбайна ЛК-4А, при якому одночасно відбувається вибирання стебел, обчисування насінневих коробочок, розстилання обчесаних стебел у стрічки або зв'язування обчесаних стебел у снопи, якщо збирання ведуть комбайном у варіанті з в'язальним апаратом (майже не застосовується)

Особливу увагу потрібно приділяти розстиланню соломи на стелищі, оскільки від цього залежить подальша робота збиральних машин та вихід і якість довгого волокна.

Найбільш однорідну сировину, маємо у полі безпосередньо перед розстиланням. У процесі приготування із соломи трести якість льоносировини погіршується за умови недотримання вимог технології. При цьому можна одержати недолежану, важко оброблювану або перележану льонотресту, сплутану та з більшою розтягнутістю стебел. Це в свою чергу впливає на кількісний і якісний склад довгого волокна та основні показники, які його характеризують (міцність, гнучкість, довжину жмені).

При нормі висіву льону 12,5 млн. шт. на 1 га при розстиланні льонозбиральним комбайном стрічка формується шириною захвату 1,5 м., що відповідає щільності стебел 200-400 г. на 1 м. пог. стрічки. Розтягнутість стебел у стрічках розстилу не повинно перевищувати 1,2 рази.

З розстеленої у стрічки соломи росяним мочінням готують лляну тресту.

У комбайновому способі залишаються великими енергетичні витрати на сушіння вороху. Для одержання 1 тони кондиційного насіння витрачається до 200 л дизельного пального. Крім того строки збирання, зміщені до жовтої фази стиглості, що негативно впливає на якісні показники довгого волокна.

Цих недоліків можна уникнути, використовуючи роздільну технологію збирання, основними перевагами якої, у порівнянні з комбайною, є використання сонячної енергії для природного сушіння стебел і дозрівання насіння у коробочках, а також можливість розпочати збиральні роботи у ранній жовтій фазі стиглості льону. У свою чергу роздільний спосіб збирання льону можна розділити на декілька варіантів, які суттєво відрізняються між собою.

У варіанті роздільного збирання після брання льону, штучного сушіння і дозрівання насіння у коробочках застосовують спеціальну машину льонопідбирач-молотарку ПМЛ-1(розроблену Інститутом луб'яних культур НААНУ), яка підбирає стрічки льону, обчисує і обмолочує насінневі коробочки та обертає стрічки на 180 градусів. Ця технологія дозволяє отримувати насіння льону безпосередньо у полі, що значно скорочує витрати на транспортування [4].

Досвід застосування різних технологій збирання льону-довгунця у ІЛК НААНУ та підприємствах по вирощуванню та переробці льону (ЗАТ «ОЛСТАС-льон» та інших), показує, що частину льону потрібно збирати роздільним способом, а решту — комбайновим. Це дає можливість розпочати збирання на кілька днів раніше, одержати якісне насіння та волокно, зменшити матеріальні та енергетичні втрати, підняти рентабельність виробництва.

ХУДЕНКО О.М., ВАСИЛЮК В.І.
ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ НА ПОЛІССІ УКРАЇНИ ТА СУЧАСНІ
ПЕРСПЕКТИВИ

Дослідження динаміки зміни якості насіння та волокна при бранні у різних фазах стиглості льону відображені на рис.1-2. Наведені дані свідчать про те, що на корені біологічно насіння по масі сформовано і має стабільні показники, характерні в погодно-кліматичних умовах Полісся України починаючи з фази ранньої жовтої стиглості.

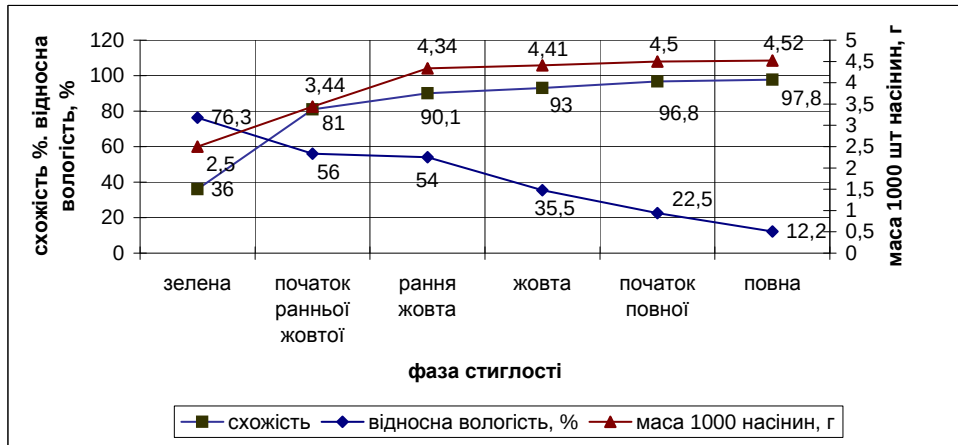


Рис. 1. Схожість насіння, вологість і маса 1000 шт. в залежності від фаз стиглості льону в день брання

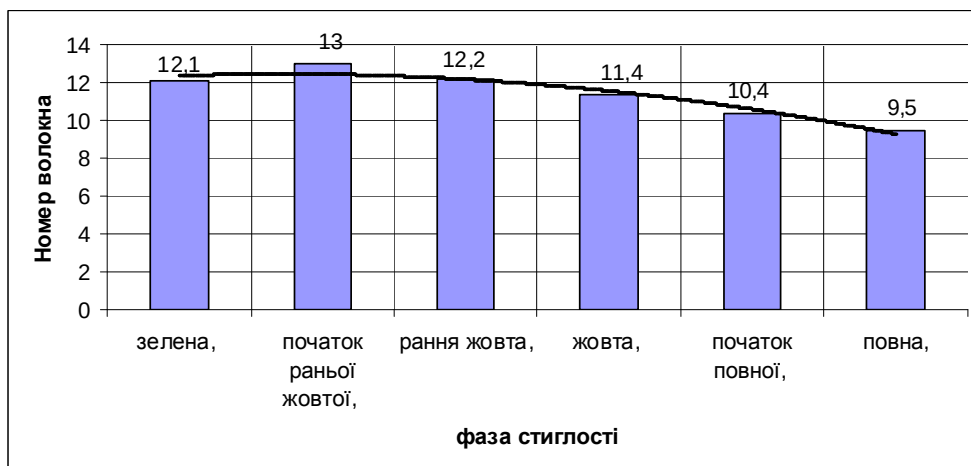


Рис. 2. Залежність номера волокна від строків збирання

Стабільний показник схожості насіння відповідає фазі жовтої стиглості. Дані показники динаміки якості насіння характерні для комбайнового способу збирання льону.

При роздільному способі збирання за рахунок відтоку пластичних речовин із стебел і коробочок в насіння схожість його досягає показника 90% і більше при вибиранні льону в фазі ранньої жовтої стиглості, або на 10 днів раніше, ніж при комбайновому збиранні. У період ранньої жовтої стиглості льон-довгунець має найвищу якість волокна.

Список літератури

1. *Василюк В.І.* Класифікація і короткий аналіз факторів впливу на процес обмолоту лляного вороху. Актуальні питання розвитку галузей льонарства та коноплярства: Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених. – Суми: "Ноте Бене", 2007. – С.59-65.
2. *Ляшенко С.Н.* Механізація виробництва льону та конопель. – К., Урожай, – 1968 – С . 147.
3. *Карпець І.П.* Інтенсивна технологія вирощування льону-довгунця. – К.: Урожай, – 1990. – 112с
4. *Макаєв В.І.* Удосконалення роздільного способу збирання льону-довгунця з метою поліпшення якості продукції // Межвузовский журнал “Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины”. – Херсон – 2004. – №1(8). – С.96-100.
5. *Хайліс Г.А., Федорусь Ю.В.* Механіка рослинних матеріалів. Луцьк: Ред. вид.відділ ЛДТУ, 2004.-302 с.

Представлена характеристика фаз спелости льна-долгунца и анализ технологий его сбора.

Лён-долгунец, фазы спелости, влажность семенных коробочек, технология сбора.

The characteristic of phases of ripeness of long-fibred flax and the analysis of technologies of its harvesting is presented.

Long-fibred flax, ripeness phases, humidity of seed boxes, technology of harvesting.

ХЫМЫЧ И.П., ЧОВНЮК Ю.В.
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ
НАВЕСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ,
ПРИСОЕДИНЁННОЙ К ТРАКТОРУ

УДК 336

Хымыч И.П.,
магистрант 1 курса факультета инженерии агробиосистем,
научный руководитель: к.т.н., доцент **Ю.В. Човнюк,**
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
г. Киев, Украина

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ
НАВЕСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ, ПРИСОЕДИНЁННОЙ К
ТРАКТОРУ

Аннотация. Приведен анализ нелинейных угловых колебаний навесной сельскохозяйственной машины при прямолинейном равномерном поступательном движении машинно-тракторного агрегата. Использована модель нелинейного математического маятника, позволяющая изучить основные кинематические и энергетические характеристики указанных колебаний.

Ключевые слова: анализ, нелинейность, колебания, навесное устройство, сельскохозяйственная машина, прямолинейность, равномерность, поступательность, движение, машинно-тракторный агрегат.

Постановка проблемы. Навесная сельскохозяйственная машина является составной частью единой взаимосвязанной механической системы - машинно-тракторного агрегата (МТА), поэтому изучение движения отдельно взятой навесной рабочей машины при заданном движении трактора заранее содержит неточность – не учитывается силовое воздействие навесной машины на трактор, отклоняющее его движение от заданного. Именно решению этой проблемы посвящено данное исследование.

Анализ последних исследований и публикаций. Нелинейное дифференциальное уравнение колебаний навесной сельскохозяйственной машины, присоединённой к трактору, при прямолинейном равномерном поступательном движении последнего получено в [1]. Анализ малых (линейных) колебаний указанной машины проведен в [2]. Нелинейные колебания системы не изучены. В настоящей работе предложены аналитические зависимости, описывающие основные характеристики нелинейных колебаний навесной машины МТА в рамках эллиптических функций Якоби.

Цель статьи состоит в обосновании целесообразного сочетания механических параметров движения навесной машины, при котором в системе создавалось бы значительное сопротивление возможным нелинейным колебаниям. Благодаря этому может быть обеспечено быстрое затухание её (навесной машины) свободных колебаний или их отсутствие – апериодическое движение.

При возникновении вынужденных колебаний, вызванных, например, поперечными колебаниями рамы трактора или неровностями рельефа поля, амплитуды колебаний машины останутся малыми, что также обусловлено большим сопротивлением в системе. Даже в случаях, когда рабочая машина имеет значительную массу и оказывает заметное влияние на движение трактора, выбор оптимальных механических параметров машины окажет стабилизирующее влияние на весь агрегат. Следовательно, изучение движения рабочей навесной машины как самостоятельного объекта можно считать одним из этапов в определении оптимальных механических параметров всего агрегата.

Изложение основного материала. При рассмотрении относительного движения сельскохозяйственной машины, присоединённой к трактору при помощи механизма на-

вески, предполагаем, что в горизонтальной плоскости механизм представляет собой шарнирный четырёхзвенник, стойка которого принадлежит раме трактора, а шатун – раме машины. Кривошип, связанные шарнирно со стойкой, имеют равные длины b и в начальном положении составляют равные углы α с плоскостью (осью) симметрии механизма. Если длина стойки составляет $2a$, то длина шатуна составит $2(a + b \sin \alpha)$ [1,2]. При перемещении механизма в смежное положение мгновенный центр вращения шатуна перемещается по плоскости, описывая дугу неподвижной центроиды. Будем считать, что перемещения шатуна относительно плоскости движения механизма (т.е. рамы машины относительно рамы трактора) приобретают значения, позволяющие пренебречь изучением самих центроид. Кроме того, поворот машины происходит относительно начального положения мгновенного центра вращения.

При исследовании движения машины необходимо также знать расположение на её раме центра масс и центра сопротивления. Считаем, что начальные положения этих центров и текущие положения совпадают (хотя последние зависят от конфигурации механизма навески).

В соответствии с приведенными выше соображениями колебания навесной машины можно рассматривать как нелинейные угловые колебания её рамы относительно начального положения мгновенного центра вращения.

Дифференциальное уравнение нелинейных колебаний навесной машины длины d имеет вид:

$$\ddot{\varphi} + 2n \cdot \dot{\varphi} + k^2 \cdot \sin \varphi = 0, \quad \dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt}, \quad \ddot{\varphi} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}, \quad (1)$$

где: φ – угол отклонения центра массы навесной машины от направления движения трактора (определяется вектором скорости его движения $\vec{v}_0$);

$n = \frac{D_0}{2J_{C_0} \cdot v_0} \cdot (\alpha_0 \cdot R \cdot D_0 + \beta_0)$; $k^2 = \frac{1}{J_{C_0}} \cdot (\alpha_0 \cdot R \cdot D_0 + \beta_0)$; α_0, β_0 – коэффициенты (константы), оп-

ределяемые конфигурацией конкретной навески; $J_{C_0} = J_s + m \cdot H^2$, J_s – момент инерции навесной машины относительно её вертикальной центральной оси, m – масса машины, H – расстояние от центра масс до мгновенного центра вращения;

$D_0 = d + b \cdot \cos \alpha + \frac{a}{\tan \alpha}$; $\vec{R}$ – главный вектор сил сопротивления рабочих органов

($|\vec{R}| = \text{const}$ и $v_0 = \text{const}$); t – время.

Приведём (1) к стандартному виду, введя замены:
 $\tau = kt$; $\varphi_\tau = \frac{d\varphi}{d\tau}$; $\varphi_{\tau\tau} = \frac{d^2\varphi}{d\tau^2}$; $\varepsilon = \frac{2n}{\omega_0}$; $\omega_0 = k$. Тогда получим:

$$\varphi_{\tau\tau} + \varepsilon \cdot \varphi_\tau + \sin \varphi = 0. \quad (2)$$

При уменьшении угла α до нуля шарнирный четырёхзвенник превращается в шарнирный параллелограмм. Этот предельный случай имеет некоторые особенности, требующие отдельного рассмотрения параллелограммной навески [2].

Можно показать, что в этом случае общий вид уравнения (2) остаётся неизменным, а меняются лишь следующие коэффициенты:

$$\varepsilon = \frac{\alpha_0 \cdot R}{m v_0 \cdot \omega_0}; \quad \omega_0 = k = \sqrt{\frac{R}{ml}}, \quad (3)$$

где l – длина стержней параллелограммной навески.

Определим решения нелинейного уравнения (2) для двух случаев: 1) $\varepsilon = 0$; 2) $0 < \varepsilon \ll 1$.

ХЫМЫЧ И.П., ЧОВНЮК Ю.В.
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ
НАВЕСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ,
ПРИСОЕДИНЁННОЙ К ТРАКТОРУ

Случай 1. $\varepsilon = 0$. В этом случае (2) описывает нелинейные колебания кругового математического маятника [3]:

$$\varphi_{\tau\tau} + \sin \varphi = 0. \quad (4)$$

Если ввести выражение для «полной энергии» колебаний вида:

$$E = \frac{1}{2} \cdot (\varphi_{\tau})^2 + (1 - \cos \varphi), \quad (5)$$

тогда (4) имеет решение, которое можно представить в квадратурах.

При малых «энергиях» $E < 2$ окончательное решение для нелинейных колебаний маятника имеет вид:

$$\varphi = 2 \cdot \arcsin\{k_1 \cdot \operatorname{sn}(\tau, k_1)\}, \quad k_1 = \sqrt{\frac{E}{2}}, \quad (6)$$

где $\operatorname{sn}(\tau, k_1)$ – эллиптический синус Якоби от аргумента τ с модулем k_1 [4]. Модуль k_1 определяет «энергию» и частоту нелинейных колебаний осциллятора:

$$E = 2k_1^2, \quad \omega = \frac{\omega_0 \cdot \pi}{2K}, \quad (7)$$

где $K(k_1)$ – полный эллиптический интеграл первого рода с модулем k_1 [4].

При больших «энергиях» $E > 2$ вращательное движение маятника описывается функцией:

$$\varphi = 2 \cdot \arcsin\{\operatorname{sn}(\tau / k_2, k_2)\} \equiv 2 \cdot \operatorname{am}(\tau / k_2, k_2), \quad k_2 = \sqrt{2/E}, \quad (8)$$

где $\operatorname{am}(u, k_2)$ – эллиптическая амплитуда от аргумента u для модуля k_2 .

В случае вращательных движений маятника его «энергия» и частота вращений определяются из выражений:

$$E = \frac{2}{k_2^2}, \quad \omega = \frac{\omega_0 \cdot \pi}{2k_2 \cdot K(k_2)}. \quad (9)$$

Сепаратрисы, отделяющие траектории нелинейных колебательных движений от траекторий нелинейных вращательных движений, соответствуют значению полной «энергии» $E = 2$, а сепаратрисное решение имеет вид:

$$\varphi = -\pi + 4 \cdot \operatorname{arctg}[\exp(\tau)] \quad (10)$$

Естественно, что в случае (10) необходимо подставлять значения $\omega_0 = k$ в соответствии с типом навески на трактор.

Случай 2. $0 < \varepsilon \ll 1$. В этом случае применим метод Ван-дер-Поля для нелинейного порождающего уравнения (4), приведенный в [3]. Тогда получим следующее решение уравнения (2) (для случая нелинейных колебаний):

$$\varphi = 2 \cdot \arcsin\left\{\sqrt{\frac{E}{2}} \cdot \operatorname{sn}\left[\frac{2}{\pi} \cdot K\left(\sqrt{\frac{E}{2}}\right) \cdot \omega \cdot t, \sqrt{\frac{E}{2}}\right]\right\}. \quad (11)$$

Здесь $\omega = \frac{\omega_0 \cdot \pi}{2 \cdot K\left(\sqrt{\frac{E}{2}}\right)}$, а значение E (полной «энергии» колебаний маятника) зависит от t .

(Поэтому и $\omega = \omega(t)$). Для функции $E = E(\tau) = E(\omega_0 \cdot t)$ можно получить следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{dE}{d\tau} = -4\varepsilon \cdot \left\{ \frac{\bar{E}(k_1)}{K(k_1)} - 1 + k_1^2 \right\}, \quad (12)$$

где $\bar{E}(k_1)$ – полный эллиптический интеграл второго рода по модулю k_1 [4].

Для малоамплитудных колебаний ($k_1 \ll 1$) можно положить [3] $\frac{\bar{E}(k_1)}{K(k_1)} \approx 1 - \frac{k_1^2}{2}$, тогда соотношение (12) определяет скорость диссипации «энергии» нелинейных колебаний,

вытекающую из (7), а именно: $\frac{dE}{d\tau} = -\varepsilon \cdot E$. Однако экспоненциально медленное убывание энергии происходит только в линейном режиме. В обратном предельном случае ($k_1 \rightarrow 1$), когда исходная «энергия» нелинейных колебаний маятника близка к $E = 2$, диссипация происходит по другому закону. В этом случае $K(k_1) \approx -\frac{1}{2} \cdot \ln(1 - k_1^2)$, $\bar{E}(k_1) \approx 1$, и имеем:

$$\frac{dE}{d\tau} \approx 8 \cdot \varepsilon / \ln\left(\frac{2-E}{2}\right). \quad (13)$$

Решая это уравнение приближённо аналитическим способом, получаем следующее соотношение:

$$E \approx 2 \cdot (1 - 4\varepsilon(\tau - \tau_0)), \quad (14)$$

где $\tau_0 = \omega_0 \cdot t_0$, t_0 – константа интегрирования (4), которую можно полагать равной нулю. Закон $E(\tau)$ (14) описывает линейное убывание «энергии» нелинейных колебаний на начальном этапе диссипации. (Естественно, что ω_0 выбираем в зависимости от конфигурации и структуры навески на трактор).

Выводы

1. Обоснована модель для анализа нелинейных колебаний навесной сельскохозяйственной машины при прямолинейном равномерном поступательном движении машинно-тракторного агрегата.
2. Полученные в работе результаты могут быть в дальнейшем использованы для уточнения и усовершенствования существующих инженерных методов расчёта колебательных режимов в подобных системах как на стадиях их проектирования/конструирования, так и в режимах реальной эксплуатации, а также для оптимизации их устойчивых режимов движения.

Список литературы

1. Гячев Л.В. Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов/Л.В. Гячев. – М.: Машиностроение, 1981. – 206с.
2. Гячев Л.В. Динамика машинно-тракторных и автомобильных агрегатов/Л.В. Гячев. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1976. – 192с.
3. Косевич А.М. Введение в нелинейную физическую механику/А.М. Косевич, А.С. Ковалёв. – К.: Наукова думка, 1989. – 304с.
4. Янке Е. Специальные функции/Е. Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. – М.: Наука, 1964. – 344с.

Анотація. Приведений аналіз нелінійних кутових коливань навісної сільськогосподарської машини при прямолінійному рівномірному поступальному русі машинно-тракторного агрегату. Використана модель нелінійного математичного маятника, яка дозволяє вивчити основні кінематичні й енергетичні характеристики вказаних коливань.

Ключові слова: аналіз, нелінійність, коливання, навісний пристрій, сільськогосподарська машина, прямолінійність, рівномірність, поступальність, рух, машинно-тракторний агрегат.

Abstract. The analysis of nonlinear angle oscillations of the mounting agricultural machine during its rectilinear uniform translation is proposed. One may use the model of nonlinear mathematical pendulum which gives a possibility to investigate the main kinematical and energetic characteristics of these oscillations.

Key words: analysis, nonlinearity, oscillations, mounting, agricultural machine, rectilinearity, uniformity, translation, motion, machine's – tractor aggregate.

УДК 631.331:635.61

Чечін С.О., студент групи М 6,
науковий керівник – асистент **В.А. Грубань**
Миколаївський національний аграрний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
КОПАЧА ЛУКУ

*Запропонована схема копача цибулі. Проведена методика розрахунку.
Предложена схема копача лука. Проведена методика расчета.*

Створення машин для заміни ручної праці на прибиранні лука, що забезпечують отримання якісної продукції при мінімальних трудовитратах, стримується відставанням в розробці робочих органів для збирання дрібних коренебульбоплодів в широкому діапазоні ґрунтовий-кліматичних умов, що задовольняють агротехнічним вимогам. Серійні і дослідні зразки цибулезбиральних машин при прибиранні цибулі-ріпки не відповідають агротехнічним вимогам, оскільки в процесі викопування пасивними викопуючими робочими органами на сепаруючі пристрої разом з цибулинами поступає велика кількість ґрунтових домішок, що знижує якісні показники укладеного у валяння цибулі.

На підставі раніше проведених досліджень нами запропонована конструкція викопуючого пристрою (рис. 1), що складається з чотиригранного валу 1, бітера 2 з еластичними лопатями 3, заглиблювача 4 і диска 5.

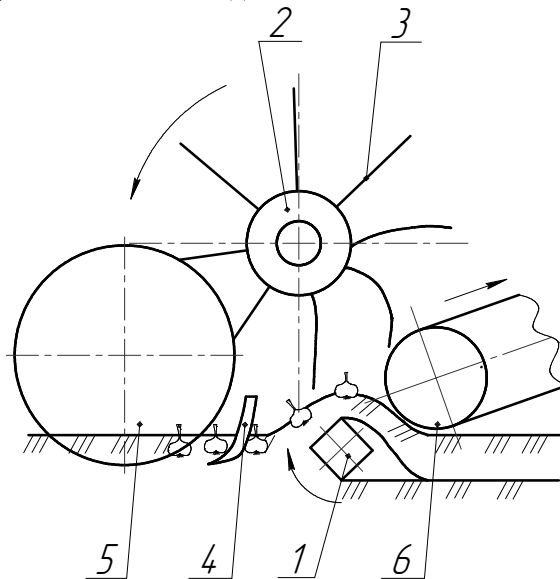


Рис. 1. Схема конструкції викопуючого пристрою:
1 – чотиригранний вал; 2 – бітер; 3 – лопаті еластичні; 4 – заглиблювач;
5 – диски; 6 – приймальний транспортер

Технологічний процес тієї, що викопування цибулі-ріпки запропонованим викопуючим пристроєм протікає таким чином.

При поступальній ході копача заглиблений чотиригранний вал 1, за допомогою заглиблювачів 4, підкопує шар ґрунту, що містить цибулини, піднімає його і руйнує, а у

момент сходу цибуле-грунтової маси з чотиригранного валу 1 грунт частково обсіпається і передається на приймальний транспортер. Для запобігання намотуванню на заглублювач 4 рослинних домішок перед ними встановлені диски 5, а для запобігання згужування і зменшення пошкодження цибулин над чотиригранним валом 1 встановлений бітер 2, який впливає на цибуле-грунтову масу.

При визначенні конструктивних і режимних параметрів параметрів викопуючого пристрою були прийняті наступні основні допущення: агрегат рухається рівномірно і прямолінійно; робочі органи обертаються з постійною кутовою швидкістю; висота розташування робочих органів щодо поверхні поля в процесі не міняється.

На рис. 2 цибулина знаходиться в западині між вальцями, що обертаються. Залежно від співвідношення зазору b між зовнішньою кромкою чотиригранного валу і приймальним транспортером і їх діаметрами $d_{ч.г}$ і D з діаметром цибулини d_l цибулина відкидатиметься або переміщатиметься далі на приймальний транспортер. Цибулина переміщатиметься при вугіллі нахилу дотичної CC в точці M_2 , меншим або рівнішим куту тертя.

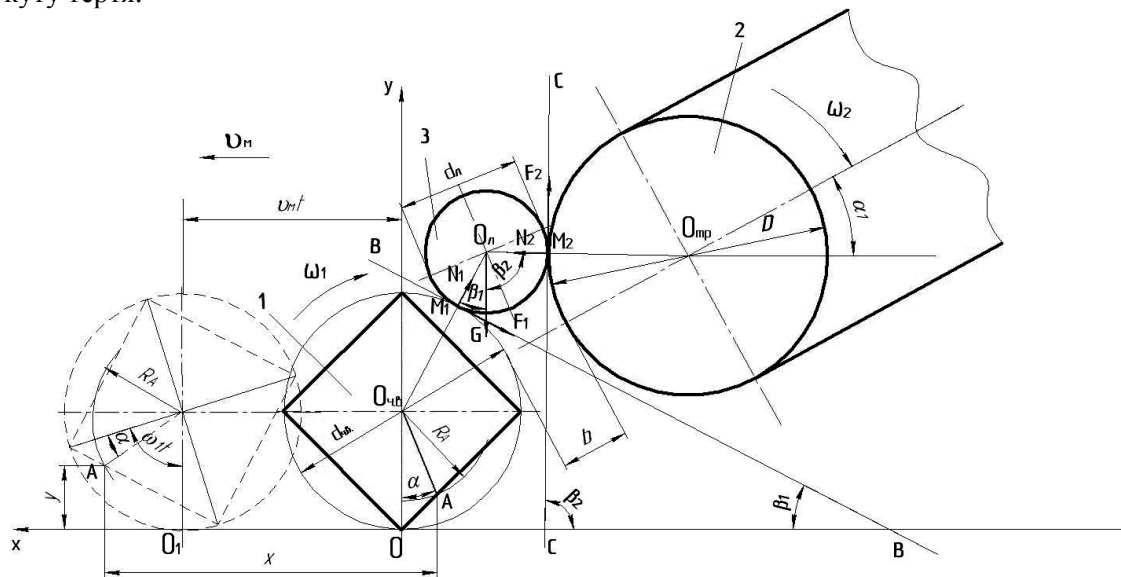


Рис. 2. Схема взаємодії цибулини з чотиригранним валом і приймальним транспортером викопуючого пристрою:

1 – вал чотиригранний; 2 – вал приймального транспортера; 3 – цибулина

З рис. 2 умова, при якій цибулина повинна переміститися на приймальний транспортер запишеться як

$$\frac{D + d_{ч.г}}{2} + b = \frac{D + d_l}{2} \sin(\beta_2 - \alpha_1) + \frac{d_{ч.г} + d_l}{2} \sin(\beta_1 + \alpha_1), \quad (1)$$

де D – діаметр валу приймального транспортера, м;

$d_{ч.г}$ – діаметр чотиригранного валу, м;

β_1 – кут похилої площини BB до горизонталі, град;

β_2 – кут похилої площини CC до горизонталі, град;

b – відстань між зовнішньою кромкою чотиригранного валу і приймальним транспортером, м.

З виразу (1) визначимо зазор між зовнішньою кромкою чотиригранного валу і приймальним транспортером:

ЧЕЧІН С.О., ГРУБАНЬ В.А.
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
КОПАЧА ЛУКУ

$$b = \frac{D + d_{\text{л}}}{2} \sin(\beta_2 - \alpha_1) + \frac{d_{\text{ч.в}} + d_{\text{л}}}{2} \sin(\beta_1 + \alpha_1) - \frac{D + d_{\text{ч.в}}}{2}. \quad (2)$$

Розроблена схема викопуючого пристрою копача лука який дозволяє підвищити продуктивність збиральної машини і якість продукції. Обґрунтовано конструктивні і режимні параметри.

Список літератури

1. Кленин И.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / И.И. Кленин, В.А. Сакун // – 3-е изд., перераб. и дополн. – М.: Колос, 1994. – 751 с.
2. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание / М.Н. Летошнев // – 2-е изд., перераб. и дополн. – М.; Л.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1995. – 764 с.

GROUND OF STRUCTURALLY-TECHNOLOGICAL PARAMETERS SOWING
LUKE

S.O. Chechin, V.A. Gruban

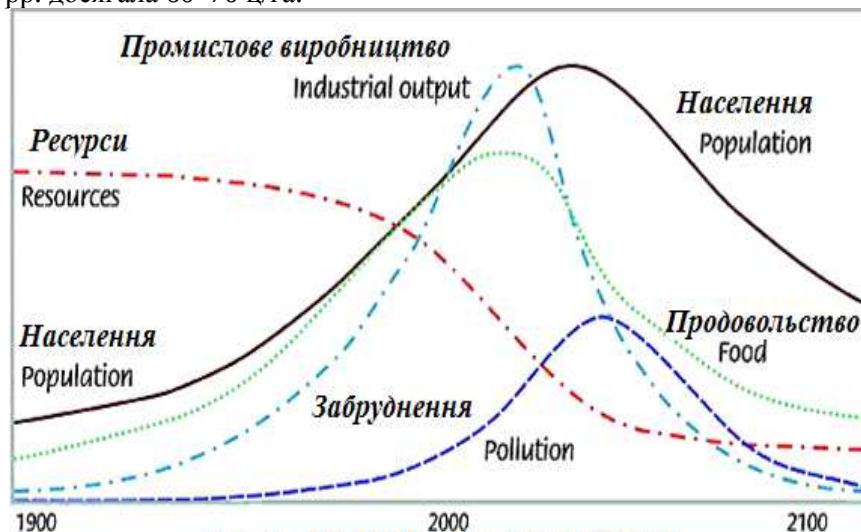
The chart of bow is offered. The method of calculation is conducted.

Шейко Л.О., асистент,
Короїд В. Ю., студент,
ВП НУБіП України «НАТІ»

РОЗВИТОК ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Збільшення споживання продовольства в країнах, що розвиваються, та переорієнтація виробництва з продовольчих потреб на біоенергетику у розвинених країнах призводить до підвищеного попиту на сільськогосподарську продукцію. Крім того понад мільярд жителів планети страждають від хронічного голоду. Тому виробники прагнуть підвищувати врожайність сільгоспкультур і одночасно збільшувати свої прибутки.

У 30–50-х рр. ХХ ст., завдяки механізації процесів вирощування, вдалося частково або повністю позбутися важкої ручної праці. Було створено індустріальні технології вирощування, при яких важкі агрегати надмірно ущільнювали ґрунт. В 50–60-х рр. стали широко використовувати мінеральні добрива, завдяки чому урожайність зросла на 30–60%, і перейшли до інтенсивного виробництва сільськогосподарської продукції. З 60-х років за допомогою пестицидів захищають посіви основних культур від бур'янів, хвороб, шкідників, вилягання тощо. На початку 80-х такі технології почали називати інтенсивними, які характеризувались найвищим рівнем внесення мінеральних добрив і пестицидів. Порівняно з 1900–1930 рр. урожайність зернових в Європі зросла 3–3,5 рази і в 1970–1980 рр. досягала 60–70 ц/га.



Останніми роками впроваджується нульовий, або хімічний, обробіток ґрунту. В ньому всі агротехнічні заходи, крім сівби і збирання, замінено хімічними. Але перехід до нульового обробітку це тимчасовий вихід з критичної ситуації. Тільки невелику кількість мінеральних добрив можна внести в рядки під час сівби, а решту розкидають по поверхні ґрунту, внаслідок чого ефективність добрив зменшується. Нульова технологія створює ідеальні умови для розвитку бур'янів, шкідників, хвороб. У ній немає найменшого

ШЕЙКО Л.О., КОРОІД В.Ю.
РОЗВИТОК ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

натяку на вирішення екологічних проблем, що неминуче постануть завтра, оскільки немає нешкідливих хімікатів.

У 1970 році Дж. Форечестер та Д. Медоуз проводили дослідження розвитку цивілізацій. Висновки до яких дійшли вчені були шокуючи. Згідно з працями вчених ситуація, що описана в Біблії як апокаліпсис відбудеться в недалекому майбутньому, а в першій третині XXI століття. На рис 1 Дж. Форечестера та Д. Медоуза показано динаміку розвитку людства в XX–XXI ст.

У 1992 році вперше на конференції ООН в Ріо-де-Жанейро були визначені основні принципи сталого розвитку цивілізації в XXI ст. Світ зійшовся на тому, що наступні покоління мають жити краще попередніх, а стан нашої планети, зокрема, її ресурсів не повинен погіршуватися.

А в даний час існує перехімізація сільського господарства. На зміну перевіреним віками схемі землекористування (земля – зерно – гній – земля) прийшла неприродна, виснажлива для ґрунтів схема (земля – зерно – мінеральні добрива – зерно). Культурні рослини засвоюють усього близько 40 % хімічних поживних речовин з мінеральних добрив. Решта ж 60 % потрапляє у водойми, забруднюючи їх.

За даними Всесвітньої сільськогосподарської організації (ФАО) в загальні світові втрати від шкідливих організмів становлять близько 35% потенційної урожайності. Комахи та інші шкідники швидко адаптуються до хімічних засобів боротьби з ними, тому доводиться збільшувати дозу або застосовувати нові, ще отрутіші засоби. Передбачається, що у найближчому майбутньому всі основні вороги врожаю (шкідники, бур'яни, збудники захворювань) матимуть імунітет до отрутохімікатів.

Величезна кількість речовин, які пропонує сучасна хімія сільському господарству урешті-решт потрапляють в організм людини й загрожують не лише нам, а й нашим нащадкам. Надмірне застосування мінеральних добрив, зокрема азотних, призводить до збільшення вмісту нітратів у продуктах харчування, а це також небезпечно для здоров'я людини. За даними американських вчених, за останні 10 років у тканинах організму людини в 15 разів збільшився питомий вміст залишків гербіцидів і пестицидів.

Розуміючи, що подальше нарощування хімізації завело в глухий кут, деякі сільгоспвиробники стають на шлях так званого альтернативного сільського господарства. Його прихильники мають намір домогтися «екологізації» й «біологізації» сучасного землеробства.

Біологічний метод полягає у використанні для захисту рослин від шкідливих організмів їх природних ворогів (хижаків, паразитів, гербофагів, антагоністів), продуктів їх життєдіяльності (антибіотиків, феромонів, ювеноїдів, біологічно активних речовин) та ентомопатогенних мікроорганізмів, тобто застосування “живого проти живого”. Позитивним фактором у застосуванні біологічного методу є його екологічність. Біологічні засоби можна використовувати без обмеження кратності застосування, в той час як кількість обробок рослин хімічними засобами суворо регламентована.

Основними ознаками біологічного рослинництва є: правильне використання сівозміни; удобрення за допомогою органіки, рослинних решток, сидератів, соломи тощо; поліпшене засвоєння азоту завдяки бобовим культурам; повна відмова від застосування агрохімікатів.

Зрозуміло, за біологічного рослинництва вийти на рівень урожайності інтенсивних технологій неможливо. Та надзвичайно цінною і привабливою рисою біологізації є відсутність забруднення довкілля, повна екологічна чистота та висока якість продукції і навіть підвищення родючості ґрунту.

Біологічна система землеробства розширюється. У Франції, наприклад, за цим методом працює понад 5 тис. фермерських господарств, у Австрії й Нідерландах — відповідно 1500 і 500. У 2009 р. у Польщі під контролем було 17091 сільськогосподарських виробників, що на 15% більше, порівняно з 2008 р., а впродовж шести років (2003-2009 рр.) кількість органічних виробників збільшилася у 7,5 разів [1].

Органічне сільське господарство у світі досить популярне. В Європі під нього використовують 5,1 млн. га, Північній Америці – 1,5 млн. га, Латинській Америці – 4,7 млн. га, Австралії - 10,6 млн. га. У США понад 500 тис. фермерських господарств перейшли на систему біологічного землеробства, середня урожайність зернових при цьому досягла 60 ц/га, кукурудзи (зерна) – понад 100 ц/га.



Рис. 2 - Динаміка збільшення земель для органічного землеробства і частка їх сертифікації від усіх с.г. угідь

На сьогодні в Україні сертифікованими як органічні є 260 тис. га, що становить 0,6% від усього обсягу сільськогосподарських угідь. Вважаємо за доцільне, що гідною метою для України буде досягнення середньоєвропейського рівня поширення органічного сільського господарства, який становить 3-5 % (для України такий показник становитиме близько 22 тис. га).



Рис. 3 - Метелик стебловий

Аналізуючи дані рис. 2, можна дійти висновку, що починаючи з середини 90-х років ХХ ст. спостерігається прискорення динаміки росту, що, на нашу думку, однозначно пов'язано із запровадженням комплексного підходу до розвитку екологічного виробництва.

На території України виділено чотири регіони за придатністю для вирощування екологічно чистої продукції: північно-Полтавський, Вінницько-Прикарпатський, південно-Подільський, північно-східно-Луганський [2].

Заохочується широке застосування біологічних методів боротьби зі шкідниками, зокрема за рахунок розведення комах, бактерій і вірусів – ворогів цих шкідників. Найнебезпечнішим шкідником зернової кукурудзи є стебловий (кукурудзяний) метелик. Як стверджують науковці, ураженню качанів хворобою значною мірою сприяє пошкодження 11–30 % рослин культури стебловим (кукурудзяним) метеликом (рис.3).

ШЕЙКО Л.О., КОРОІД В.Ю.
РОЗВИТОК ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Це призводить до значного погіршення харчових та посівних якостей зерна, яке посилюється при зберіганні кукурудзи. Втрати врожаю зерна складають 6–25 % і більше.

Знищують яйцекладки метелика на поверхні рослин з допомогою природних ворогів – комах-яйцеїдів, яких навчилися розводити в біологічних лабораторіях та випускати в природу під час відкладання яєць метеликом по 50–100 тис. самиць на гектар. Відроджена з розсіяних у природі яєць комах трихограми здатна віднайти яйця кукурудзяного метелика і знищити їх до відродження шкідника. Ось чому цей біологічний метод захисту кукурудзи є ефективним, безпечним і перспективним [3].

За даними ФАО, з переходом до альтернативного землеробства можливе зниження врожайності зернових на 10–20 %, картоплі та цукрових буряків — на 35%. За даними американської асоціації агрохімпрепаратів (АСА) та Інституту добрив (ТЕД), при введенні заборони на використання пестицидів скоротиться постачання плодів і овочів на 50%, пшениці – на 40, кукурудзи – на 43, сої – на 36, бавовнику – на 73, рису – на 69%. Ціни на продукти харчування підвищаться на 45%. Комітет з біологізації землеробства (Нідерланди) дійшов висновку, що виключно біологічна система землеробства можлива тільки в крайніх випадках – при значному погіршенні екологічних умов.

Незважаючи на нижчу врожайність і вищу трудомісткість альтернативного землеробства, його продукція має дедалі більший попит у населення: люди згодні доплачувати за гарантію високої якості й безпечності. У Швейцарії на сільськогосподарську продукцію, вироблену біологічним методом, встановлено на 20% вищі ціни, ніж на вироблену загальноприйнятими методами.

Органічне (екологічне, біологічне) агровиробництво в Україні має великі перспективи через дефіцит продовольства у світі (зокрема екологічно чистих продуктів) та значні потенційні можливості за наявності в країні родючих чорноземних ґрунтів. [4].

В Україні поставлено завдання до 2015 р. довести рівень біологізації захисту рослин від шкідників хвороб і бур'янів до 25-30 відсотків від загального раціонального обсягу захисних заходів, що має забезпечити:

- використання технологій біологічного рослинництва не менше 3,5 млн. га сільгоспугідь з освоєнням виробництва органічної продукції рослинництва, зокрема біля 3-х млн. т. зерна озимої пшениці вищої екологічної якості за стандартами ЄС;

- впровадження технологій біологізації рослинництва з обмеженням не менш як на 75 відсотків використання хімічних пестицидів на 5 млн. га з виробництвом продукції рослинництва 1-го класу екологічної якості;

- переведення на використання технологій з рівнем біологізації захисту овочевих культур в 85-90 відсотків промислового тепличного овочівництва.

Вчені зрозуміли, що всепрогресуюча інтенсифікація є чужорідною для природи і дедалі частіше буде створювати величезні, навіть не передбачувані нині проблеми. Рано чи пізно людство перейде до екологічних технологій.

Список літератури

1. Шувар І. На шляху до біологізації / І.Шувар //Агробізнес сьогодні. – 2011. – №1-2. – С. 34-35.
2. Бегей С. В., Шувар І. А. Екологічне землеробство [Підручник] / С.В.Бегей, І.А.Шувар. – Львів: Новий Світ – 2000,2007. – 429 с.
3. Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.exo.in.ua/?page=new&id=16772>
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.hurriyetdailynews.com>.

Шейко Л.О., асистент,
Некушин В.Є., студент,
ВП НУБіП України «НАТІ»

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ДООЧИСНИКІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ВІД ЗАЛИШКІВ ГИЧКИ НА КОРЕНІ

При збирання цукрового буряку повинно забезпечуватись якісне збирання гички і коренеплодів згідно агротехнічним вимогам, що встановлені ДСТУ 2258-93 "Машини бурякозбиральні. Загальні технічні умови".

Агротехнічні вимоги, які висуваються до роботи очисників головок коренеплодів при робочій швидкості машини до 3 м/с, є такими: забрудненість коренеплодів пов'язаних і непов'язаних з гичкою не повинна перевищувати 1,5% по масі; коренів з черешками гички довжиною більше 2 см повинно бути не більше 8% від загальної маси; коренів з пошкодженими глибокими шарами повинно бути не більше 8% від загальної маси; втрати гички не повинні перевищувати 5% від її загальної врожайності; вибивання коренеплодів з рядків різальними апаратами і очисниками головок коренеплодів не допускається [2].

Існуючі доочисники не забезпечують вимог технологічного процесу доочищення головок коренеплодів від залишків гички. Тому вдосконалення конструкції доочисників шляхом модернізації існуючих і створення нових конструкцій на основі оптимізації процесу видалення черешків та значного зменшення пошкоджень коренеплодів і затрат енергії є завжди актуальним.

На обґрунтування деяких конструктивних і експлуатаційних параметрів робочих органів очисників головок коренеплодів від залишків гички впливають характеристики цукрових буряків. Відомо, що умови, необхідні для якісного видалення гички з 90...98 % головок коренеплодів, створюються при розташуванні на одному гектарі 100...140 тис. шт. рослин, і при допустимих відхиленнях рослин від умовної осі рядка не більше 0,03 м [1, 6]. Часто спостерігається розташування головок коренеплодів нижче поверхні ґрунту.

При розробці нових конструкцій очисників головок коренеплодів потрібно враховувати, що невідповідне агротехнічним вимогам травмування, недостатнє очищення і вибивання коренеплодів з рядку є небажаним явищем

На даний час застосовується тільки технологія видалення гички з коренеплодів, які ще не викопані з ґрунту. Це тому, що високоякісному доочищенню головок від решток гички сприяють міцні зв'язки коренеплодів з ґрунтом. Досить поширеною є безкопірна технологія видалення гички шляхом збивання її еластичними бичами, розташованими на горизонтальних валах, яка ефективна лише на полях з невисокою врожайністю гички, високо розташованими головками коренеплодів над рівнем поверхні ґрунту та міцними зв'язками їх з ґрунтом.

Поведений аналіз свідчить, що виконати агротехнічні вимоги очищення головок коренеплодів від залишків гички одним лише гичкозрізувальним апаратом досить важко. Тому при збиранні цукрових буряків часто відокремлюють залишки гички від головок коренеплодів за дві операції: зрізування гички та доочищення головок коренеплодів від її залишків.

До переваг двостадійного видалення гички відносять високі показники якості збирання гички, конструктивну простоту машин та ін. Обумовлене це тим, що перша

ШЕЙКО Л.О., НЕКУШИН В.Є.
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ДООЧИСНИКІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ВІД
ЗАЛИШКІВ ГИЧКИ НА КОРЕНІ

стадія не вимагає точного копіювання головок коренеплодів. А після першої стадії зрізування гички, значно покращуються умови для подальшого доочищення. Застосування такого способу видалення гички підвищує якість виконання технологічного процесу. Менше впливають на якість збирання гички стан поля перед збиранням, відхилення коренеплодів від умовної осьової лінії рядка, рівномірність їх розташування у рядку, ширина міжряддя, врожайність гички на момент збирання та ін.

Технологія копіювального зрізування гички має певні недоліки, що впливають на втрати цукристості маси разом із зрізаними головками, значні пошкодження головок коренеплодів, занадто малі робочі швидкості, забрудненість гички ґрунтовими домішками, складність конструкцій.

Таким чином створено передумови для застосування технологій послідовного доочищення головок коренеплодів. Доочищення головок коренеплодів від залишків гички після її зрізування є одним із найбільш вузьких місць технологічного процесу збирання цукрових буряків.

Відомі різноманітні способи відокремлення залишків гички від коренеплодів за фізичною суттю: електричний; агротехнічний; механічний. Але на практиці використовують виключно тільки механічний.

За просторовим розташуванням валу, на якому закріплені робочі органи, доочисники поділяють на такі групи: з горизонтально розташованим валом (валами) поперек рядка; з горизонтально розташованим валом (валами) вздовж рядка; з горизонтально розташованим валом під кутом до рядка; з вертикально розташованим валом.

Конструкції існуючих доочисників працюють за чотирма принципами дії на залишки гички з метою їх видалення з поверхні головки коренеплодів: різанням; ударом; зчісуванням; комбінацією декілька дій.

На основі досліджень зв'язку гички з головками коренеплодів встановлено, що найменший опір при відділенні гички від головки кореня відбувається при направленні зусилля по дотичній до коренеплоду. Тому найбільш ефективними і технологічно прийнятними є прийоми зчісування залишків гички, зусиллям прикладеним по дотичній до поверхні головки.

З метою підвищення надійності очисників подрібнюють і розсіюють рослинні залишки. При переміщенні очисника вздовж рядків поля, гичка і рослинні залишки змітаються в міжряддя, де подрібнюються ножами і розкидаються по полю. Недоліком даного очисника є висока ймовірність пошкодження коренеплодів ножами, при зміщенні рами відносно рядків, що в реальних умовах експлуатації відбувається досить часто.

Робочі елементи очисників виготовляють із різноманітних матеріалів: гуми та прогумованого матеріалу, синтетичного матеріалу, сталі, а також комбінацію еластичного матеріалу з металевим обплітанням та іншими покриттями зносостійких матеріалів. Робочі елементи очисників поділяються на еластичні, “напівжорстких” та “жорсткі”.

Еластичні бичі надають робочим органам раціональних геометричних форм. Але робочі частини еластичних бичів мають малу довговічність. Для покращення доочищення довжину робочих кінців очисних елементів регулюють шляхом повертання фіксаторів очисних елементів

Широке розповсюдження в очисниках одержала плоска лопать із еластичного матеріалу [5]. Така конструкція робочого елемента нескладна у виготовленні і проста в експлуатації, проте, маючи низьку зносостійкість не забезпечує достатнього і ефективного очищення головок.

Крім плоскої лопаті в до очиснику може бути застосована фігурна лопать, робоча кромка якої виконана випуклою в напрямку до валу, а в напрямку його обертання – увігнутою. Таке виконання робочої кромки лопаті сприяє задовільному копіюванню головок коренеплодів за формою, але низька зносостійкість матеріалу лопаті не дозволяє сповна використати цю перевагу.

Характерною ознакою конструкції “напівжорстких” очисників, які виготовлені з формової гуми, є шарнірне закріплення очисних елементів. Регулювання довжини робочої частини бича забезпечується провертанням ексцентричної втулки.

З метою підвищення якості виконання технологічного процесу доочищення буряків від гички застосовують очисник, що має два вала. Передній і задній вали обертаються в зустрічному напрямку та розташовані під кутом до напрямку руху доочисника. Перший вал, як правило, виготовляють з набору “м’яких” бичів, які крім очищення коренеплодів, ефективно виносять рослинні залишки за межі оброблюваної зони. “Напівжорсткі” бичі встановлюють на другий вал (за ходом руху машини) і використовують для кінцевого доочищення головок коренеплодів. Недоліками цього очисника є велика енергомісткість процесу а також розпушування під час роботи верхнього родючого шару ґрунту, що призводить до зниження родючості ґрунту. З метою плавного входу в контакт бичів, їх можна виготовляти з набору взаємозв’язаних окремих частин. Такі робочі органи еластичних бичів застосовуються виключно для остаточного доочищення головок коренеплодів і розташовуються на другому валу очисника.

Застосування гнучких прутків і щіток в доочисниках значно покращує якість доочищення і зменшує ступінь пошкодження коренеплодів. Однак складність приводу (на кожний рядок коренеплодів необхідно мати окрему привідну вісь) в значній мірі обмежила широке застосування очисників даного типу.

Застосовують “жорсткі” робочі елементи у вигляді сталених кілець, ланцюгів, активних металевих дисків [4,5]. За даними досліджень, при високому ступені доочищення – 95...98% такі доочисники вибивають із ґрунту біля 3% коренеплодів та пошкоджують до 15% коренеплодів.

Робочий елемент у вигляді щітки [3,5] з дроту після 10...25 годин роботи обламається. Його рештки залишалися в головках, пошкоджували їх, а також попадали в гичку, внаслідок чого подальше використання її для годівлі тварин неприпустиме.

В очиснику лопаті обладнують скобою круглого або багатогранного профілю. При цьому прутко скоби стає робочим елементом. Пруток, підвищуючи ступінь очищення, призводить до значного пошкодження коренеплодів.

“Жорсткі” очисники, як правило, використовуються для доочищення головок цукрових буряків вирощених без використання гербіцидів. Характерною ознакою очисників такого типу є жорстке закріплення похилих металевих пластин на бокових поверхнях дисків або секторів. При цьому останні можуть бути притиснені автономною або центральними пружинами. В процесі функціонування робочі елементи копіюють головку коренеплоду, що забезпечує високу якість очищення.

Аналіз результатів роботи вітчизняних доочисників показує, що кращу якість очищення головок коренів забезпечує очисник роторно-гвинтової переривчастої навивки. Забрудненість вороху коренеплодів гичкою після застосування такого очисника складає 1,07%, а після роторно-гвинтової переривчастої навивки - 1,93%. Порівняння 6-роторного очисника машини БС-6 і роторно-гвинтового очисника суцільної навивки показує, що вони практично однаково видаляють залишки гички з головок коренеплодів і виносять рослинну масу за межі рядків і міжрядь.

ШЕЙКО Л.О., НЕКУШИН В.Є.
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ДООЧИСНИКІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ВІД
ЗАЛИШКІВ ГИЧКИ НА КОРЕНІ

Для 6-роторного очисника це справедливо тільки при роботі на вирівняних ділянках. При нерівностях ґрунту він незадовільно копіює поверхню поля і головки коренеплодів. У результаті цього на голівках і в міжряддях цукрових буряків залишається значна кількість гички.

Таким чином, конструкції доочисників з горизонтальним валом на даний час є найбільш перспективними в плані підвищення показників якості технологічного процесу доочищення залишків гички з головок коренеплодів і тому подальшу роботу необхідно проводити в напрямку оптимізації його параметрів і конструктивних елементів.

Список літератури

1. Зубенко В.Ф. Сахарная свекла. – К.: Урожай, 1979. – 416 с.
2. Комаристов В.Е., Автухов А.В., Дунай Н.Ф., Храпач Е.И. Сельскохозяйственные машины и орудия. – М.: Колос, 1964. – 335 с.
3. Матвеев К.Д., Нагорный А.Г. Відокремлення гички коренеплодів з застосуванням щітчастих очисників. – Сільськогосподарська інформація / Реферативний бюлетень /, №91141. – Київ, 1970. – С. 50-51.
4. Савич П.В., Зуев Н.М., Ярошовец В.Р., Самойленко В.В. Улучшить качество очистки корнеплодов // Сахарная свекла. – 1982. – №7. – С. 38-40
5. Татьяна Н.В., Грозубинский В.А., Мишин М.А. Обоснование принципа действия очистителей головок корней свеклоуборочных машин // Тракторы и сельхозмашины. – 1977. – №7. – С. 43-45.
6. Українська інтенсивна технологія вирощування цукрових буряків // За ред. О.М. Ткаченка, М.В. Роїка. – К.: Академпрес, 1998. – 240 с.

УДК 631.331

Шуба О.В., студент групи М6,
науковий керівник – асистент М.В. Завірюха,
Миколаївський національний аграрний університет

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ СОШНИКА ДЛЯ РІЗНОГЛИБИННОГО ПОСІВУ БАШТАННИХ КУЛЬТУР

Запропонована конструкція сошника для різноглибинного посіву баштанних культур. Приведена теорія взаємодії сошника з ґрунтом.

Предложена конструкция сошника для разноглубинного посева бахчевых культур. Приведенная теория взаимодействия сошника с почвой.

Підвищення врожайності баштанних культур є основною метою при рішенні більшості завдань, пов'язаних з удосконаленням технологічних процесів і робочих органів сільськогосподарських машин. Одним з найважливіших етапів обробітку баштанних культур є посів насіння. Посів повинен забезпечити найбільш сприятливі умови для проростання насіння і подальшого розвитку рослин, що сприяє збільшенню польової схожості і врожайності баштанних культур. Ці умови створюються при правильному визначенні термінів посіву, норми висіву, площі живлення рослин і технології закладення насіння в ґрунт. Закладення насіння в ґрунт є завершальною стадією посіву, при якій відбувається безпосередня дія на ґрунт – середовище знаходження насіння з метою створити умови для найбільш сприятливого проростання насіння. Тому сошники являють собою одну із головних частин будь-якої сіялки.

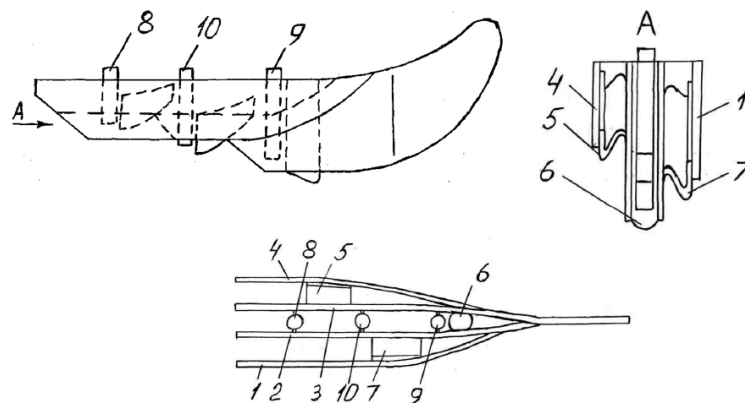


Рис. 1. Схема сошника:

1, 2, 3, 4 – щоки; 5, 6, 7 – наральники; 8, 9, 10 – напрямні

З метою забезпечення укладання насіння баштанних культур за один прохід на різну глибину в один рядок нами проведено удосконалення конструкції сошника (рис. 1), що складається з щік 1, 2, 3, 4, між якими розміщені наральники 5, 6, 7, причому лівий і правий наральники 5, 7 виконані із скосом у бік центрального наральника 6, розташовані на різній висоті в порівнянні з нижнім зрізом центрального наральника 6 і закруглені в місці з'єднання з центральними щоками 2, 3. За наральниками 5, 6, 7 розміщені напрямні 8, 9, 10. Щока 2 має зріз до рівня щоки 1, а щока 3 – до рівня щоки 4 [2].

Висоту додаткових наральників 5, 7 виконують, відповідно, на два і чотири сантиметри менше нижнього зрізу основного наральника 6.

Закладення насіння сошником робиться таким чином. Насіння з висівального апарату падає у відповідний насіннепровід і далі по напрямних 9, 10, 8 укладаються по черзі за наральниками 6, 7, 5. Насіння, подане у борозенку, освічену наральником 6, закривається вологим шаром ґрунту, обрушеним наральником 7. По цьому шару подається друге насіння, яке так само закривається наральником 5. Далі подається третє насіння, яке закривається спочатку вологим ґрунтом за рахунок косої зрізу сошника, а потім загортачами. Присипаний шар ґрунту ущільнюється колесом, а поверхня поля мульчується шлейфом.

Для визначення параметрів сошника розглянемо його взаємодію з ґрунтом.

Сошник у вигляді клину занурений в ґрунт і рухається в ній на постійній глибині і з постійною швидкістю v . Клин в кожній точці зіткнення з ґрунтом давить на її частки по нормалі (рис. 2).

Для забезпечення ковзаючого переміщення ґрунту по поверхні щок сошника максимальне значення кута установки напрямляча γ , повинно бути менше $90^\circ - \varphi$, де φ – кут тертя ґрунту об сталь, який залежить від стану і типу ґрунтів. За умови $\gamma > 90^\circ - \varphi$ станеться сгружування ґрунту перед сошником.

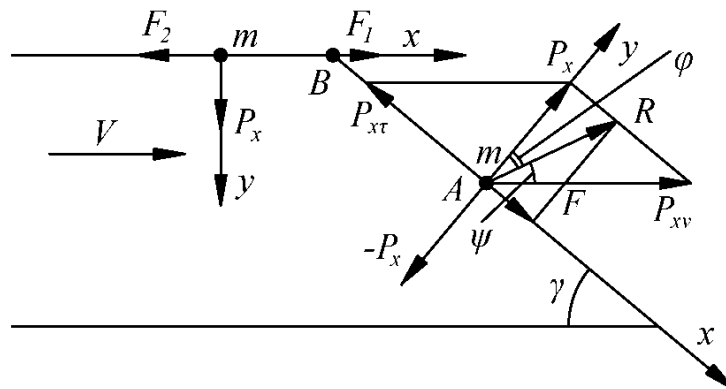


Рис. 2. Переміщення ґрунту під дією сошника

Розглянемо частку ґрунту m на денній поверхні, яка стикається з точкою A поверхні клину і на яку діють сила тертя F і сила $N = -P_x$, де P_x – бічний тиск сипкого матеріалу, рівний з урахуванням кута α укладання часток

$$P_x = \frac{mg}{2\operatorname{tg}\alpha}. \quad (1)$$

Враховуючи, що $P_{xt} = P_x \operatorname{tg}\psi$ і $P_{xv} = P_x \cos\psi$ диференціальне рівняння руху частки m має вигляд

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{mg}{2\operatorname{tg}\alpha} \operatorname{tg}\varphi - \frac{mg}{2\operatorname{tg}\alpha} \operatorname{tg}\psi; \quad m \frac{d^2y}{dt^2} = 0. \quad (2)$$

Після перетворення вираз (2) і інтеграції отримаємо

$$v_x = \frac{gt}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\psi}{\operatorname{tg}\alpha}. \quad (3)$$

Звідси переміщення частки

$$x = \frac{gt^2}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\psi}{\operatorname{tg}\alpha}. \quad (4)$$

Після того, як частка сошника m досягне при переміщенні точки B клину, вона

рухатиметься уздовж щік сошника. На неї діють сила F_1 , рівна $F_1 = P_x \operatorname{tg} \varphi$, і сила тертя F_2 сусідніх часток ґрунту, діюча в протилежну сторону, рівна $F_2 = P_x \operatorname{tg} \varphi_1$, тут φ_1 – кут тертя між ґрунтовими частками, або

$$F_1 = \frac{mg}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad F_2 = \frac{mg}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (5)$$

Рівняння руху частки по щоках сошника має вигляд (тут вісь x спрямована уздовж щік)

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{mg}{2 \operatorname{tg} \alpha} \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{mg}{2} \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (6)$$

Після перетворень вираження (3.47) отримаємо

$$V_x = \frac{gt}{2 \operatorname{tg} \alpha} (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi_1) + C. \quad (7)$$

При $t = 0$ переміщення уздовж щік сошника $x = 0$. Враховуючи, що частка ґрунту при вступі на щок мала швидкість вздовж щік

$$V_0 = \frac{gt}{2} \frac{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg} \alpha} \cos(90 - \psi) = \frac{gt}{2} \frac{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg} \alpha} \sin \psi, \quad (8)$$

знайдемо

$$\begin{aligned} V_x &= \frac{gt}{2 \operatorname{tg} \alpha} (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) + \frac{gt(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) \sin \psi}{2 \operatorname{tg} \alpha} = \\ &= \frac{gt}{2 \operatorname{tg} \alpha} [(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) + (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) \sin \psi]. \end{aligned} \quad (9)$$

Звідси отримаємо

$$x = \frac{gt^2}{4 \operatorname{tg} \alpha} [(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) + (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) \sin \psi]. \quad (10)$$

Виключаючи t з рівнянь (3.51) і (3.52), знайдемо

$$V_x = \sqrt{\frac{xg[(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) + (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) \sin \psi]}{\operatorname{tg} \alpha}}. \quad (11)$$

Як тільки частка пройде обріз щік сошника, вона почне падати вниз. На неї діятимуть вага mg і сила опору середовища. Зважаючи, що початкова вертикальна швидкість падіння дорівнює нулю і висота падіння незначна, не враховуватимемо опір середовища. Тоді отримаємо рівняння руху часток у виді

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = 0; \quad m \frac{d^2 y}{dt^2} = mg. \quad (12)$$

Вирішуючи ці рівняння, отримаємо

$$y = \frac{gx^2}{2V_{x0}^2}. \quad (13)$$

Підставивши значення $V_{x0} = V_x$ з виразу (11) в рівняння (13) отримаємо

$$y = \frac{xg \operatorname{tg} \alpha}{(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi_1) + (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) \sin \psi}. \quad (14)$$

Тепер можна знайти швидкість

$$V_y = \frac{gx}{V_{x0}} = \sqrt{\frac{xg \operatorname{tg} \alpha}{(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi_1) + (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi) \sin \psi}}. \quad (15)$$

Результуюча швидкість падіння частки

$$v = \sqrt{v_{x0}^2 + v_y^2}. \quad (16)$$

Частки ґрунту, віддалені від граничного шару, сповзають по похилих, що складають кут укладання або природного відкосу α .

На частку діють вага, складова якої $mg \sin \alpha$ примушує частку переміщатися по похилій поверхні. Цьому руху протидіє сила тертя $F = mg \cos \alpha \sin \varphi_1$. Рівняння руху частки:

$$x = v_{x0}t; \quad y = \frac{1}{2}gt^2 \cos \alpha (tg \alpha - tg \varphi_1) = \frac{1}{2v_{x0}^2}gx^2 \cos \alpha (tg \alpha - tg \varphi_1). \quad (17)$$

Тепер можна знайти вертикальну складову швидкості

$$v_y = \frac{gx \cos \alpha}{v_{x0}}(tg \alpha - tg \varphi_1). \quad (18)$$

Таким чином, ця конструкція сошника виключає забивання його ґрунтом, забезпечує отримання рівномірної глибини закладення насіння, а отже, стійких сходів і гарантованих урожаїв просапних культур в ґрунтово-кліматичних умовах з різко континентальним кліматом.

Список літератури

1. Мартынов И.С. Пути повышения всхожестисемян бахчевых культур / И.С. Мартынов // Вестник ВГСХА: наука и высшее профессиональное образование / ВГСХА. – Волгоград, 2006. – №1. – С. 118-120.
2. Шапоров М.Н. Влияние разнотглубинного посева на урожайность арбузов / М.Н. Шапоров // Известия НАУ: наука и высшее профессиональное образование. – 2008. – № 4 (12). – С. 193-202.

MODERNISATION OF CONSTRUCTION OF VOMER IS FOR SOWING OF WATER-MELON CULTURES ON DIFFERENT DEPTH

O.V. Shuba, M.V. Zaviryuha

The offered construction of vomer is for sowing of water-melon cultures on a different depth. The brought theory over co-operation of vomer with soil.

УДК 631.173

Ярошно Я.В.,
студент гр. БМ141 факультету механізації с.г.,
Махмудов І.І.,
к.т.н., доцент,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

РОЗРОБКА ВІТЧИЗНЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ (ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ)

Ключові слова: *конструкція, сівалка, агрегат, посів, удосконалення, привод, дозування, норма*

Проблема. Для сівки пропонується широкий вибір машин, необхідно відзначити численні інноваційні доробки, а також удосконалення окремих деталей. Відзначається що триває тенденція в бік збільшення ширини захоплення на причіпних або що приводяться від ВОМ посівних агрегатах або одиночних сівалки, а також у бік сівалок, придатних для посіву по мульчі. Поряд з цим відбулися покращення в області вирівнювання подовжнього розподілу насіння. Є також цікаві нововведення в області прецизійної сівки. Продовжені розробки в галузі автоматизації процесів при рядковому посіві.

Особлива увага в перспективному комплексі приділяється створенню спеціальної техніки для мінімальних ресурсозберігаючих технологій обробки ґрунту та посіву.

Виклад основного матеріалу. У ННЦ «ІМЕСГ» створені комбіновані агрегати для мінімальної обробки ґрунту та сівалки прямого посіву, розробляються нові чизельні культиватори. Застосування цих машин на окультурених ґрунтах дозволить знизити витрати ресурсів на 40-60%, зменшити кількість проходів по полю і ущільнення ґрунту.

Для поєднання операцій передпосівної обробки ґрунту та посіву зернових та інших культур створені комбіновані агрегати високого технічного рівня з пасивними робочими органами. Застосування таких агрегатів забезпечує підвищення продуктивності праці до 60% і зниження витрат палива на 2-3 кг / га в порівнянні з роздільним застосуванням агрегатів і пневматичних сівалок

Розробляються високопродуктивні ґрунтообробні посівні агрегати зі змінними активними і пасивними робочими органами шириною захоплення 3, 4 і 6 м. Змінні ґрунтообробні адаптери та сошнікова системи забезпечать ефективне їх застосування на всіх типах ґрунтів і агрофонах.

Сівалки нового покоління повинні забезпечувати виконання вимог якості технологічного процесу, універсальності з широким застосуванням комбінованих робочих органів, поєднання операцій, підвищення продуктивності і надійності, зниження металоємності, енергоємності і трудовитрат. Конструкція сівалок нового покоління повинна бути блочно-модульної.

Тому перед конструкторами постало завдання - за такої ж необхідної потужності трактора збільшити ширину захвату посівного комбайна з тим, щоб збільшити продуктивність агрегату, в стільки ж разів знизити витрати енергії та ресурсів і отримати більший врожай кращої якості і за істотно меншою собівартістю.

Висновки

1. Оснащення сільськогосподарського виробництва необхідно здійснювати за рахунок можливостей вітчизняного та зарубіжного сільгоспмашинобудування з використанням нових технологічних процесів, матеріалів і наукомістких компонентів.

2. Підвищення якості і конкурентоспроможності вітчизняних посівної техніки повинно проводитися як шляхом вдосконалення їх конструкції, запозиченням кращих зарубіжних вузлів і комплектуючих, так і технологічним переоснащенням заводів-виготовлювачів сучасними приладами, обладнанням, верстатами, значним підвищенням якості використовуваних матеріалів і комплектуючих.

3. Для реалізації науково обґрунтованих технологій виробництва продукції основних сільськогосподарських культур необхідно розробка та освоєння інтенсивних технологій на базі взаємопов'язаних комплексів машин, що дозволить знизити питомі витрати палива, праці та металу на 20-25%.

4. Необхідно провести пошукові роботи з вишукування принципово нових робочих органів і посівних агрегатів, а саме:

— блочно-модульних багатоцільових сімейств сівалок нового покоління зі змінними блоками робочих органів для посіву сільськогосподарських культур в різних зональних ґрунтово-кліматичних і агроландшафтних умовах;

— комбінованих агрегатів для посіву сільськогосподарських культур одночасно з передпосівної культивуацією ґрунту на стерньові фонах в ерозійно-небезпечних районах і зоні недостатнього зволоження;

Список літератури

1. Формування і реалізація державної технічної політики розвитку матеріально-технічної бази АПК в Україні. Матеріали до 5 – річних зборів Всеукраїнського конгресу вчених економістів-аграрників. К.-2003-С.40-45.

2. *Саблук П.Т.* Основні напрями підвищення ролі аграрної науки в умовах трансформації агропромислового виробництва до ринкових відносин. (Матеріали навчального семінару 20-21 липня 2005 року). К.-2005.

3. Махмудов І.І. Формування ринку технічних засобів в агропромисловому комплексі України//Міжвідомчий науковий збірник ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Глеваха, Випуск 9 – с.65-70.

Секція 2

**Сучасні проблеми енергетики і
автоматики в
сільськогосподарському
виробництві**

Бондаревський О.К.,
студент гр. БЕ-131
науковий керівник **Л.Г. Якубінська,**
старший викладач кафедри
автоматизації сільського господарства

ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ ВІДОМА І НЕВІДОМА

Люмінесценція – особливий вид світіння речовин без підвищення температури – відома ще з глибокої старовини. Речовина, у якій спостерігається люмінесценція, називається люмінофором.

Люмінесцентне випромінювання виникає за рахунок квантових переходів атомів, іонів, молекул зі збудженого стану в основний чи менш збуджений, тому кожен атом, іон чи молекула люмінофора є центром люмінесценції.

Люмінесценція при збудженні речовини світлом називається фотолюмінесценцією. При збудженні речовини струмом виникає електролюмінесценція, яка використовується в люмінесцентних лампах та світлодіодах. У електроннопроменевих трубках, які ще донедавна використовувалися у телевізорах та дисплеях, люмінесценція збуджується потоком електронів. Світіння, яке виникає внаслідок хімічних реакцій, називають хемолюмінесценцією, а світіння в живих організмах — біолюмінесценцією.

Класифікація видів люмінесценції:

1. За тривалістю свічення

Довготривалу люмінесценцію називають фосфоресценцією, а короткотривалу – флуоресценцією.

Фосфоресценція — довготривала (від 10^3 С до кількох годин) люмінесценція. Виникає внаслідок опромінення речовини світлом, іонізуючим промінням, проходження крізь неї електричного струму, при хімічних реакціях, механічному впливі тощо.

Флуоресценція або флюоресценція — короткотривала (від пікосекунд до мілісекунд) люмінесценція. Виникає внаслідок: опромінення речовини світлом, іонізуючим промінням, проходження крізь неї електричного струму, при хімічних реакціях, механічному впливі тощо.

2. За механізмом елементарних процесів

Розрізняють такі різновиди люмінесценції: резонансну, спонтанну, вимушену та рекомбінаційну.

3. За типом збудження

Розрізняють фотолюмінесценцію, рентгеніюлюмінесценцію, катодолюмінесценцію, хемолюмінесценцію, кріолюмінесценцію, електролюмінесценцію, триболюмінесценцію, радіолюмінесценцію.

Фотолюмінесценція — різновид люмінесценції, світіння, яке виникає під дією світлових променів оптичного діапазону частот — ультрафіолетових і видимих.

Приклад – свічення деяких мінералів під дією видимих та ультрафіолетових променів. Характеризується спектрами поглинання і люмінесценції, поляризацією люмінесценції, енергетичним виходом (відношення енергії, яка випромінюється тілом

у вигляді люмінесценції до поглинутої енергії), квантовим виходом (відношення числа випромінених квантів до числа поглинутих), кінетикою.

Рентгенолюмінесценція – люмінесценція, викликана поглинанням рентгенівських променів.

Катодолюмінесценція — різновид люмінесценції, світіння, спричинене електронами, які отримують великі швидкості під дією електричного поля.

Хемолюмінесценція – люмінесценція тіл, викликана хімічною реакцією (наприклад, світіння фосфору при повільному окисненні).

Кріолюмінесценція - спонтанне випромінювання світла при швидкому заморожуванні.

Електролюмінесценція- виникає при пропусканні електричного струму через певні типи люмінофорів. Свічення газів під час проходження через них електричного струму, а також свічення кристалів під дією електричного поля.

Триболлюмінесценція - люмінесценція, що виникає при розтиранні, роздавлюванні або розколюванні кристалів.

Радіолюмінесценція - світіння люмінесцентних речовин під дією швидких часток - продуктів радіоактивного розпаду (α - і β -променів, а також жорсткої радіації γ -променів) і космічної радіації.

Вивчення люмінесценції (спектроскопія) — один із головних методів оптичної спектроскопії. Вивчають звичайно спектр випромінювання, спектр збудження й кінетику згасання люмінесценції.

Існує також метод термостимульованої люмінесценції, коли речовину опромінюють при низькій температурі, за якої процеси релаксації збуджень затримані, а потім її повільно підігрівають і вона починає світитися при певній температурі.

Спектр випромінювання - це залежність інтенсивності люмінесценції від частоти або від довжини хвилі.

Спектр збудження – залежність інтенсивності люмінесценції від частоти світла, яким люмінесценція збуджується. Вимірювання спектра збудження люмінесценції є одним із найпопулярніших методів вивчення електронних збуджень речовин поряд із спектрами поглинання і спектрами люмінесценції.

Люмінесценцію широко використовують в електроннопроменевих приладах, світлотехніці, дефектоскопії та люмінесцентному аналізі. Люмінесценція мінералів є їх важливою діагностичною ознакою.

ГЕРАСИМЕНКО В.П., МАЙБОРОДІНА Н.В.
ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ ВИТОКУ В МЕРЕЖАХ 0,38 КВ У
ТВАРИННИЦЬКОМУ ПРИМІЩЕННІ

УДК 631.362-546

Герасименко В.П., асистент,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»,
Майбородіна Н.В., к.ф.-м.н., старший викладач,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ ВИТОКУ В МЕРЕЖАХ 0,38 КВ У
ТВАРИННИЦЬКОМУ ПРИМІЩЕННІ

Анотація – вивчення причин появи струму витоку в тваринницьких приміщеннях, як одного з факторів, що негативно впливають на здоров'я та продуктивність ВРХ

Ключові слова – струм, захист, ізоляція, дослідна установка.

Постановка задачі. Струм витоку, навіть при малих значеннях, впливає на молочну продуктивність великої рогатої худоби. Завданням дослідження є вивчення причин появи струму витоку в тваринницьких приміщеннях.

Аналіз останніх досліджень. Проаналізувавши наукову літературу [1, 2, 3], можна побудувати наступну схему причин появи струму витоку в мережах з напругою 0,38 кВ для будівель сільськогосподарського призначення (рис. 1).

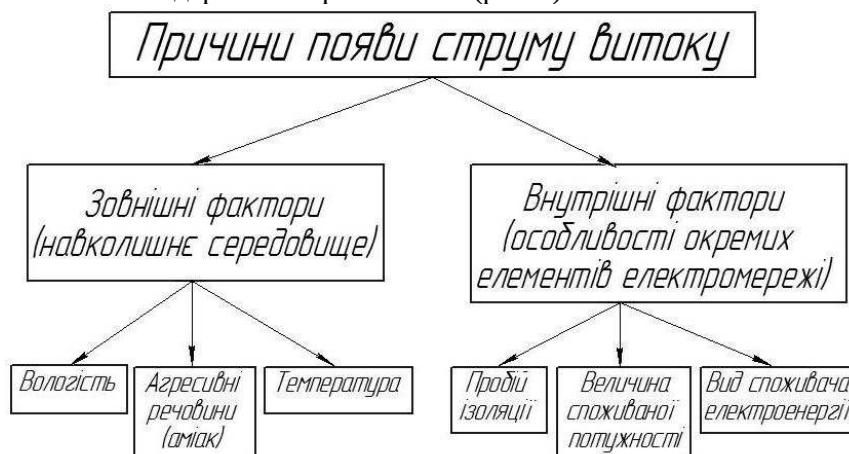


Рис. 1. Причини появи струму витоку

До цих пір основним методом контролю стану ізоляції є метод вимірювання опору ізоляції за допомогою мегомметра. У даному методі вимірюється по черзі опір ізоляції кожної фази щодо землі і між кожною парою фаз за відсутності напруги. Головний недолік цього методу полягає в періодичності контролю опору ізоляції [4]. Тому виникає необхідність здійснення безперервного контролю ізоляції шляхом застосування спеціальних пристроїв. Найчастіше згадуваною в літературі є схема контролю ізоляції, що працює на струмах нульової послідовності Рис. 2.

Формулювання мети статті. Аналіз отриманих даних експериментальних досліджень; принципова схема експериментальної установки; експериментальні дані.

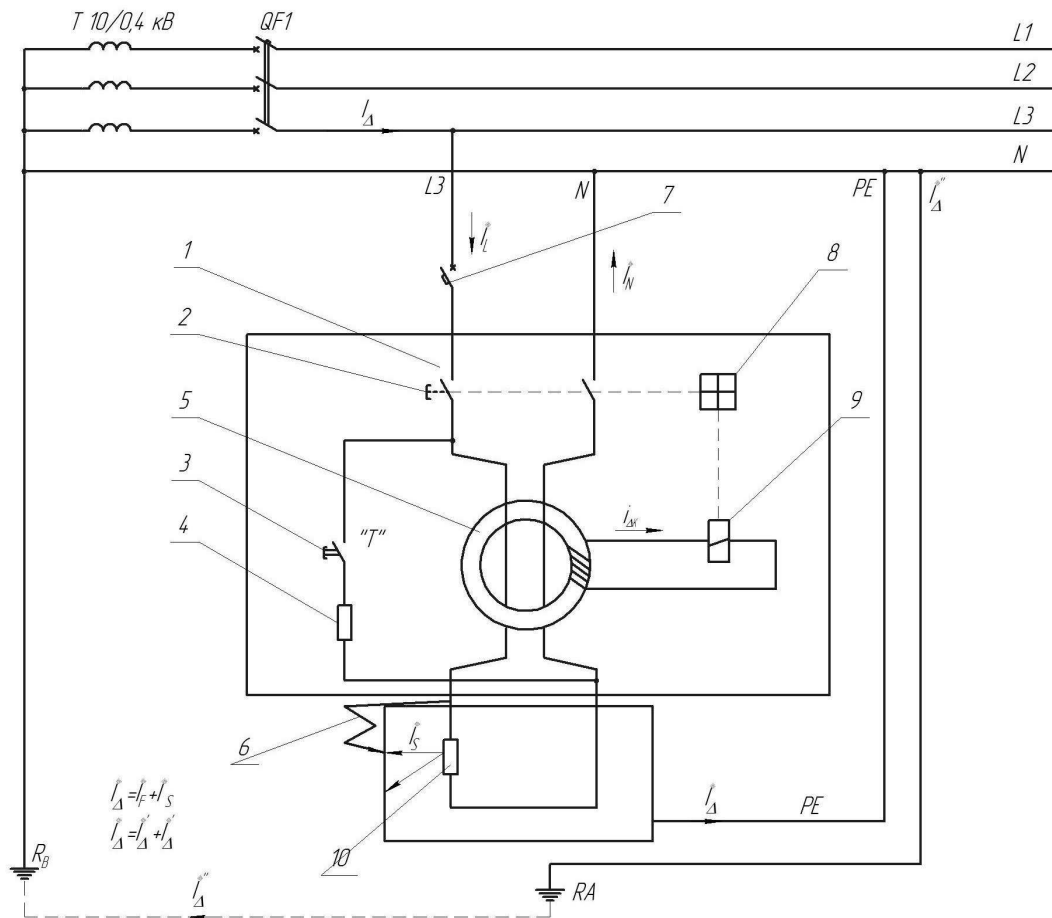


Рис. 2. Схема контролю стану ізоляції

1 – контакти; 2 – важіль ручного вмикання; 3 – контрольна кнопка «ТЕСТ»; 4 – перевірочний резистор; 5 – трансформатора струму нульової послідовності; 6 – пошкодження; 7 – захисний автоматичний вимикач; 8 – механізм вимикання; 9 – реле вимикання; 10 – споживач; I_A – диференціальний струм; I_F – струм пошкодження; I_S – струм витоку через ізоляцію; R_B – контур заземлення трансформаторної підстанції; R_A – контур заземлення нульового проводу мережі; L1, L2, L3 – фазні провідники; N – нульовий робочий провідник; PE – нульовий захисний провідник.

Основна частина. У Відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут» на базі лабораторії «Основи електропостачання» була створена дослідна установка, яка дозволяє робити поточний контроль стану лінії 0,38 кВ за величиною струму витоку в конкретний момент часу, записує дані в пам'ять персонального комп'ютера. Створена установка була встановлена в щитовій корівника на навчально-дослідному господарстві інституту. Схема дослідної установки наведена на рис.3.

ГЕРАСИМЕНКО В.П., МАЙБОРОДІНА Н.В.
ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ ВИТОКУ В МЕРЕЖАХ 0,38 кВ У
ТВАРИННИЦЬКОМУ ПРИМІЩЕННІ

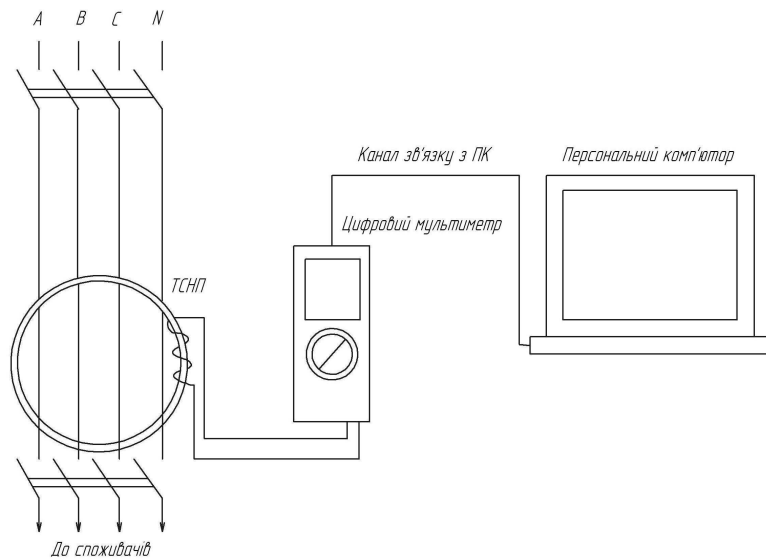


Рис.3. Схема дослідної установки

На рис.4 зображено результати вимірювання струму витоку в мережі 0.38 кВ.

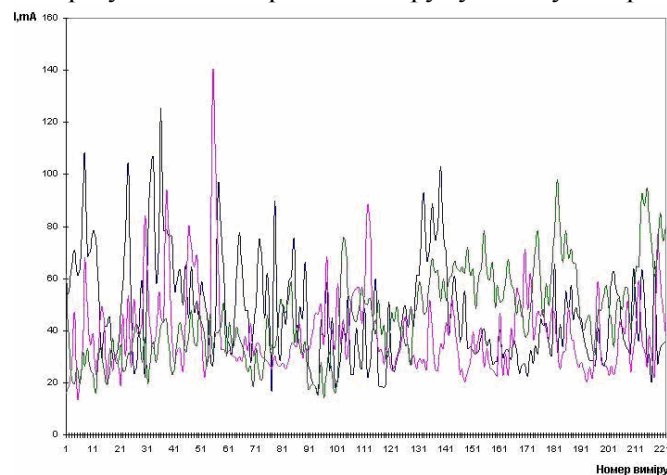


Рис.4. Величина струму витоку

Основні числові характеристики одержаних експериментальних даних наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Числові характеристики струмів витоку

Числові характеристики	Група 1	Група 2	Група 3
Середнє значення	47,16878378	38,60423423	45,5309009
Стандартна похибка	1,366280849	1,077893923	1,148205684
Стандартне відхилення	20,35712616	16,06025774	17,10787938
Дисперсія вибірки	414,4125854	257,9318788	292,6795367
Експес	0,880752896	7,816779746	-0,085722816
Асиметричність	0,984100852	2,182200368	0,490241815
Мінімум	16,54	14,31	14,42
Максимум	125,3	137,78	97,95

Як видно з табл. 1 максимальний струм витоку сягає 137,78 мА, хоча відомо, що струм більше 100 мА при протіканні, його через організм створює небезпечні наслідки для живих організмів [5, 6]. З рис. 4 видно, що дана величина струму витоку має випадкове значення, і малий час протікання.

Висновок. Створена установка забезпечує поточний контроль і реєстрацію величини струму витоку, математичну обробку та графічне відображення результатів на проміжках часу, що обумовлені користувачем, а наведений графічний матеріал та обчислені числові характеристики дають змогу аналізувати динаміку зміни струмів в часі в досліджуваному корівнику.

Список використаної літератури

1. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под ред. Б.А. Князевского - 3-е. изд. - М.: Энергоатомиздат - 1983.
2. Манойлов В.Е. Основы электробезопасности / В.Е.Манойлов - 5-е изд.- Л.: Энергоатомиздат - 1991.
3. Козирський В. Вплив електричного струму на організм людини та сільськогосподарських тварин в мережах напругою до 0,4 кВ / В.Козирський, В.Герасименко // Техніка і технології АПК. – 2010, №12(15). – С. 22 – 24.
4. Герасименко В.П. Передумови підвищення надійності захисту та попередження появи струмів витоку в мережах 0,38 кВ /В.П. Герасименко// Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Т4, № 11. – С. 109 – 115.
5. Козирський В.В. Способи і засоби підвищення надійності захисту та попередження появи небезпечних струмів в мережах 0,38 кВ / В.В. Козирський, В.П. Герасименко, О.В. Ковальов // Праці ТДАТУ – Мелітополь, 2012. – Т2, № 12. – С. 59 – 65.
6. Козирський В.В. Підвищення надійності захисту від струмів витоку в мережах 0,38 кВ / В.В. Козирський, В.П. Герасименко, Н.В.Майбородіна // Техніка і технології АП.– 2012, № 2(29).– С. 22 – 24.

ДВОРНИК А.В., САМОЙЛЕНКО В.В., НОВІКОВ М.Г.
ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ПІВДНІ
УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ СМТ. ЛАЗУРНЕ

Дворник А.В., Самойленко В.В.,
студенти групи АН-131
відділення технічно-енергетичних систем
відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
«Ніжинський агротехнічний коледж»
Науковий керівник М.Г.Новіков,
викладач - методист відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
«Ніжинський агротехнічний коледж»

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ПІВДНІ
УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ СМТ. ЛАЗУРНЕ

*У даній доповіді розглянуті питання використання альтернативних джерел енергії
в смт. Лазурне*

Сонячна енергія, сонячна електростанція, вітер, вітроагрегати, енергія вітру.

1.Вступ

Зараз, як ніколи раніш, гостро постало питання: що чекає на людство - енергетичне голодування чи енергетичний достаток? Очевидно, що зараз людство переживає енергетичну кризу: бажані потреби людства у електричній енергії у декілька разів перевищують виготовлення! І це при тому, що остання цифра є майже фантастичною - 27-30 трлн. кіловат-годин щороку.

Рівень матеріальної, а відповідно і духовної культури людства прямо залежить від кількості енергії, що воно має. Для того щоб виготовити будь-яку річ нам потрібна енергія. Матеріальні потреби людства як і популяція людей постійно збільшуються, тому потреба у енергії збільшується геометрично.

Засоби масової інформації постійно інформують нас про винайдення різноманітних нових, більш екологічно чистих способів добути енергію. Але ж в чому тоді причина повільного зростання частки таких джерел у загальному видобутку енергії. Справа у тому, що досі не знайдено джерела енергії, більш рентабельного за найдавніший спосіб видобутку енергії - спалення. І зараз 80% всієї енергії людство отримує спалюючи вугілля, нафту та нафтопродукти, природний газ, торф тощо. Але тих запасів енергії, що природа накопичувала сотні мільйонів років, вистачить лише на декілька сот років. Отже єдиний спосіб змусити людину перейти на більш екологічно чисті джерела енергії - це прийняття на державному рівні та на рівні світової спільноти низки регулюючих актів, котрі б обмежили видобуток паливних ресурсів. Але ряд держав (перш за все це держави Перської затоки) і не збираються обмежувати таким способом свої прибутки.

Отже основний тягар по збереженню енергії лягає на розвинені держави Північної Америки та Європи. Все більше і більше вчених шукають якомога рентабельніші джерела, котрі б використовували відновлювані ресурси і котрі б змогли хоча б частково

замінити паливні. Найбільш підходять такі джерела як використання енергії текучої води та вітру, океанських припливів та відпливів, тепла земних надр та, звичайно, енергії Сонця. Також багатообіцяючими є дослідження, метою яких є спроба повторити термоядерні процеси, що відбуваються на зірках.

2. Альтернативні джерела енергії:

А) Сонячне джерело енергії:

Сонце є найпотужнішим джерелом екологічно чистої енергії. На кожний квадратний метр поверхні земної атмосфери падає 1300 Вт сонячної енергії. Проте, до земної поверхні вона доходить не вся — частина відбивається в Космос, частина розсіюється атмосферою, витрачається на утворення озонового шару тощо. Інтенсивність сонячного випромінювання, що досягає Землі, залежить від кількох факторів, передусім від географічної широти місцевості, а отже, кута нахилу променів до площини поверхні. Найбільша вона на екваторі (до 2300 кВт/м на рік), а на широті України (45°) становить близько 1900 кВт/м на рік. Така розсіяність сонячної енергії є головною перешкодою для її використання. Проте, це не зупиняє вчених і інженерів, які працюють над проблемою перетворення сонячної енергії, адже лише 3,5% сонячної енергії, що падає на Землю, може забезпечити всі енергетичні потреби людства на необмежений час.

Нині існують такі напрями використання сонячної енергії: одержання електроенергії, побутового тепла, високотемпературного тепла в промисловості, на транспорті. Найбільших успіхів досягнуто в установках так званої "малої енергетики".

Для одержання електроенергії використовується кілька методів. З них найперспективнішим вважається метод безпосереднього перетворення сонячного випромінювання на електричну енергію за допомогою напівпровідникових фотоелектричних генераторів (сонячних батарей). Найбільш поширені кремнієві батареї, мають ККД 18-20%, більший ККД (до 23%) у генераторів з арсеніду галію. Американські вчені розробляють двокаскадні фотоелектричні генератори, ККД яких становитиме 40%, а може й 50%. На сьогодні такі батареї застосовуються ще обмежено: на космічних станціях (де їх сумарна потужність перевищує 10 кВт, а площа -100 м²), ретрансляторах, навігаційних маяках, телефонних станціях у пустельних місцевостях, для живлення невеликих радіостанцій геологів, чабанів тощо. Широко використовуються сонячні батарейки, вмонтовані в мікрокалькулятори, електронні іграшки тощо. Створення великих електростанцій на сонячних батареях стримується високою вартістю самих станцій і вартістю виробленого кіловата енергії, що нині значно вища, ніж у ТЕС і АЕС. Проте, спостерігається тенденція до зниження вартості батарей. Так, інтенсивні розробки американських учених у цій галузі дозволили за десять років знизити вартість сонячних батарей у 50 разів. Очікується, що вона буде зменшуватися й надалі, тоді як вартість спорудження ТЕС і АЕС стабільно зростає.

Електроенергію можна одержувати також за допомогою генераторів, що використовують теплову дію сонячних променів (паротурбінні, термоіонні й термоелектричні генератори). Однією з таких станцій є сонячна електростанція (СЕС), споруджена в Криму поблизу Керчі.

Сонячні електростанції не забруднюють навколишнього середовища. Щоправда, вони займають великі площі земель. Проте, на Землі є близько 20 млн. км² пустель. У цих

ДВОРНИК А.В., САМОЙЛЕНКО В.В., НОВІКОВ М.Г.
ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ПІВДНІ
УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ СМТ. ЛАЗУРНЕ

зонах землі непридатні для сільського господарства, потік сонячної енергії найвищий і кількість хмарних днів протягом року мінімальна.

Сонячна енергія може використовуватися для одержання побутового тепла - опалювання житлових приміщень. Розроблено проекти сонячних будинків, які вже реалізовано в різних країнах (США, Туркменістан, Узбекистан). Використовується сонячне проміння, що падає на дах і стіни будинку, вкриті спеціальними колекторами тепла. В них нагрівається вода (до 93°). Для зберігання тепла, зокрема на зимовий період, ніч і хмарні дні, частина легша підводиться в спеціальні резервуари, розміщені в підвальному приміщенні й заповнені щебенем. Тепло, акумульоване щебенем, використовується тоді, коли виникає потреба. Влітку сонячна система такого будинку може застосовуватися і для охолодження приміщень (кондиціонування повітря). З цією метою колектори вдень відключаються, а вночі працюють, охолоджуючи щебін у резервуарах нічним прохолодним повітрям. Потім, протягом жаркого дня, охолоджений щебін забирає тепло з приміщень.

Для промислових цілей з сонячної енергії можна одержати високотемпературне тепло (до 3800 С) у печах. Сонячна енергія може використовуватися й на транспорті— для енергоживлення автомобілів, невеликих суден і навіть літаків.

Таким чином, сонячна енергетика має велике майбутнє. Її розвиток сьогодні, особливо в країнах колишнього СРСР, стримується недостатнім фінансуванням.

Б) Вітрове джерело енергії:

За підрахунками вчених, загальний вітроенергетичний потенціал Землі в 30 разів перевищує річне споживання електроенергії в усьому світі. Однак, використовується лише мізерна частка цієї енергії. Але так було не завжди. За даними статистики, в дореволюційній Росії налічувалось близько 30 тис. вітряків. Ця нехитра установка була також атрибутом майже кожного другого села в Україні. Проте парова машина, а потім двигун внутрішнього згоряння витіснили цих скромних трудівників.

Можливості використання цього виду енергії в різних місцях Землі неоднакові. Для нормальної роботи вітрових двигунів швидкість вітру не повинна в середньому за рік падати нижче 4-5 м/с, а краще, коли вона становить 6-8 м/с. Для цих установок шкідливі і надто великі швидкості вітру (урагани), які можуть їх поламати. Найбільш сприятливі зони для використання вітрової енергії - узбережжя морів і океанів, степи, тундра, гори. В межах України такими ділянками є узбережжя Чорного моря, особливо Крим, а також Карпати, південні степові райони.

Піонером будівництва вітрових електростанцій (ВЕС) у нашій країні до війни був видатний український вчений та інженер, один з основоположників космонавтики Ю.Кондратюк. Побудована ним у 1931 р. поблизу Севастополя ВЕС потужністю 100 кВт, забезпечувала струмом міську мережу понад десять років. Ю.Кондратюк проектував більш потужні ВЕС на 5 і 10 тис. кВт, та розпочалась війна, Кондратюк пішов добровольцем на фронт і загинув у 1941 р., а проекти його ВЕС було покладено "під сукно".

Нині на Заході, особливо в Данії та США, серійно випускаються невеликі ВЕС потужністю від 1,5 до 100 кВт. Побудовано кілька експериментальних ВЕС потужністю до 30 тис. кВт. Втілюється інша технічна ідея Ю.Кондратюка, який запропонував свого

часу будувати ВЕС разом з установками по виробництву водню шляхом електролізу води. Тоді, коли потреба в електроенергії нижча, "зайва" потужність ВЕС спрямовується на виробництво надзвичайно цінного енергетичного продукту - водню. Водень може використовуватися як пальне для автомобілів, а також замість природного газу у багатьох інших установках, причому внаслідок його згоряння не утворюються шкідливі речовини, а лише водяна пара.

Особливо актуальним використання енергії є для Криму. Нині за даними Крименерго, півострів споживає 1 млн. 340 тис. кВт, причому майже вся ця енергія надходить із-за меж Криму. Деяку частину її дають дизельні станції, що забруднюють повітря курортної зони. А тим часом на одній Арабатській стрілці, що на Сиваші, можна встановити 30 тис. ВЕС і одержати 3 млн. кВт екологічно чистої електроенергії. А якщо побудувати ВЕС на кримських яйлах від Керчі до Севастополя, то Крим може стати навіть експортером електроенергії.

Підчас роботи ВЕС навколишнє середовище не зазнає жодних забруднень. Єдині негативні впливи - це низькочастотний шум (гудіння) працюючих вітряків та ще гибель птахів, що потрапляють у лопасті двигунів.

В) Переваги та недоліки альтернативних джерел енергії:

Як відомо, кожна медаль має дві сторони. Давайте розглянемо переваги та недоліки такого виду альтернативних джерел енергії, як вітрова енергетика.

Переваги:

- ❖ Екологічно-чистий вид енергії. Виробництво електроенергії за допомогою "вітряків" не супроводжується викидами вуглекислого чи будь-якого іншого газу.
- ❖ Ергономіка. Вітрові електростанції займають мало місця і легко вписуються в будь-який ландшафт, а також відмінно поєднуються з іншими видами господарського використання території.
- ❖ Відновлювана енергія. Енергія вітру, на відміну від викопного палива, невичерпна.
- ❖ Краще рішення для важкодоступних місць. Для віддалених місць встановлення вітрових електрогенераторів може бути найкращим і найдешевшим рішенням.

Недоліки:

- ❖ Нестабільність. Нестабільність полягає в відсутності гарантій отримання необхідної кількості електроенергії. На деяких ділянках суші сили вітру може виявитися недостатньо для вироблення необхідної кількості електроенергії.
- ❖ Відносно невисокий вихід електроенергії. Вітрові генератори значно поступаються у виробленні електроенергії дизельним генераторам, що призводить до необхідності встановлення відразу декількох турбін. Крім того, вітрові турбіни неефективні в період пікових навантажень.
- ❖ Висока вартість. Вартість установки потужністю 1 МВт становить 1 мільйон доларів.

- ❖ Небезпека для дикої природи. Обертіві елементи турбіни становлять потенційну небезпеку для деяких видів живих організмів. Згідно зі статистикою, лопаті кожної встановленої турбіни є причиною загибелі не менш як чотирьох особин птахів на рік.
- ❖ Шумове забруднення. Шум від "вітряків" може викликати занепокоєння, як диких тварин, так і людей, які проживають поблизу.

5. Сонячна електростанція смт. Лазурне

Сонячна фотоелектрична станція "Лазурне" побудована у 2012 році в Скадовському районі Херсонської області. Електростанція займає площу 20 га, а загальна потужність встановлених фотоелектричних модулів становить 9,806 МВт. Даний об'єкт побудований з метою виробництва екологічно чистої електроенергії з подальшим її продажем в мережу за "зеленим тарифом". Електростанція спроектована із застосуванням центральних інверторів AEG, а також кристалічних кремнієвих модулів.

У даному проекті компанія Рентехно виступила в якості технічного консультанта, підготувавши бізнес-план проекту та розробивши повноцінне Техніко-економічне обґрунтування будівництва сонячної електростанції.

6) Вітрова електростанція смт. Лазурне

17 листопада 2011 ТОВ "Віндкрафт Україна", яка є партнером компанії Celuph, встановила першу вітрову установку V-112 потужністю 3 МВт данської компанії VESTAS в Скадовському районі Херсонської області. Установка турбіни ознаменувала початок реалізації першого етапу співпраці компаній з реалізації вітроенергетичних проектів в Україні. У 2012 році було повністю введено в експлуатацію вітроелектростанцію потужністю 9 МВт на майданчику між селом Новоросійське і селищем Лазурне в Херсонській області. У ході реалізації другого етапу компанія планує ввести в експлуатацію 18 МВт «берегових» проектів, встановивши вітротурбіни на береговій лінії Чорного моря.

Цікаві факти: довжина лопасті – 54.6м; загальна висота установки – 149м; повна вага 400 тонн

Висновок

• Використання альтернативних джерел енергії є важливим як в національному, так і міжнародному масштабі – з точки зору реакції на глобальні кліматичні зміни та покращення енергетичної безпеки в Європі. Енергетична стратегія України визначає такі перспективні напрямки розвитку альтернативних та відновлювальних джерел енергії: сонячної, вітрової, річкової і інших.

• Для вироблення і втілення в життя національної стратегії розвитку альтернативної енергетики в Україні є все: досвід, технічні і технологічні напрацювання, підготовка відповідних кваліфікованих кадрів у системі вищої освіти. Справа залишається за наданням галузі ефективної державної підтримки, що дозволить привернути так необхідні енергетиці інвестиції. Потрібна програма, яка б на державному рівні координувала участь всіх зацікавлених сторін: окремих громадян, бізнес структури, урядові установи, наукові, промислові та громадські організації

Список джерел

1. http://pidruchniki.com/13820328/ekologiya/alternativni_dzherela_energiyi
2. <http://agravery.com/ua/novyny/show/na-hersonschini-sonjachna-elektrostancija-naroschue-potuzhnosti>
3. <http://referat.repetitor.ua/Альтернативні джерела енергії>
4. <http://ua.textreferat.com/referat-5266-1.html>
5. <http://ua-energy.org/post/13804>
6. <http://www.khoda.gov.ua/ua/news/na-hersonshhine-planiruyetsya-vvesti-v-ehkspluatatsiyu-eshhe-4-solnechnye-ehlektrostancii>

В данном докладе рассмотрены вопросы использования альтернативных источников энергии в снт Лазурное

Problems of wind and solar power in Lazurne-villiage are considered in this report.

УДК 681.2.083

Ікальчик Ю.М.,
студент факультету електроніки,
НТУУ «КПІ»,
Київ, Україна

SLAM — КОНЦЕПЦІЯ ОДНОЧАСНОЇ НАВІГАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ МАПИ

Розглянуто один з найважливіших компонентів систем комп'ютерного зору, пов'язаних з орієнтацією в просторі — концепція SLAM одночасної навігації та побудови мапи в невідомому просторі.

Ключові слова: *SLAM, навігація, мапа, далекомір, аналіз.*

В робототехніці важливе місце займає питання навігації робота в просторі. Проблема в тому, що для навігації потрібно мати мапу, а для її побудови знати місцезнаходження робота. Ці дві проблеми неможливо вирішити незалежно одна від одної. Перед тим як робот зможе зобразити зовнішнє середовище, він має знати де ці спостереження були зроблені, в той же час важко оцінити місцезнаходження без карти. Це являється типовою проблемою курки та яйця, яку вирішує SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) — метод одночасної навігації та побудови карти використовуваний роботами і автономними транспортними засобами для побудови карти в невідомому просторі або для оновлення карти в заздалегідь відомому просторі з одночасним контролем поточного місця розташування і пройденого шляху.

SLAM — це не якийсь певний алгоритм або набір програмного забезпечення — це концепція, яка пов'язує два незалежних процеси в безперервний цикл послідовних обчислень, при якому результати одного процесу беруть участь в обчисленнях іншого процесу.

Головними аспектами в побудові мапи являється представлення даних про зовнішнє середовище та інтерпретація даних з сенсорів.

Навпаки, локалізація - це проблема визначення місця розташування робота на карті. Локалізацію можна розділити на два види - локальна і глобальна. Локальна локалізація дозволяє відстежити місце розташування робота на мапі, коли його початкове місце розташування відомо, а глобальної локалізація - це визначення місця розташування робота на незнайомому місці.

Принциповий момент - SLAM не передбачає будь-яких знань про середовище - ні міток на місцевості, ні попередньої мапи немає - всі рішення будуються тільки на результатах вимірювань сенсорів.

У загальному випадку SLAM можна описати як повторення послідовності кроків:

1. сканування навколишнього простору;
2. визначення зміщення на основі порівняння поточного кадру з попереднім;
3. виділення на поточному кадрі особливостей-міток;
4. зіставлення міток поточного кадру з мітками отриманими за всю історію спостережень;
- 5.1. оновлення на основі цієї інформації стану робота за всю історію спостережень;
- 5.2. перевірка на петлі – чи не проходимо повторно по одній і тій же місцевості;

5.3. вирівнювання загальної мапи (відштовхуючись від положення міток та робота за всю історію спостережень);

На кожному кроці алгоритму маємо припущеннями про структуру навколишнього середовища (є мапа) та історією руху робота в ньому.

Реалізації SLAM поділяються на дві великі групи – SLAM frontend и SLAM backend.

Завдання SLAM-fronted зводиться до оцінки просторових відносин між особливостями сцени і позиціонуванням робота з деякою імовірністю. SLAM-fronted - набір методів для перетворення отриманих даних від сенсорів до уніфікованого представлення, яке подається на вхід безпосередньо SLAM-ядра. В даний час, для цих цілей використовуються графи спеціального виду (варіюються від зваженого, заснованого на результатах вимірювань, до динамічної мережі Байєса, яка відштовхується від ймовірнісної моделі положення робота в середовищі).

Розглянемо SLAM-fronted детальніше, розбивши задачу на кроки:

1) Аналіз та інтеграція нових даних. На цьому етапі проводиться виділення особливостей на отриманих даних. Особливості - це такі характеристики, які легко можуть бути виділені в середовищі і використовуватися надалі для орієнтації в просторі. Бажано щоб їх можна було розпізнати під різним "кутом зору" з точки зору використовуваних сенсорів. Критично щоб вони були стаціонарні. Бажано щоб їх можна було розрізнати один від одного - для того щоб зрозуміти - зустрічали ми їх раніше. Найпростіший приклад особливостей - геометричні - кути, прямі.

2) Обчислення зсуву. На основі зіставлення нового набору особливостей з особливостями, отриманими на попередньому кроці можна визначити як змінилося їхнє розташування. Так як особливості самі по собі стаціонарні - очевидно що цей зсув - результат зміни положення камери (робота). На основі цієї інформації можна виразити координати камери через систему лінійних рівнянь для вирішення якої використовуються різні методи і їх комбінації.

3) Оновлення структури, яка зберігає історію переміщень, де кожний стан являє собою глобальне положення робота і взаємне розташування особливостей на певному проміжку часу. Останнім часом крім безпосередньо даних про положення, зберігаються також і ймовірнісні оцінки для кожного значення. На даному етапі проводиться аналіз і додавання отриманих раніше даних в загальну структуру для зберігання інформації про світ за весь час дослідження.

Розглянутий компонент специфічний для робота (оскільки залежить від того, які в нього сенсори, як організовано перетворення вхідної інформації тощо), а тому якоїсь універсальної бібліотеки, що реалізує весь функціонал поки що немає. Хоча, наприклад, список підтримуваних сенсорів ROS (robot operating systems) вражає.

SLAM-backend (SLAM-ядро) - безпосередня реалізація рішення задачі SLAM - оптимізація отриманих від frontend просторових особливостей з метою максимізації ймовірності. Дане завдання відокремлене від того, яким чином отримані вхідні дані - головне, щоб формат представлення (граф, мережа, матриця, список і т.д.) інформації про середовище і положення робота в ньому співпадали.

Розглянемо SLAM-backend детальніше, розбивши задачу на кроки:

1) Порівняння даних локального зсуву та особливостей. Тепер маємо наявні з одного боку результати локального зсуву, на основі якого можна обчислити нове

положення робота. З іншого боку - так само можна визначити позицію робота щодо особливостей середовища. В силу похибок сенсорів і використовуваних алгоритмів дані позиції не збігатимуться між собою (і, швидше за все, також і з реальним місцем розташування робота). Отримана різниця має бути відображена у всіх попередніх вимірах особливостей як коригуючий коефіцієнт - ймовірність.

2) Оновлення загального уявлення про мапу середовища і траєкторії робота. На основі знову отриманих даних проводиться уточнення поточних уявлень про середовище — перерахунок позицій робота, особливостей і їх ймовірностей. Додатково проводиться пошук замикань (коли робот повертається в ті місця де вже побував). Після всіх обчислень оновлюється загальне уявлення середовища - пози робота і координати особливостей.

На основі глобальної структури, що зберігає всі переміщення робота і уявлення світу в будь-який момент часу можливо відтворити карту світу з траєкторією руху робота. Для візуалізації використовуються сторонні методи, які до методів SLAM особливого відношення не мають.

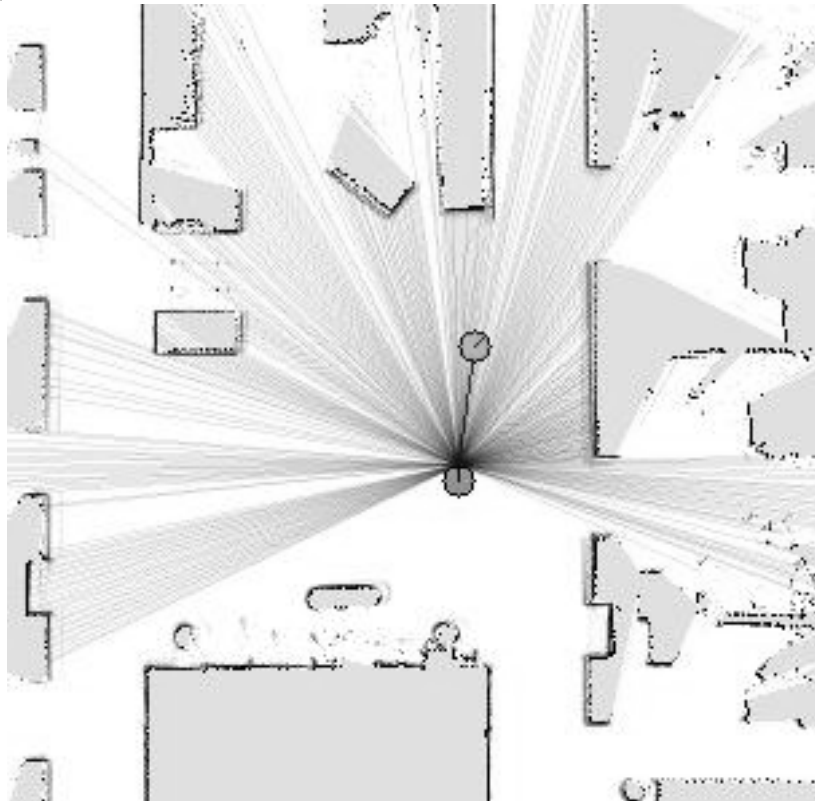


Рис.1. Приклад візуалізації роботи методу

На цей час вже реалізовано багато алгоритмів SLAM, в тому числі на ROS. Оскільки метою статті не є огляд методів, про них написано тут не буде, але хотілося б написати про метод hector mapping. Він призначений для платформ без одометрії, тобто для навігації використовує лише далекомір. Також метод дозволяє оцінювати положення зі швидкістю сканування сенсорів.

Найдешевшим зараз є лазерний далекомір в основі якого лежить триангуляція — метод вимірювань за допомогою побудови системи трикутників. Це дає змогу зменшити

затрати на апаратуру, оскільки потрібно мати лазер, камеру та систему обробки, яка в будь-якому випадку, при вимірюванні будь-який способом потрібна. Також зменшується обсяг розрахунків.

Комбінації такого далекоміра з hector mapping дає відносно недорогої та швидкодіючої системи. Це дає широкі можливості для використання такої системи в роботах широкого призначення.

Висновки:

SLAM — це шлях вирішення проблеми навігації в невідомому середовищі. Методи SLAM постійно покращуються та паралельно з'являються нові реалізації описаної концепції. Перспективним є використання комбінації методу hector mapping з далекоміром, працюючим на основі триангуляції, що дає в сукупності просту систему навігації.

Список літератури:

1. Noonv. SLAM [Електронний ресурс]. 2012. — Режим доступу до статті.: <http://robocraft.ru/blog/technology/724.html>.
2. Delphi. Сканующий лазерный дальномер [Електронний ресурс]. – 2012. — Режим доступу до статті.: <http://www.3dxmy.com/bbs/forum.php?mod=viewthread&tid=100>.
3. Hector_mapping [Електронний ресурс]. – 2014. — Режим доступу до ресурсу.: http://wiki.ros.org/hector_mapping#ROS_API.
4. DIY 3D (3D) — [Електронний ресурс]. – 2014. — Режим доступу до статті.: <http://www.3dxmy.com/bbs/forum.php?mod=viewthread&tid=100>.

Аннотация

Рассмотрен один из важнейших компонентов систем компьютерного зрения, связанных с ориентацией в пространстве - концепция SLAM одновременной навигации и построения карты в неизвестном пространстве.

Ключевые слова: *SLAM, навигация, карта, дальномер, анализ.*

Annotation

One of the most important points of the computer vision systems, related to orientation in space - SLAM system of simultaneous navigation and mapmaking in unknown space is reviewed.

Key words: *SLAM, navigation, map, finder, analysis.*

КОВАЛЬОВ О.В., КУЧЕРЕНКО Д.В.
ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАСОБАМИ
АГРОПРОМИСЛОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

УДК 621.313

Ковальов О.В., ст. викладач,
Кучеренко Д.В., магістрант, 12 МБ ЕН група,
Таврійський державний агротехнологічний університет
пр. Б. Хмельницького, 18 м. Мелітополь, 72312, Україна

ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАСОБАМИ
АГРОПРОМИСЛОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Анотація: Приведені шляхи реалізації енергозбереження та впровадження методів і способів керування енергоефективністю засобами агропромислового електропривода.

Ключові слова. Енергозбереження, енергоефективність, електропривод, двигун, потужність, коефіцієнт корисної дії, електроенергія, витрати.

Постановка проблеми. На даному етапі розвитку аграрної промисловості в Україні особливого значення набувають питання розробки та широкого впровадження методів і способів керування енергоефективністю (енергозбереженням) засобами агропромислового електропривода, оскільки з однієї сторони гостро постала проблема економії електроенергії, а з іншого боку, - з'явилася реальна можливість її ефективного використання стосовно головного її споживача – електропривода.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Більшість електродвигунів працюють у нерегульованому режимі, а отже – з низькою ефективністю. Через недоліки проектування та експлуатації електропривода коефіцієнт завантаження багатьох машин не перевищує 50%, що вимагає зниження встановленої потужності двигунів. Робота привода в недовантаженому режимі призводить до виникнення додаткових втрат, не враховуючи зниженого значення коефіцієнта потужності, оскільки загальна встановлена потужність асинхронних двигунів у країні складає близько 40...50 млн. кВт. Сумарна ж встановлена потужність двигунів у СНД приблизно дорівнює 550 млн. кВт. Перехід до регульованого електропривода змінного струму окремих механізмів дозволить заощадити до 50% енергоресурсів.

Мета статті: Ефективність впровадження енергозберігаючих заходів споживачами електроенергії може бути значно вищою, оскільки понад 90% виробленої електроенергії споживається системами електропривода. Тому метою статті є виявлення причин нераціонального використання електроенергії та встановлення шляхів реалізації енергозбереження засобами агропромислового електропривода.

Виклад основного матеріалу. Перший шлях стосується найпростішого некерованого масового електропривода і полягає в удосконаленні процедури вибору двигуна для конкретної технологічної установки з метою дотримання номінального теплового режиму двигуна при експлуатації.

Постановка задачі очевидна – двигун заниженої потужності швидко виходить з ладу, а двигун завищеної потужності перетворює енергію неефективно, тобто з високими питомими втратами в самому двигуні (низький ККД) і в мережі живлення (низький cosφ). Розв'язання задачі не завжди елементарне, зустрічаються помилки, а оскільки найпростіших електроприводів мільйони, то можливі великі збитки. У випадках, коли навантаження незмінне, помилки викликані лише низькою кваліфікацією проектувальників (двигун вибирали за діаметром вала). Коли навантаження змінюється,

вибір виявляється значно складнішим, що додатково ускладнюється недостатністю вихідної інформації, паспортних і каталожних даних.

Другий шлях полягає в підвищенні економічності масового нерегульованого електропривода – перехід на енергозберігаючі двигуни і двигуни поліпшеної конструкції, спеціально призначені для роботи з регульованим електроприводом.

В енергозберігаючих двигунах за рахунок збільшення маси активних матеріалів (заліза в міді) підвищені номінальні значення ККД і $\cos\phi$. Такі двигуни дають ефект при постійному навантаженні. Доцільність застосування енергозберігаючих двигунів повинна оцінюватися з урахуванням додаткових витрат, оскільки невелике (до 5%) підвищення номінальних ККД і $\cos\phi$ досягається за рахунок збільшення маси заліза на 30-35%, міді на 20-25%, алюмінію на 10-15% і в цілому двигуна на 25-30% відносно звичайних двигунів [1].

Орієнтовані залежності ККД і $\cos\phi$ від номінальної потужності для звичайних і енергозберігаючих двигунів наведені на рис.1.

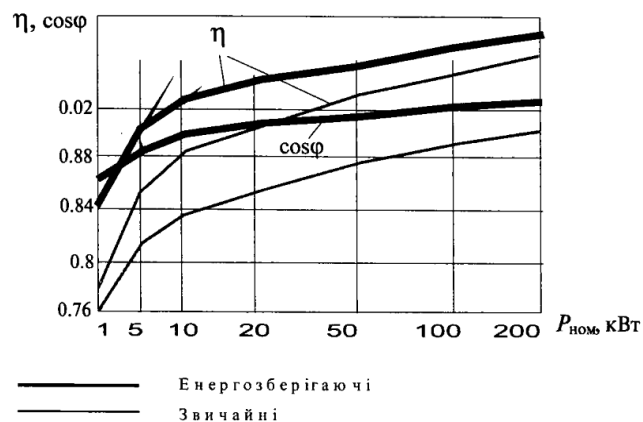


Рис. 1. Орієнтовані залежності ККД і $\cos\phi$ від номінальної потужності для звичайних і енергозберігаючих двигунів

Змінюється методика проектування й інших типів двигунів, розширюється їх номенклатура. Очевидно, варто очікувати різкого, вибухового поліпшення характеристик по-новому спроектованих двигунів для регульованого електропривода, відповідного коригування вимог до систем керування.

Наступний шлях полягає в усуненні проміжних передач. Суть проблеми полягає в тім, що електрична енергія доступна на фіксованій частоті (50 Гц), а механічна енергія потрібна в широкому спектрі частот (швидкостей). Методи, розроблені багато років тому для вирішення цієї проблеми, використовують дорогі системи, двигун чи механічні регулятори.

До складу узагальненої схеми електропривода входять – перетворювач чи механічний регулятор (коробки швидкостей, муфта ковзання), муфта, редуктор і робочий орган, що є частиною робочої машини (рис. 2) [1].

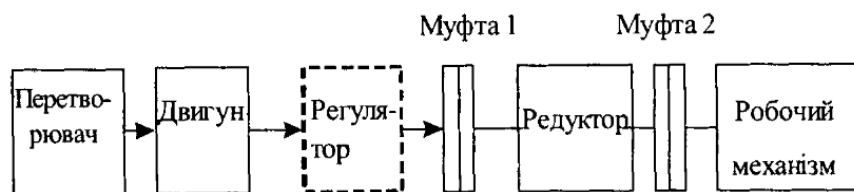


Рис. 2. Загальна схема електропривода

Коефіцієнт корисної дії системи електропривода

$$\eta_c = \eta_n \cdot \eta_\partial \cdot \eta_{рег} \cdot \eta_m \cdot \eta_p \cdot \eta_{рм}. \quad (1)$$

Підстановка у формулу усереднених значень ККД для привода з електродвигуном потужністю 10-100 кВт дає значення ККД у діапазоні $\eta=0,65-0,75$. При цьому в середньому від семи до десяти відсотків потужності втрачається в механічних передачах. Таким чином, усунення механічних передач призводить до істотного підвищення ККД системи (на 7-10%), що є однією з основних тенденцій розвитку електропривода, а в перспективі – поєднання електродвигуна і робочого органу.

Наступний шлях полягає в економії електроенергії робочими установками і механізмами за рахунок підвищення ефективності виконання технологічного процесу. Агропромислові підприємства вимагають підвищення ефективності роботи технологічних установок і механізмів. Економія електроенергії установками і механізмами за рахунок підвищення ефективності виконання технологічного процесу містить у собі такі основні заходи: узгодження режимів роботи установки при зміні навантаження; підвищення ККД установки; регулювання продуктивності установки; виконання оптимальної циклограми й упорядкування графіка навантажень; забезпечення нормованого завантаження (для підйомних машин, конвеєрів, тощо); контроль стану технологічної установки; застосування нових видів електропривода.

Наступний шлях полягає у виборі раціонального типу електропривода для конкретної технологічної установки і переході від нерегульованого електропривода до регульованого.

Застосування регульованого електропривода сприяє вирішенню задач щодо забезпечення оптимальних режимів роботи механізмів, зниження собівартості і підвищення якості продукції, що випускається, зростання продуктивності праці, підвищення ефективності використання енергії, надійності і терміну устаткування.

Варто згадати, що асинхронні двигуни зі змінним опором у колі ротора (рис. 3) і двигуни постійного струму незалежного збудження з регульованим реостатом (рис. 4), керуються зі збільшенням втрат [1].

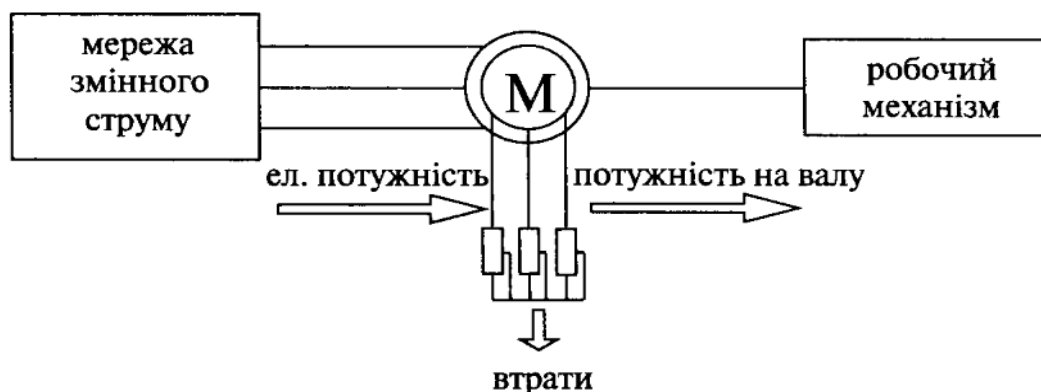


Рис. 3. Схема електропривода з асинхронним двигуном
зі змінним опором у колі ротора

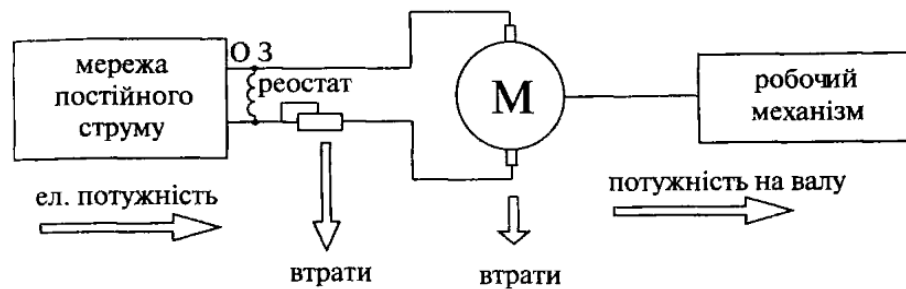


Рис. 4. Схема електропривода з двигуном постійного струму незалежного збудження з регульованим реостатом

З погляду енергозбереження найбільш ефективні регульовані електроприводи змінного струму, особливо для трубомеханізмів (вентиляторів, компресорів, насосів), підйомних машин, тощо. Економія електроенергії може складатися до 50%.

Цілий ряд агропромислових механізмів (транспортні, підйомно-транспортні, транспортно-складські і робототехнічних систем, тощо) працюють з частими вмиканнями, вимагаючи реалізації пуско-гальмівних режимів. Використання для керування такими механізмами відносно недорогих систем ТРН-АД дозволяє здійснювати режими плавного (м'якого) пуску і гальмування за рахунок формування необхідного часового закону зміни напруги першої гармоніки при ударі пуску чи значення постійної напруги при динамічному гальмуванні. Це забезпечує істотне зниження пускових струмів, зменшення енергоспоживання на 3-6% (залежно від потужності двигуна й інтенсивності роботи), а також вирішення ряду технологічних задач (обмеження механічних кінематичних передачах, зниження прискорень і ривків, збільшення надійності і терміну служби устаткування).

Якщо за сукупністю вимог для керування механізмом доцільно використовувати регульований, частотно-регульований електропривод, то реалізація режимів частотного пуску і гальмування дозволяє знизити втрати енергії в перехідних режимах у кілька разів у порівнянні з некерованими перехідними процесами.

Дуже перспективні вентильні двигуни з постійними магнітами. Новим шляхом енергозбереження стає проведення двигунів на модульну конструкцію й оптимізація режимів їх роботи на базі мікроконтролерів, що дозволить у 3-5 разів знизити втрати енергії, та в 2-3 рази зменшити масу двигунів.

Одним з найбільш перспективних і універсальних типів електроприводів із синхронними машинами є безколекторний або безконтактний вентильний двигун, у якому регулювання швидкості і моменту здійснюється підведеними напругою, струмом збудження і кутом випередження вмикання вентилів при самоуправлінні по частоті живлення. Він має регульовальні якості машин постійного струму і надійність систем змінного струму.

Очевидна необхідність створення систем, що забезпечували б контроль зони економічної роботи ($\omega_n - D\omega_1 J\omega_n + D\omega_2$), а також значення швидкостей $\omega_{вз}$ і $\omega_{нг}$, при яких робота привода неефективна через технічні й інші обмеження з одного боку, і небезпечна при перевищенні припустимої швидкості, з іншого (рис. 5) [1].

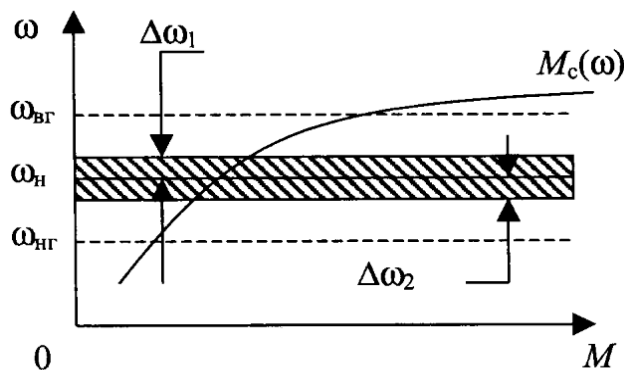


Рис. 5 Ефективна зона роботи електропривода

Аналіз режимів роботи регульованого і нерегульованого електроприводів вказує на неоднозначність поняття ефективної роботи приводів змінного струму в області частот обертання близьких до номінальної. Очевидно, що тут є визначений діапазон швидкостей, де застосування нерегульованого електропривода більш раціональне. Це пояснюється тим, що будь-яка схема регульованого електропривода крім втрат енергії, що йдуть на її перетворення, призводить до додаткових втрат у самому двигуні і шкідливо впливає на мережу живлення та інші пристрої. Під поняттям «шкідливо» розуміють насамперед додаткові втрати, електромагнітну несумісність в передчасну зношуваність електроізоляційних матеріалів.

Висновки. Істотне зниження енергоспоживання за рахунок широкого застосування регульованого електропривода в даний час важко реалізувати через обмежені можливості капіталовкладень з метою реконструкції електроприводів. Необхідно використовувати раціональний підхід, що поєднує можливості регульованого і нерегульованого, наприклад, керованого по пуску, що забезпечує ефект досить близький до найдосконаліших приводів. Варто враховувати і рівень обслуговування електроустаткування, що, як правило, не відповідає стандартам, властивим регульованим приводам з високими технічними характеристиками. Тим не менш, модернізація застарілих структур електричного приводу, зменшення кількості механічних передач та взагалі елементів в структурі приводу веде к підвищенню коефіцієнта корисної дії, тобто до мінімізації витрат за електроенергію.

Список літератури

1. Закладний О.М. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник / О.М. Закладний, А.В. Праховник, О.І. Соловей. – К: Кондор, 2005. – 408 с.
2. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / В.М. Терехов, О.И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 299 с

Приведены пути реализации энергосбережения и внедрения методов и способов управления энергоэффективностью средствами агропромышленного электропривода.

Енергосбереження, енергоефективність, електропривод, двигател, потужність, коефіцієнт корисної дії, електроенергія, витрати.

The ways of implementing energy conservation and implementation of methods and ways to control energy efficiency by means of agro-industrial electric drive was conducted.

Energy conservation, energyefficiency, electric drive, engine, power, efficiency, electricity costs.

УДК 636.082.474

Кривець О.Д.,
студент 4 курсу факультету Електроніки,
НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна

**РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИ ШТУЧНІЙ ІНКУБАЦІЇ У
ПТАХІВНИЦТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛІВКОВИХ КАРБОНОВИХ НАГРІВАЧІВ**

Анотація: В даній роботі розглянуті питання регулювання температури в інкубаторах за допомогою плівкових карбонових нагрівачів. Описано основні характеристики та переваги порівняно з іншими видами нагрівачів.

Ключові слова: Інкубація яєць, інкубатор, регулювання мікроклімату, інфрачервоний плівковий нагрівач.

Вступ

Птахівництво – одна з найважливіших галузей тваринництва. При розведенні сільськогосподарської птиці отримують високоякісні продукти харчування, такі як яйце і м'ясо, а так само сировину (перо, пух та ін.) В результаті розвитку селекції в даний час є можливість отримувати більші обсяги продукції птахівництва, значно покращивши її якість.[1] В цьому процесі велику роль відіграють інкубатори.

Інкубатор - це прилад який створює задані параметри мікроклімату а саме: підтримує температуру; відносну вологість повітря, газообмін і здійснює поворот лотків з яйцями.[2]

Історія розвитку штучної інкубації нараховує більше двох тисяч років. Ще в Древньому Єгипті використовували сонячне проміння та опалювали органічними відходами.[3] Значного прогресу було досягнуто в кінці 19 початку 20 століття, інкубатори обігрівалися за допомогою керосинової лампи, з'явилися вугільні інкубатори. В 20-30 роках 20 століття почали з'являтися електричні інкубатори. Один із вітчизняних піонерів в даній галузі був Ніжинський машинобудівний завод, який став виготовляти електричний інкубатор «КЭМ-20» («Коммунар» електрифікований модернізований). В Радянському Союзі перші інкубатори з елементами електроніки з'явилися в 1987 році (ИУП-Ф-45, ИУФ-Ф-15), які на той час значні переваги за витратами електроенергії та води, краще регулювали режими інкубації, що збільшувало процент виводу молодняка.[4]

На даний час нагрівачами в інкубаторах використовуються, здебільшого, лампи розжарювання, спіралі та ТЕНи. Попри свої переваги в помірній ціні вони мають суттєві недоліки: нерівномірно прогрівають об'єм інкубатора, створюють неприродні для виведення молодняка умови, мають великий гістерезис, що може досягати декількох градусів, високе споживання електроенергії через низький ККД.[5]

Найперспективнішим і економічним рішенням на сьогоднішній день є застосуванням інфрачервоного обігріву в інкубаторах.

Метою роботи є опис плівкових нагрівачів та переваги їх використання в інкубаторах.

Актуальність даної роботи полягає у відсутності на ринку України професійної системи інкубації для малого та середнього бізнесу із застосуванням плівкових нагрівачів в системах інкубації.

КРИВЕЦЬ О.Д.
РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИ ШТУЧНІЙ ІНКУБАЦІЇ У
ПТАХІВНИЦТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛІВКОВИХ КАРБОНОВИХ
НАГРІВАЧІВ

Конструкція та принцип роботи плівкового інфрачервоного нагрівача

Науці відомо тільки три способи передачі енергії між джерелом та споживачем:

1. В середовищі газу або рідини, наприклад, повітря, за допомогою конвекції (руху) нагрітого газу або рідини від одного тіла до іншого.
2. При безпосередньому контакті тіл, тобто теплопереносом від більш нагрітого тіла до менш нагрітого.
3. За допомогою інфрачервоного (теплого) випромінювання.

Обігрів за допомогою інфрачервоних нагрівачів здійснюється шляхом передачі тепла від поверхні нагрівача безпосередньо на яйця, що обігріваються (звичайно, при цьому нагрівається також і робоча поверхня, і стінки камери інкубатора, на які потрапляють інфрачервоні промені). Нагрівання повітря всередині камери інкубатора відбувається вже від нагрітих яєць та предметів всередині інкубатора.

Подібний спосіб обігріву створює умови для рівномірного розподілу теплоти, раціонального використання електричного струму і підвищення коефіцієнта корисної дії системи обігріву.

Плівкові інфрачервоні системи являють собою резистивні карбонові елементи, які кріпляться на алюмінієву фольгу і з двох сторін захищені ламінованою плівкою. Це дуже тонка конструкція, яка не перевищує в товщину 1,5 міліметрів.

Електричне з'єднання основного нагрівачого елементу - карбонових випромінювачів - виконане за допомогою мідної фольги і срібного покриття з низьким електричним опором (Рис.1).

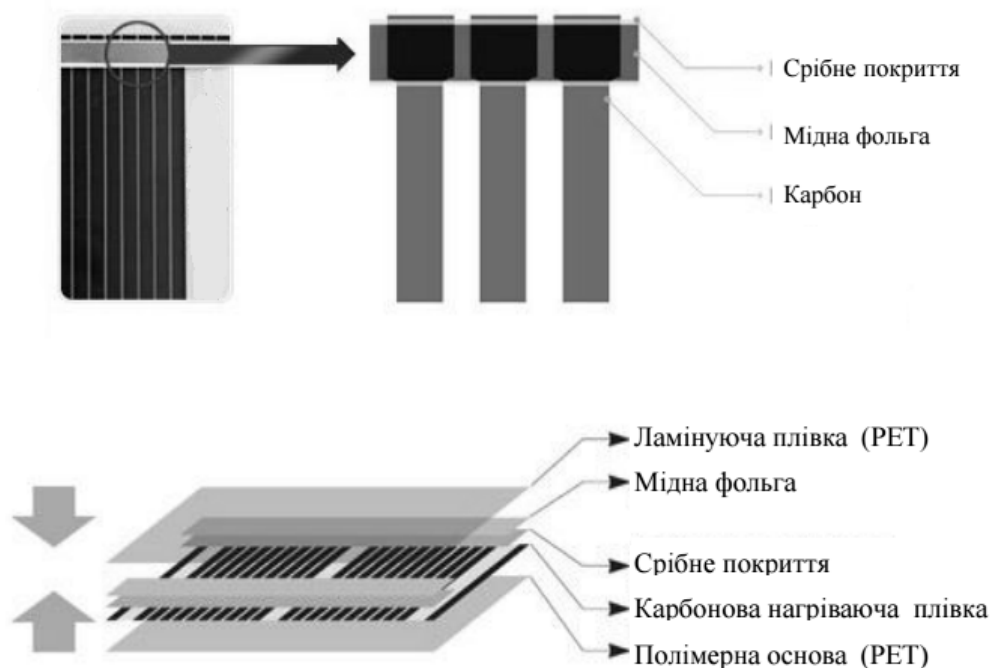


Рис. 1. Загальна схема будови плівкового нагрівача.[6]

Через те що в основі використовується саме плівка, нагрівач може похвалитися високою гнучкістю та еластичністю

У переважній більшості пристроїв, що забезпечують нагрів, температура на поверхні нагріваючого елементу, досягає величини 150°C, при цьому на поверхні починається процес горіння органічних часток і пилу, що призводить до «вигорання» кисню і виділення в навколишнє середовище продуктів згоряння органічних речовин. Це призводить до появи специфічного запаху і зниження вологості.

На відміну від стандартних нагрівачів, важливою особливістю даної технології є те, що сам нагрівач має температуру не вище 45°C при підтримці стандартного режиму в 35,5-38,5°C для яєць. Це безсумнівна перевага в порівнянні з ТЕНами і лампами, температура яких може досягати 150°C.[5]

Завдяки цьому та великій площі нагрівачів досягається малий гістерезис у 0,2°C, що дає можливість просто та досить точно регулювати температуру всередині інкубатора і виключає саму можливість термічного удару, найбільш згубну для ембріонів і має місце в апаратах традиційного устрою.

Інфрачервоні промені гріють шкаралупу подібно до сонця, це тепло приємне для живих істот і має корисні властивості.

Висновки

На даний час найбільш оптимальним і перспективним для обігріву інкубаторів слід вважати використання плівок на основі карбонових інфрачервоних елементів.

Їх основні переваги полягають у наступному:

- Істотне (у кілька разів) зниження споживання електроенергії.
- Можливість з високою точністю регулювати температуру в інкубаторі.
- Стійкість до вологості.
- Можливість виготовлення нагрівачів оригінальної форми, розмірів і конструкції.
- Можливість виготовлення нагрівачів на будь-яку необхідну напругу живлення (1 - 400 В).
- Надтонка товщина нагрівачів.
- Рівномірний розподіл температури по всій поверхні.
- Можливість виготовлення нагрівачів з однаковими геометричними розмірами, але різної питомою потужністю.
- Легкий монтаж.
- Низька температура поверхні елементу в результаті чого не відбувається «вигорання» кисню та органічних решток.
- Пожегобезпечність, обумовлена конструктивними особливостями і використовуваними в процесі виготовлення матеріалами.
- Швидкий прогрів інкубатора, так як гріються яйця, а не весь об'єм повітря.[5,6,7]

Список літератури

1. Бессарабов Б. Ф. Практикум по инкубации яиц и эмбриологии сельскохозяйственной птицы. – М.: Агропромиздат, 1985 г. – 174 с.
2. Воробьев В.А., Дегтярев Г.П. Машины и оборудование птицефабрик и птицеферм. – М.: Колос, 1984 - 285 с.
3. Третьяков Н. П., Бессарабов Б. Ф., Крок Г. С. Инкубация с основами эмбриологии. – Изд. 3-е переработанное и дополненное – М.: ВО Агропромиздат 1990 г. – 192 с.

КРИВЕЦЬ О.Д.
РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИ ШТУЧНІЙ ІНКУБАЦІЇ У
ПТАХІВНИЦТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛІВКОВИХ КАРБОНОВИХ
НАГРІВАЧІВ

4. Воробьёв В. А. Оборудование инкубаториев. – Изд. 2-е переработанное и дополненное – М.: Агропромиздат 1985 г. – 245 с.
5. Инфракрасный обогрев инкубаторов для яиц. – Режим доступа: <http://blog.flexyheat.ru/infrakrasnyj-obogrev-inkubatorov-dlya-yaic/>
6. Нагрівальна плівка RexVa. . – Режим доступу: files.prom.ua/153607__pdf
7. ИК-отопление. Инфракрасные пленочные нагреватели – Режим доступа: <http://www.rmmt.ru/story/heating/613271.htm>

Аннотация: В данной работе рассмотрены вопросы регулирования температуры в инкубаторах с помощью пленочных карбоновых нагревателей. Описаны основные характеристики и преимущества по сравнению с другими видами нагревателей.

Ключевые слова: Инкубация яиц, инкубатор, регулирования микроклимата, инфракрасный пленочный нагреватель.

Annotation: The article considers the temperature control in incubators using carbon film heaters. It describes the main characteristics and advantages over other types of heaters.

Key words: Eggs incubation, incubator, microclimate regulation, infrared film heater.

УДК 632.9:631.302

Лукач В.С., к.п.н., доцент,
Кушніренко А.Г., к.т.н., доцент,
Татарін С.В., студент,
Макарець В.В., студент,
ВП НУБіП України “Ніжинський агротехнічний інститут”

**ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЕКВІПОТЕНЦІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ НАПРУЖЕНОСТІ
МАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКТОРА ІЗ ЗМІННИМ РАДІУСОМ НАВИТКИ
ВИКОНАНОЇ НА ЗРІЗАНОМУ КОНУСНОМУ КАРКАСІ**

Анотація. Електротехнології передпосівного обробітку насіння сільськогосподарських культур в електромагнітному полі розглядається як система, яку можна теоретично та експериментально змоделювати і на основі отриманої моделі проаналізувати зв'язки основних чинників параметрів електротехнологічного обладнання та фізіологічних властивостей біологічного об'єкту. Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень імітаційного моделювання напруженості магнітного поля робочої зони технологічного вузла установки, який має змінний радіус навитки виконаної на зрізаному конусному каркасі, та перевірка на адекватність теоретичної моделі із експериментальною.

Ключові слова: передпосівний обробіток насіння сільськогосподарських культур в електромагнітному полі, моделі картин електромагнітного поля, робоча зона індуктора, який має змінний радіус навитки виконаної на зрізаному конусному каркасі.

Постановка проблеми. Електротехнології передпосівного обробітку насіння сільськогосподарських культур в електромагнітному полі наведене в індукторі, який має змінний радіус навитки виконаної на зрізаному конусному каркасі, можна теоретично змоделювати. Отримані моделі дозволять визначити технологічні параметри обробітку, які забезпечують отримання стабільної прибавки врожаю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомо теоретичні та експериментальні моделі картин поля в робочій зоні індуктора, який має суцільну одношарову навитку виконаної на зрізаному конусному каркасі. Моделі картин поля утвореного в індукторі із змінним радіусом, у наукових працях не виявлено.

Мета дослідження. Теоретично та експериментально дослідити картини електромагнітного поля в робочій зоні індуктора із змінним радіусом навитки та перевірити їх на адекватність.

Методика дослідження. Теорія електромагнітного поля Д.К. Максвелла, принцип суперпозиції електромагнітних полів від різних частин навитки. Методи імітаційного моделювання та метод індукційного вимірювання напруженості магнітної складової електромагнітного поля.

Основна частина. Загальний вигляд а) та розрахункова схема індуктора із змінним радіусом навитки виконаної на зрізаному конусному каркасі б) приведено на рис.1 [1].

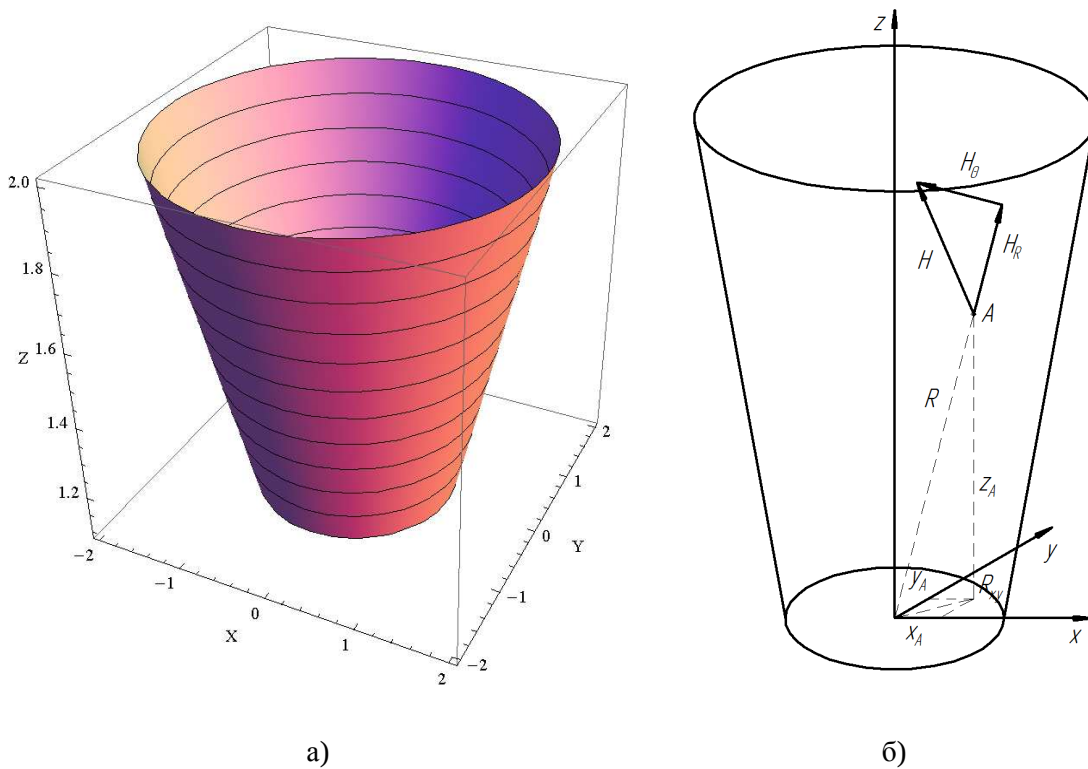


Рис. 1 а) загальний вигляд та б) розрахункова схема індуктора із змінним радіусом навитки виконаної на зрізаному конусному каркасі

Для індуктора із змінним радіусом навитки в точці А складові напруженості магнітного поля (радіальна і поперечна) та напруженість магнітного поля визначається за відомою методикою [2-3]:

$$H_R = \frac{I \cdot n \cdot S \cdot \cos \theta}{2\pi \cdot R^3} \quad (1)$$

$$H_\theta = \frac{I \cdot n \cdot S \cdot \sin \theta}{4\pi \cdot R^3} \quad (2)$$

$$H = \sqrt{H_R^2 + H_\theta^2} \quad (3)$$

Із розрахункової схеми для індуктора із змінним радіусом навитки виконаної на зрізаному конусному каркасі визначаємо:

$$R_{xy}^2 = R_x^2 + R_y^2 \quad (4)$$

$$R_{xy} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (5)$$

$$R^2 = R_{xy}^2 + R_z^2 = R_x^2 + R_y^2 + R_z^2 \quad (6)$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} \quad (7)$$

Позначимо $R_x = X_a$, $R_y = Y_a$, $R_z = Z_a$ та визначимо наступні величини:

$$\cos \theta = \frac{Z_a}{R} = \frac{Z_a}{\sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2}}, \quad (8)$$

$$\cos^2 \theta = \frac{Z_a^2}{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2} \quad (9)$$

$$\sin \theta = \frac{R_{xy}}{R} = \frac{\sqrt{X_a^2 + Y_a^2}}{\sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2}} \quad (10)$$

$$\sin^2 \theta = \frac{X_a^2 + Y_a^2}{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2} \quad (11)$$

$$S = \pi R_i^2 \quad (12)$$

Підставивши знайдені величини у вирази 1, 2, 3 отримуємо:

$$H_R = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2 Z_a}{2(X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2)^2} \quad (13)$$

$$H_\theta = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2 \sqrt{X_a^2 + Y_a^2}}{4(X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2)^2} \quad (14)$$

$$H = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2 \cdot \sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + 4Z_a^2}}{2 \cdot (X_a^2 + Y_a^2 + 4 \cdot Z_a^2)^2} \quad (15)$$

Якщо у вирази 13, 14, 15 замість R_i і Z_a підставити їх значення для індуктора із змінним радіусом навитки

$$R_i = R(Z) = \sqrt{\left(\frac{4}{3} R_i - Z\right) Z} \quad (16)$$

$$Z_a = (Z_a + R_i) \quad (17)$$

та з врахуванням перенесення осей координат із центру індуктора на периферію, отримуємо:

$$H_R = \frac{\ln\left(\frac{1}{3} R_i - Z_a\right) (Z_a + R_i)^2}{2[X_a^2 + Y_a^2 + (Z_a + R_i)^2]^2} \quad (18)$$

$$H_e = \frac{\ln\left(\frac{1}{3} R_i - Z_a\right) (Z_a + R_i) \sqrt{X_a^2 + Y_a^2}}{2[X_a^2 + Y_a^2 + (Z_a + R_i)^2]^2} \quad (19)$$

$$H = \frac{\ln\left(\frac{1}{3} R_i - Z_a\right) (Z_a + R_i) \sqrt{Z_a^2 + Y_a^2 + 4Z_a^2}}{2[X_a^2 + Y_a^2 + 4(Z_a + R_i)^2]^2} \quad (20)$$

Вирази 18-20 є теоретична модель напруженості магнітного поля індуктора із змінним радіусом навитки.

Теоретичні моделі еквіпотенційних поверхонь мають вигляд:

$$H(100\%) = 0 + 0.1X^2 + 0.1Y^2 \quad (21)$$

**ЛУКАЧ В.С., КУШНІРЕНКО А.Г., ТАТАРІН С.В., МАКАРЕЦЬ В.В.
ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЕКВІПОТЕНЦІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ НАПРУЖЕНОСТІ
МАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКТОРА ІЗ ЗМІННИМ РАДІУСОМ НАВИТКИ
ВИКОНАНОЇ НА ЗРІЗАНОМУ КОНУСНОМУ КАРКАСІ**

$$H(95\%) = 3.5 + 0.1X^2 + 0.1Y^2 \quad (22)$$

$$H(90\%) = 5.3 + 0.15X^2 + 0.15Y^2 \quad (23)$$

Побудова графічного зображення моделі еквіпотенційних поверхонь розрахункових (теоретичних) значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора виконано у полі програми Wolfram Matematyka 6.

Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора із змінним радіусом навитки приведена на рис. 2.

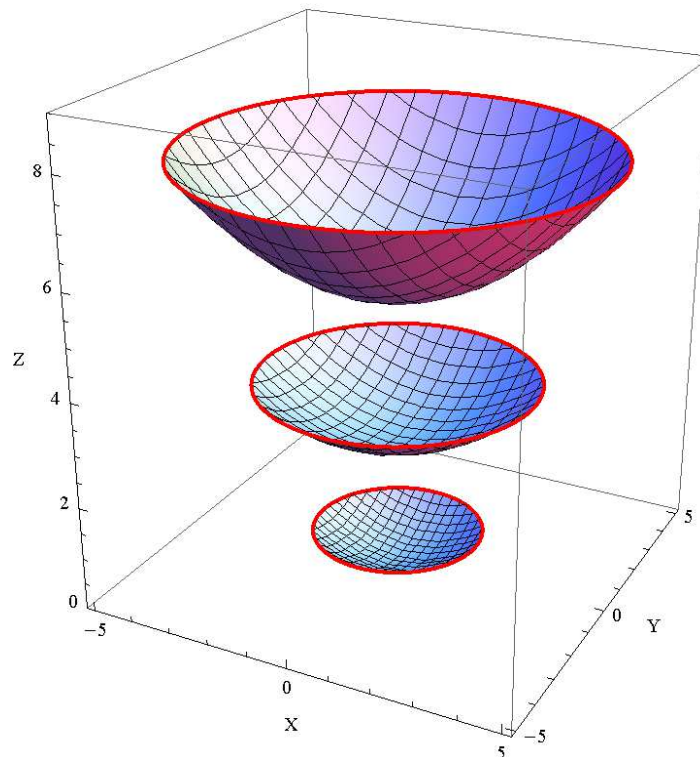


Рис. 2. Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора із змінним радіусом навитки

Еквіпотенційні поверхні експериментальних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора із змінним радіусом навитки приведено на рис. 3.

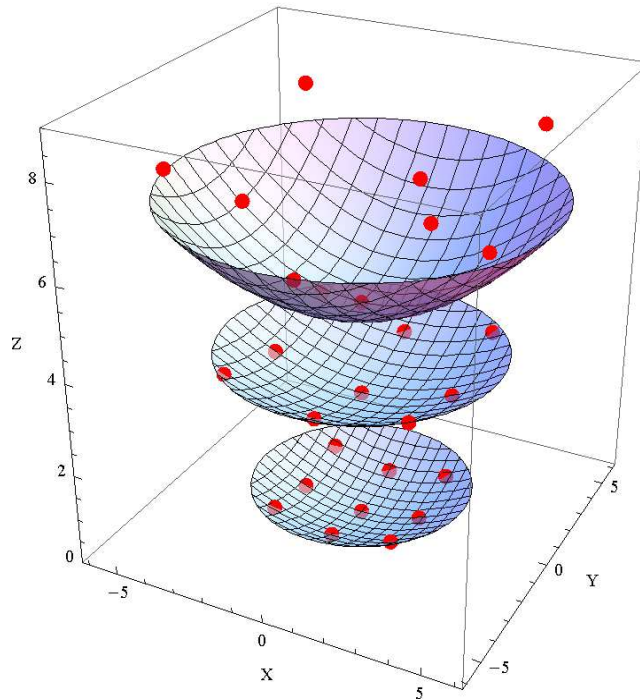


Рис. 3. Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь експериментальних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора із змінним радіусом навитки виконаної на зрізаному конусному каркасі

Експериментальні моделі еквіпотенційних поверхонь напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора із змінним радіусом навитки виконаної на зрізаному конусному каркасі мають вигляд:

$$H(100\%) = 0 + 0.1X^2 + 0.1Y^2 \quad (24)$$

$$H(95\%) = 3.3 + 0.1X^2 + 0.1Y^2 \quad (25)$$

$$H(90\%) = 5.0 + 0.15X^2 + 0.15Y^2 \quad (26)$$

Перевірку отриманої імітаційної моделі 2 на адекватність виконується за методикою нульової гіпотези H_0 виконується за наступною програмою:

В програму введено теоретичні та експериментальні значення вузлових чотирьох точок (значення які не повторюються).

Табличне значення t-критерію Стюдента на 5%-ому рівні при числі степенів свободи для даного випадку $\nu = 8$ становить $t_{0.05} = 2.38$, а за результатами розрахунку $t_{\text{фак}} = 2.56$.

Висновки. Оскільки виконується умова $t_{\text{фак}} = 2.56 \geq t_{0.05} = 2.38$ теоретичні імітаційні моделі $H(\%) = f(X, Y)$ вважаються адекватними із експериментальними даними.

**ЛУКАЧ В.С., КУШНІРЕНКО А.Г., ТАТАРІН С.В., МАКАРЕЦЬ В.В.
ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЕКВІПОТЕНЦІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ НАПРУЖЕНОСТІ
МАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКТОРА ІЗ ЗМІННИМ РАДІУСОМ НАВИТКИ
ВИКОНАНОЇ НА ЗРІЗАНОМУ КОНУСНОМУ КАРКАСІ**

Список літератури

1. Лукач В. С. Пристрій для передпосівного обробітку насіння в електромагнітному полі. Патент на винахід № 65240 А, Україна, МПК⁷ А 01 С 1 / 00 / В. С. Лукач, А. Г. Кушніренко, В. Ф. Ярошенко, В. І. Міщенко, Н. В. Ніженець. – К.: ДП УІВ, Опубл. 16.05.2005. Бюл. № 5. – 6 с.
3. Тамм І.Е. Основы теории электричества / И.Е. Тамм. – М.: Наука, 1989. – 504с.
4. Татур Т.А. Основные теории электромагнитного поля. Справочное пособие. / Т.А. Татур:– М.: Высшая школа, 1989. – 271с.

Bibliography

1. Lukacs VS device for preplant treatment of seeds in the electromagnetic field. Patent number 65240 A, Ukraine, MPK⁷ A 01 C 1/00 / V.S. Lukacs, A.G. Kushnirenko, V.F. Yaroshenko, V.I. Mishchenko, N.V. Nizhenets. – K.: SC UIV, Publ. 16.05.2005. Bull. Number 5. – 6 p.
3. Tamm I.E. Fundamentals of the theory elektrichestva / I.E. Tamm. - Moscow: Nauka, 1989. – 504s.
4. TATOUR T.A. Basic theory elektromahnytnoho field. Reference Textbook. / T.A .TATOUR: - Moscow: Higher School, 1989. – 271s.

**A SIMULATION MODEL EQUIPOTENTIAL SURFACE TENSION INDUCTOR
MAGNETIC FIELD WITH VARIABLE RADIUS NAVYTKY**

A.G. Kushnirenko

Summary

Electrotechnology preplant treatment of seed crops in the electromagnetic field is considered as a system that can be modeled theoretically and experimentally , and as a basis for a model to analyze the key factors parameters communications equipment and electro-physiological properties of a biological object. The results of theoretical and experimental studies and simulation of the magnetic field of the working area of technological node installation that has a variable radius navytky and test the adequacy of the theoretical model with experimental.

Key words: Pre-cultivation of seed crops in the electromagnetic field, electromagnetic field model pictures, work area inductor that has a variable radius navytky.

УДК 366.2

Маслов В.О., викладач,

Глухівський агротехнічний інститут імені С.А. Ковпака Сумського НАУ

**ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ В АПК І ОСНОВНІ ФАКТОРИ
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Розглянута характеристика споживання енергії в аграрному виробництві та викладені основні фактори енергозбереження.

Ключові слова: Споживання енергії, енергозбереження, енергозаощаджуючі програми

За останні 100 років річне споживання у світі первинних паливно-енергетичних ресурсів збільшилось у 20 разів. Людина сучасного індустріального суспільства використовує в 10 разів більше енергоресурсів, ніж у середні віки. Аналіз розвитку світової економіки показує зростаючу роль енергозберігаючих технологій у забезпеченні ефективності господарювання.

Динамічні зрушення, які відбулися на світових ринках енергоносіїв за останні 20...30 років, показали, що енергетичні кризи можуть докорінно змінювати структуру народного господарства окремих країн, їх роль і місце на міжнародному ринку.

Символом безпеки розвитку держави і навіть її суверенності стали відповідним чином розроблена національна енергетична програма кожної країни. Питання забезпеченості енергоресурсами першорядні і для України. Існує цілком об'єктивний показник коефіцієнт самозабезпеченості (КСЗ), обумовлений відношенням вироблених енергоресурсів до споживаних.

Якщо $КСЗ < 1$, країна імпортує енергоресурси, якщо $КСЗ > 1$ експортує. Деякі країни експортують один вид енергоресурсів, а імпортують інший, але КСЗ враховує кінцевий результат [1].

Аналіз динаміки самозабезпеченості енергоресурсами країн-членів „вісімки” за 1971 - 2000 рр. показав, що енергетично незалежними є лише Росія, Великобританія і Канада. Із колишніх радянських республік енергетично незалежними в 2000 році були Росія ($КСЗ = 1,57$), Казахстан (2), Азербайджан (1,62), Туркменістан (3,31) і Узбекистан (1.1).

Самозабезпеченість інших республік, особливо Молдови (0,02) і Білорусії (0,14), дуже низка. Україна лише на 35...40% здатна задовольнити свої споживання власними паливно-енергетичними ресурсами маючи дуже енергоємні галузі виробництва такі як металургія і хімічна промисловість.

Особливу увагу у більшості країн світу почали приділяти енергозбереженню. Питання використання поновлюваних джерел енергії актуальні для всіх країн світу в силу різних обставин. Для промислово розвинутих країн, що залежать від імпорту паливно-енергетичних ресурсів, це насамперед енергетична безпека. Для промислово розвинутих країн, багатих енергоресурсами, це екологічна безпека, завоювання ринків збуту устаткування, а для країн, що розвиваються це найбільш швидкий шлях до поліпшення соціально-побутових умов населення, можливість розвитку промисловості по екологічно прийнятному шляху.

Постійне зростання цін на енергоносії лише зовнішнє проявлення проблемних факторів, які об'єктивно існують. Якщо до 1980 року всього у світі було видобуто 210 млрд. т. умовного палива, то в наступні 30 років прогнозується використання майже

МАСЛОВ В.О.
ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ В АПК І ОСНОВНІ ФАКТОРИ
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

в 1,3 рази більше, що загрожує не тільки вичерпанню легкодоступних дешевих покладів органічного палива, але й серйозними ускладненнями у взаєминах відношень людини з природою.

В найбільш розвинутих країнах (за даними Никифорова А.Н.) на людину припадає в середньому 350 ГДж енергії в рік, а в державах, які розвиваються — 30 ГДж. Очікуваний річний приріст споживання енергії на одну людину становить 3,3%.

В законі України про енергозбереження термін „енергозбереження” розкритий, як діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), що спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в раціональному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних і правових методів.

„Раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів” визначене, як „досягнення максимальної ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки та технології і одночасному зниженні техногенного впливу на навколишнє природне середовище”.

„Економія паливно-енергетичних ресурсів” визначається, як „відносне скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів, що виявляється у зниженні їх питомих витрат на виробництво продукції, виконання робіт і надання послуг встановленої якості”.

Законом встановлені основні принципи державної політики енергозбереження, економічний механізм, стандартизація та нормування у даній сфері і інші сторони енергозбереження.

Сільське господарство споживає біля 30% рідкого палива, що складає біля 8 млн. т і більше 9,2% електроенергії від її споживання в народному господарстві України.

Споживання енергії на виробництво зерна у світовому сільському господарстві з 1950 по 1985 роки збільшилися в 6,97 рази при збільшенні виробництва зерна в 2,6 рази.

Збільшення валової сільськогосподарської продукції на 1% потребує зростання паливоенергетичних витрат на 2...3%. З 1965 по 1984 роки витрати дизельного палива та бензину збільшилися в 2 рази, а виробництво валової продукції сільського господарства зросло на 44%.

В 1986 році загальні середні витрати рідкого палива по СРСР на 1 га ріллі перевищували 300 кг.

По Україні виробничі витрати палива складали для різних культур від 75 до 250 кг/га. У восьмидесяті роки минулого століття виробництво сільськогосподарської продукції в Україні було в 4...5 разів більш енерго- і матеріалоемним ніж у США.

Загальна криза дев'яностих років зумовила погіршення енергетичних і техніко-економічних показників. Питома енергоемність сільського господарства зросла в 1,2...2,2 рази. При нинішніх цінах на енергоносії питома вага їх вартості в собівартості продукції складає 17...35%. При таких витратах вітчизняному товаровиробнику практично неможливо змагатися із закордонними конкурентами [4].

Прямі енерговитрати на вирощування і збирання ряду сільськогосподарських культур в умовах Полтавської області наведені в таблиці 1.

За інформацією закордонних джерел в рослинництві розвинутих країн світу витрачається більше 80% енерговитрат, в тваринництві 12%. Витрати умовного палива на 1 га ріллі становлять:

- США — 340 кг умовного палива, в тому числі 190 кг дизельного палива та бензину;

- Франції та Італії — 266 кг;
- Данії — 429 кг;
- Греції 184 кг;
- Іспанії — 98 кг .

Енергозаощаджуючі програми в цих країнах передбачають розробку та впровадження енергозаощаджуючих технологій, розробку енергозаощаджуючих технічних засобів, підготовку та здійснення організаційно-технічних заходів, що забезпечують економію палива.

Наведені дані свідчать, що збільшення виробництва сільськогосподарської продукції супроводжується значним підвищенням енерговитрат.

Збільшення урожайності основних культур в 2...2,5 рази потребує збільшення енерговитрат в 5...6 разів. Підраховано, що на сучасному рівні технологій в середньому на 1 Дж енергії в продуктах харчування необхідно витратити більше 5 Дж інших видів енергії.

Оцінюючи технології виробництва сільськогосподарської продукції по повних енерговитратах, враховують і матеріалізовану енергію. В цьому розрізі структура енерговитрат залежить від конкретних умов [4].

Таблиця 1. Прямі питомі енерговитрати на вирощування та збирання сільськогосподарських культур

Сільськогосподарська культура	Питомі витрати на 1 га посіву, кг		Нормативна урожайність, ц/га
	Рідкого палива	Умовного палива	
Озима пшениця	149	216	60
Ярий ячмінь	46	67	35
Кукурудза на зерно	143	208	50
Просо	69	100	30
Гречка	57	83	20
Горох	88	128	35
Соя	83	120	20
Цукрові буряки	241	349	400
Соняшник	81	118	25
Картопля	222	323	150
Кукурудза на силос	131	192	400
Кормові буряки	281	410	800

Енергонасиченість та енергозабезпеченість праці в сільськогосподарському виробництві України та вплив їх на ефективність виробництва наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Енергонасиченість та енергоозброєність праці в Україні

Показники	1970 р.	1975 р.	1980 р.	1985 р.	1990 р.	1994 р.
Енергонасиченість к.с. на 100 га посівної площі	188	256	342	444	484	499
Енергоозброєність праці, к.с./чол.	9,3	13,4	19,4	26,6	35,1	37,2

При вирощуванні колосових зернових по інтенсивних технологіях в Україні повні енерговитрати складають:

МАСЛОВ В.О.
ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ В АПК І ОСНОВНІ ФАКТОРИ
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

мінеральні добрива — 41,54...49,26%;
паливо — 20,10...22,68%;
машини та обладнання — 4,86...11,97%;
пестициди — 9,82...11,82%.

Аналіз енерговикористання свідчить про те, що витрати енергоносіїв в сільському господарстві мають стійку тенденцію до збільшення.

Рядом виконаних досліджень обґрунтовані наступні причини збільшення витрат енергії на виробництво сільськогосподарської продукції:

I. Збільшення обсягів та щільності механізованих робіт у зв'язку із збільшенням валового виробництва та урожайності. В колишньому СРСР середня щільність робіт складала 13...14 умовних га на 1 фізичний гектар при урожайності 13...18 ц/га, а в кращих господарствах при урожайності 30...45 ц/га щільність тракторних робіт перевищувала середню в 3...4 рази.

II. Необхідність здійснення більш повної комплексної механізації та скорочення витрат ручної праці. Якщо, в Туреччині в сільському господарстві зайнято біля 60% населення, а споживання енергії — біля 8 кг у.п. на 1 га ріллі, то в США в сільському господарстві зайнято 2,5...3% населення, а споживання енергії складає біля 560 кг у.п. на 1 га ріллі. Розповсюдження по всьому світу нової тенденції, яка характеризується глобалізацією економічної діяльності шляхом впровадження в сільське господарство високоефективних технологій, призводить до значного росту споживання енергії.

III. Збільшення потужності та зміна складу машинно-тракторного парку. Наприклад, в США з 1960 по 1980 р.р. при відносній стабільності парку тракторів сумарна їх потужність збільшилася в 1,8 разів, а споживання дизельного палива — втричі і досягло 13 мільярдів літрів. Останні 30 років в колишньому СРСР одним із основних напрямків в тракторобудівництві було підвищення енергонасиченості, що обумовило значне зміцнення середньої потужності в бік збільшення.

Збільшення питомих витрат палива потужними тракторами обумовлюється двома причинами: зменшенням ступеню використання потужності та ростом енергомісткості робіт із збільшенням робочих швидкостей.

Сучасний АПК у значній мірі залежить від непоновлюваних джерел енергії, тобто нафтопродуктів, вугілля, природного газу, торфу, матеріалів, що розщеплюються. Майбутнє зменшення видобутку нафти зажадає не тільки принципово нових технологій АПК, але і змінить його структуру.

Крім виробника продуктів харчування і сировини для промисловості він стане основним постачальником поновлюваних джерел енергії [3].

До енергозбереження відноситься комплекс заходів, спрямованих на підвищення родючості ґрунтів та урожайності сільськогосподарських культур, на забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів за рахунок скорочення їх втрат, удосконалення організаційно-економічних механізмів енергоспоживання, застосування енергозберігаючих технологій та техніки, поновлюваних та вторинних енергоресурсів [5].

Стосовно рослинництва (за даними Родичева В.А.) можливо виділити наступні напрямки економії та раціонального використання паливо-енергетичних ресурсів:

I. Розробка та впровадження системи заходів, які забезпечують підвищення родючості ґрунтів та урожайності сільськогосподарських культур.

II. Вдосконалення, розробка та впровадження енергозберігаючих технологій виробництва продукції.

III. Вдосконалення системи менеджменту шляхом розробки та впровадження організаційно-технічних та економічних заходів, які забезпечують зменшення втрат і економію нафтопродуктів.

IV. Розробка нормативно-технологічної та методичної документації на механізовані процеси і технічні засоби.

V. Вдосконалення і розробка нової енергозощаджуючої техніки.

VI. Використання нетрадиційних джерел енергії.

Перший напрямок включає підготовку та покращення полів, меліорацію, підвищення родючості ґрунтів, впровадження високоврожайних стійких сортів сільськогосподарських культур, підготовку насіння. Цей напрямок дуже важливий і потребує комплексного вирішення, але механізація робіт в ньому не є вирішальною.

Другий напрямок охоплює мінімізацію обробітку ґрунту, суміщення технологічних процесів, перенесення деяких технологічних процесів на стаціонар, заміну енергомістких процесів менш енергомісткими та інші заходи.

Третій напрямок передбачає оптимізацію структури посівних площ; оптимізацію структури МТП; вдосконалення технічного обслуговування та ремонту МТП; раціональне агрегування сільськогосподарської техніки; вдосконалення зберігання, транспортування, заправки та обліку нафтопродуктів; покращення системи стимулювання робітників за економію нафтопродуктів; раціональну організацію використання машинно-тракторних агрегатів; покращення організації перевезення вантажів.

Четвертий напрямок охоплює стандартизацію оцінки паливно-енергетичних витрат на технології та технічні засоби; розробку нормативів витрат нафтопродуктів; розробку та впровадження методик оцінки паливно-енергетичних витрат на технології виробництва сільськогосподарської продукції; розробку методів розрахунку необхідної кількості нафтопродуктів на різних рівнях.

П'ятий напрямок передбачає створення технічних видів енергозбереження, а саме двигунів з меншими питомими витратами палива (до 190...200 г/кВт.год); збільшення долі випуску гусеничних тракторів; обладнання усіх тракторів пристроями для визначення оптимальних режимів роботи двигуна; впровадження комп'ютерів для оптимізації режимів роботи двигунів; зниження впливу рушіїв на ґрунт за рахунок використання шин низького тиску та гумо-металевих гусениць; впровадження мобільних енергетичних засобів, які працюють на газі та з використанням альтернативних видів палива; розробка енергоекономної техніки, підвищення надійності техніки та інше. Універсалізація тракторів може забезпечити зменшення енерговитрат на 20...25%. Застосування комбінованих машинно-тракторних агрегатів буде сприяти зменшенню енерговитрат на підготовку ґрунту і посів на 15...20%.

Шостий напрямок включає використання енергії сонця, вітру, теплоти підземних джерел, відходів сільськогосподарського виробництва для отримання біогазу. До цього напрямку відносяться також заходи та проекти по заміні нафтопродуктів іншими видами палива, що виготовлюються на базі продукції рослинництва (спирт, олія та інші).

В процесі використання машинно-тракторного парку особливу увагу слід звернути на другий та третій напрямки, які можуть реалізуватись безпосередньо в господарствах і забезпечують до 55% відносного покращення паливної економічності.

МАСЛОВ В.О.
ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ В АПК І ОСНОВНІ ФАКТОРИ
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Список літератури

1. Кормановский Л. Основные направления научно-технической политики в сельскохозяйственном производстве // Техника в сельском хозяйстве., 1995.—№2.—С.9-12.
2. Тихонов В.А. Экономика и организация применения техники в сельском хозяйстве. М., "Колос", 1972. 343с.
3. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві.- К.: Урожай, 1988.— 208 с.
4. В.В. Гришко, В.І. Перебийніс та В.М. Рабштина /Енергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління). – Полтава: «Полтава», 1996. – 280 с.
5. В.В. Гришко / Проблеми управління ресурсовикористанням у галузях агропромислового комплексу /енергетичні аспекти/. – К. Інститут економіки Міністерства економіки України, 1997. – 188 с.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ГЛАВНЫХ
ФАКТОРОВ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ**

В.О. Маслов. преподаватель Глуховский агротехнический институт имени С.А. Ковпака Сумского НАУ

Рассмотрена характеристика потребления энергии в аграрном производстве и основные факторы энергосбережения.

Ключові слова: Потребление энергии , энергосбережения , энергосберегающие программы .

In this work the characteristics of energy consumption in agricultural production. The main factors of energy saving.

Power consumption , energy efficiency, energy conservation programs.

УДК 514.18

Муквич М.М., к.т.н.,
доцент кафедри природничо-
фундаментальних дисциплін,
ВП НУБіП України "НАТТ",
м. Ніжин, Україна

КОНСТРУЮВАННЯ ОБВІДНОЇ ПОВЕРХНІ МНОЖИНИ ПОЛОЖЕНЬ ПЛОЩИНИ, ЖОРСТКО ЗАКРІПЛЕНОЇ В ТРИГРАННИКУ ФРЕНЕ ПРОСТОРОВОЇ КРИВОЇ

Анотація. Аналітичний опис та візуалізацію торса, як обвідної поверхні множини положень площини, здійснено в системі супровідного тригранника просторової прямої кривої, заданої залежностями у функції її довжини дуги.

Ключові слова: супровідний тригранник Френе, прямою крива, кривина просторової кривої.

Постановка проблеми. При русі супровідного тригранника просторової кривої жорстко закріплена в ньому площина утворить однопараметричну множину площин, яка у загальному випадку огинає розгортну поверхню. При цьому аналітичний опис торса, як обвідної поверхні однопараметричної множини площин викликає значні труднощі. Використання у якості просторової прямої кривої лінії, заданої залежностями від довжини її дуги, дозволить застосувати формули Серре-Френе і спростити аналітичний опис розгортної поверхні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Можливість аналітичного опису торса, як обвідної поверхні множини положень площини, жорстко закріпленої в системі супровідного тригранника прямої кривої була вказана у статті [1]. У роботі [3] здійснено аналітичний опис обвідної поверхні для випадку плоскої прямої кривої. Дослідженню торса, як обвідної поверхні однопараметричної множини положень площини, яка здійснює обертальний і поступальний рухи, присвячено статтю [5].

Мета статті. Знайти параметричні рівняння торса, як обвідної поверхні однопараметричної множини площин, утвореної при русі площини, жорстко закріпленої в супровідному триграннику просторової прямої кривої.

Виклад основного матеріалу. Задамо просторову прямую криву за допомогою залежностей кривини від довжини дуги $k = k(s)$ і кута $\beta = \beta(s)$, який утворює вектор дотичної $\vec{\tau}$ до прямої кривої із горизонтальною площиною Oxy (рис.1). Тоді параметричні рівняння прямої кривої мають вигляд [2]:

$$x(s) = \int \cos \beta \cos \left(\int \frac{\sqrt{k^2 - \beta'^2}}{\cos \beta} ds \right) ds; \quad y(s) = \int \cos \beta \sin \left(\int \frac{\sqrt{k^2 - \beta'^2}}{\cos \beta} ds \right) ds; \quad z(s) = \int \sin \beta ds. \quad (1)$$

Закріпимо жорстко площину α у системі тригранника Френе $O\vec{\tau}\vec{n}\vec{b}$. Нехай площина α проходить через вершину A тригранника просторової прямої кривої (1) і перпендикулярна вектору $\vec{N}(\lambda; \mu; \nu)$, де λ, μ, ν – сталі величини (рис.1). Рухаючи тригранник по просторовій прямій кривій, утвориться однопараметрична множина площин, яка огинає розгортну поверхню [4]. Нехай $\vec{R} = \vec{OD}$, де т. O – початок координат нерухомої системи $Oxyz$, т. D – довільна точка площини α ; $\vec{r} = \vec{OA}$ – радіус-вектор прямої кривої. Тоді вектор $\vec{R} - \vec{r} = \vec{AD}$, який лежить у площині α , перпендикулярний

нормальному вектору $\bar{N}$ площини α . Вектор $\bar{N}$ у проєкціях на орти тригранника виразимо у вигляді:

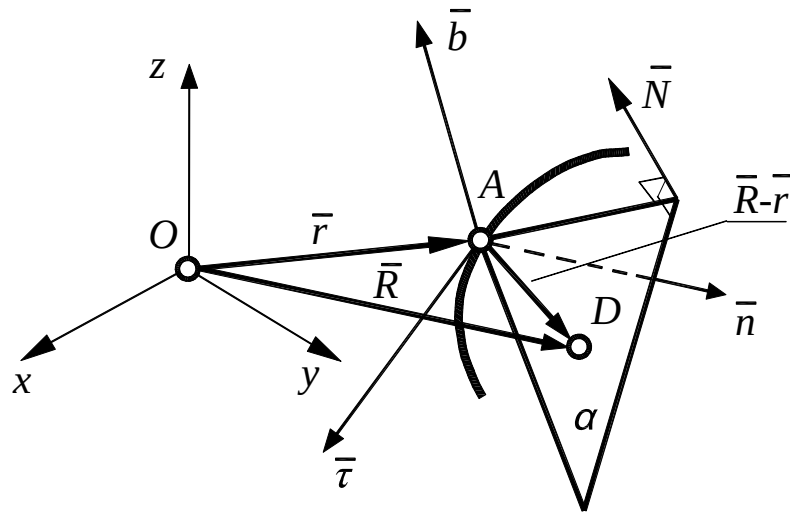


Рис. 1. Площина α , закріплена нерухомо в триграннику Френе просторової напрямної кривої.

$$\bar{N} = \lambda \bar{\tau} + \mu \bar{n} + \nu \bar{b}. \quad (2)$$

Рівняння площини α у системі супровідного тригранника напрямної кривої запишемо у векторному вигляді [4]:

$$(\bar{R}-\bar{r})(\lambda\bar{\tau}+\mu\bar{n}+\nu\bar{b})=0. \quad (3)$$

Диференціюючи по s вираз (3), зважаючи на те, що $(\bar{R}-\bar{r})' = -\bar{\tau}$, та використавши формули Серре-Френе [4], після спрощень отримаємо:

$$(\bar{R} - \bar{r}) \cdot ((-\mu k)\bar{r} + (\lambda k - \nu \sigma)\bar{n} + (\mu \sigma)\bar{b}) = \lambda, \quad (4)$$

де $k = k(s)$ – кривина, $\sigma = \sigma(s)$ – скрут прямої кривої (1).

Вираз скруту $\sigma(s)$ кривої (1) знаходять за відомими формулами [4] диференціальної геометрії.

Диференціюємо вираз (4) по змінній s . Використавши формули Серре-Френе, після претворень отримаємо:

$$(\bar{R}-\bar{r}) \cdot \left[(-\lambda k^2 - \mu k' + \nu k \sigma) \bar{\tau} + (\lambda k' - \mu(k^2 + \sigma^2) - \nu \sigma') \bar{n} + (\lambda k \sigma + \mu \sigma' - \nu \sigma^2) \bar{b} \right] = -\mu k. \quad (5)$$

Розкладемо вектор $\overline{R}-\overline{r}$ на орти тригранника $O\overline{\tau n b}$ у вигляді:

$$\bar{R}-\bar{r}=\bar{\tau}\rho_{\tau}+\bar{n}\rho_n+\bar{b}\rho_b, \quad (6)$$

де $\rho_\tau = \rho_\tau(s)$, $\rho_n = \rho_n(s)$, $\rho_b = \rho_b(s)$ – проекції вектора $\bar{R} - \bar{r}$ на відповідні орти супровідного тригранника, які є параметричними рівняннями ребра звороту шуканого торса в системі тригранника Френе [4].

Знайдемо ребро звороту торса, як обвідної поверхні однопараметричної множини площин, розв'язавши систему рівнянь (3), (4), (5) із урахуванням виразу (6):

$$\begin{cases} \lambda \rho_\tau + \mu \rho_n + \nu \rho_b = 0; \\ (-\mu k)\rho_\tau + (\lambda k - \nu \sigma)\rho_n + (\mu \sigma)\rho_b = \lambda; \\ (-\lambda k^2 - \mu k' + \nu k \sigma)\rho_\tau + (\lambda k' - \mu(k^2 + \sigma^2) - \nu \sigma')\rho_n + \\ + (\lambda k \sigma + \mu \sigma' - \nu \sigma^2)\rho_b = -\mu k; \end{cases} \quad (7)$$

Розв'язавши систему (7) відносно ρ_τ, ρ_n і ρ_b , одержимо рівняння ребра звороту торса в системі супровідного тригранника:

$$\begin{aligned} \rho_\tau &= \frac{1}{\Delta} [\lambda^2 \nu k' - \mu(\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2)k\sigma - \lambda(\mu^2 + \nu^2)\sigma']; \\ \rho_n &= \frac{1}{\Delta} [(\lambda^2 + \mu^2)\nu k^2 + \lambda\mu(\nu k' + \lambda\sigma') + \lambda(\lambda^2 + \mu^2 - \nu^2)k\sigma - \lambda^2 \nu \sigma^2]; \\ \rho_b &= \frac{1}{\Delta} [-(\lambda^2 + \mu^2)(\lambda k' + \mu k^2) + 2\lambda\mu\nu k\sigma + \lambda^2(\mu\sigma^2 + \nu\sigma')], \\ \text{де } \Delta &= (\nu k + \lambda \sigma)[(\lambda k - \nu \sigma)^2 + \mu^2(k^2 + \sigma^2)] - \mu(\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2)(k'\sigma - k\sigma'). \end{aligned} \quad (8)$$

Напрямний вектор прямолінійної твірної торса отримаємо як векторний добуток $\bar{N} \times d\bar{N}$ [4]. Диференціюючи вираз (2) по s і застосувавши формули Серре-Френе, після спрощень одержимо:

$$d\bar{N} = (-\mu k)\bar{\tau} + (\lambda k - \nu \sigma)\bar{n} + (\mu \sigma)\bar{b}. \quad (9)$$

Знайдемо векторний добуток векторів (2) і (9) у системі тригранника:

$$\begin{aligned} \bar{N} \times d\bar{N} &= \begin{vmatrix} \bar{\tau} & \bar{n} & \bar{b} \\ \lambda & \mu & \nu \\ -\mu k & \lambda k - \nu \sigma & \mu \sigma \end{vmatrix} = \\ &= [(\mu^2 + \nu^2)\sigma - \lambda \nu k]\bar{\tau} - \mu(\lambda \sigma + \nu k)\bar{n} + [(\lambda^2 + \mu^2)k - \lambda \nu \sigma]\bar{b}. \end{aligned} \quad (10)$$

Запишемо напрямний вектор (10) у вигляді:

$$\bar{N} \times d\bar{N} = \bar{\tau} l_\tau + \bar{n} m_n + \bar{b} n_b, \quad (11)$$

де $l_\tau(s) = (\mu^2 + \nu^2)\sigma - \lambda \nu k$, $m_n(s) = -\mu(\lambda \sigma + \nu k)$, $n_b(s) = (\lambda^2 + \mu^2)k - \lambda \nu \sigma$.

Провівши через кожну точку кривої, заданої рівняннями (8), прямолінійну твірну паралельно вектору $\bar{N} \times d\bar{N}$, отримаємо лінійчасту поверхню у системі тригранника Френе.

Параметричні рівняння ребра звороту торса у нерухомій системі координат $Oxyz$, заданого рівняннями (8) у системі рухомого тригранника, отримаємо у вигляді [2]:

$$\begin{aligned} x_p(s) &= x(s) + \rho_\tau \cos \alpha_\tau + \rho_n \cos \alpha_n + \rho_b \cos \alpha_b; \\ y_p(s) &= y(s) + \rho_\tau \cos \beta_\tau + \rho_n \cos \beta_n + \rho_b \cos \beta_b; \\ z_p(s) &= z(s) + \rho_\tau \cos \gamma_\tau + \rho_n \cos \gamma_n + \rho_b \cos \gamma_b, \end{aligned} \quad (12)$$

де $x(s), y(s), z(s)$ – параметричні рівняння (1) напрямної кривої; $\rho_\tau, \rho_n, \rho_b$ – знаходять із виразів (8); напрямні косинуси ортів супровідного тригранника напрямної лінії (1) наведено в роботі [2].

Оскільки твірні торса є дотичними до ребра звороту, тому напрямний вектор $\{l, m, n\}$ прямолінійної твірної торса у нерухомій системі координат можна знайти диференціюванням рівнянь (12). Але це пов'язано з перетвореннями громіздких виразів, тому доцільно виразити вектор $\{l_\tau, m_n, n_b\}$ у нерухомій системі координат, враховуючи визначеність руху супровідного тригранника по напрямній кривій:

МУКВИЧ М.М.
КОНСТРУЮВАННЯ ОБВІДНОЇ ПОВЕРХНІ МНОЖИНИ ПОЛОЖЕНЬ
ПЛОЩИНИ, ЖОРСТКО ЗАКРІПЛЕНОЇ В ТРИГРАННИКУ ФРЕНЕ
ПРОСТОРОВОЇ КРИВОЇ

$$\begin{aligned} l(s) &= x(s) + l_\tau \cos \alpha_\tau + m_n \cos \alpha_n + n_b \cos \alpha_b; \\ m(s) &= y(s) + l_\tau \cos \beta_\tau + m_n \cos \beta_n + n_b \cos \beta_b; \\ n(s) &= z(s) + l_\tau \cos \gamma_\tau + m_n \cos \gamma_n + n_b \cos \gamma_b. \end{aligned} \quad (13)$$

Параметричні рівняння торса у нерухомій системі координат запишемо в загальному вигляді:

$$\begin{aligned} X(u, s) &= x_p + u \cdot \frac{l}{\sqrt{l^2 + m^2 + n^2}}; \quad Y(u, s) = y_p + u \cdot \frac{m}{\sqrt{l^2 + m^2 + n^2}}; \\ Z(u, s) &= z_p + u \cdot \frac{n}{\sqrt{l^2 + m^2 + n^2}}, \end{aligned} \quad (14)$$

де вирази $x_p(s)$, $y_p(s)$, $z_p(s)$ визначаються із (12), а вирази $l(s)$, $m(s)$, $n(s)$ – із залежностей (13).

Розглянемо **тестовий приклад**. Використаємо у ролі напрямної просторової кривої – криву укосу, кривина якої описується залежністю:

$$k(s) = \frac{1}{\sqrt{16a^2 - s^2}}, \quad (15)$$

де a – параметр кривої, $\beta = \text{const}$ – кут підйому кривої. Параметричні рівняння $x(s)$, $y(s)$, $z(s)$ даної напрямної кривої, які є громіздкими, наведено в роботі [3]. Для визначення ρ_τ , ρ_n і ρ_b ; l_τ , m_n , n_b використано вирази:

$$k'(s) = \frac{s}{(16a^2 - s^2)^{\frac{3}{2}}}; \quad \sigma(s) = k \cdot \text{tg } \beta = \frac{\text{tg } \beta}{\sqrt{16a^2 - s^2}}; \quad \sigma'(s) = \frac{s \cdot \text{tg } \beta}{(16a^2 - s^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

($a=1$; $\lambda=1$; $\mu=2$; $\nu=3$; $\beta=\frac{\pi}{3}$; $s \in (-4; 0)$; **1– напрямна крива; 2–ребро звороту**).

На рис.2 зображено горизонтальну проекцію торса, побудованого за рівняннями (14) при підстановці в них виразів (12) і (13), у яких використано параметричні рівняння $x(s)$, $y(s)$, $z(s)$ напрямної кривої укосу.

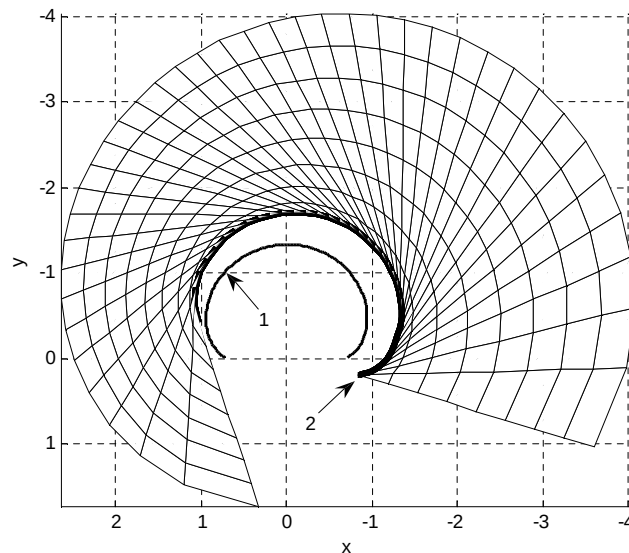


Рис. 2. Горизонтальна проекція торса, як обвідної поверхні множини положень площини, закріпленої жорстко в триграннику Френе напрямної кривої укосу (15)

Висновки. При знаходженні аналітичного опису торса, як обвідної поверхні однопараметричної множини площин, доцільно спочатку знайти параметричні рівняння торсової поверхні у системі супровідного тригранника. Якщо задати напрямну криву параметричними рівняннями у функціях її довжини дуги, то застосування формул Серре-Френе спрощує шуканий аналітичний опис торса.

Список літератури:

1. Якубовский А.М. Некоторые вопросы конструирования поверхностей с помощью трёхгранника Френе / А.М. Якубовский // Труды Университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы. – М., 1967. – Т. XXVI. – Математика. – № 3. – Прикладная геометрия. – С. 23–32.
2. Пилипака С.Ф. Конструювання лінійчатих поверхонь загального виду в системі супровідного тригранника напрямної просторової кривої / С.Ф. Пилипака, М.М. Муквич // Праці ТДАТА. – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – № 4. – Прикл. геометрія та інж. граф. – Том 35. – С. 10–18.
3. Пилипака С.Ф. Торс, як обвідна поверхня множини положень площини, закріпленої в системі супровідного тригранника плоскої кривої / С.Ф. Пилипака, М.М. Муквич // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – № 4. – Прикл. геометрія та інж. граф. – Том 41. – С. 26–35.
4. Милинский В.И. Дифференциальная геометрия / Милинский В.И. – Л.: Кубуч, 1934. – 332 с.
5. Пилипака С.Ф. Дослідження розгортних та супутніх поверхонь, утворених однопараметричними сім'ями площин / С.Ф. Пилипака, Т.А. Кресан // Науковий вісник НУБіП України. – К.: НУБіП України, 2010. – Ч. 1. – С. 232–241.

Аннотация. Аналитическое описание и визуализацию торса, как обводящей поверхности множества положений плоскости, осуществлено в системе сопровождающего трёхгранника пространственной направляющей кривой, заданной зависимостями в функции её длины дуги.

Ключевые слова: сопровождающий трёхгранник Френе, направляющая кривая, кривизна пространственной кривой.

Summary. The analytical description of a reamed surface, as an enveloping surface of assemblage of rules of the plane, is carried out in the system of accompanying three-edge of the space sending of curve, set dependences in the function of its length of arc.

Keywords: accompanying three-edge of Frenet, guide curve, curvature of the space curve.

©М.М. Муквич, 2015

УДК 681.3

Ромасевич Ю.О.,
доцент каф. автоматизації сільського господарства
ВП НУБіП України «НАТІ»,
м. Ніжин, Україна

СИНТЕЗ НЕКЛАСИЧНОГО РЕГУЛЯТОРА

Анотація. Наведено опис системи fuzzy-регулювання. Складено базу правил для нечіткого (fuzzy) ПІ-регулятора. Запропоновано метод налаштування fuzzy-регулятора, який дозволяє зменшити вимоги до його апаратної та програмної частин та підвищити швидкодію.

Ключові слова: fuzzy-регулятор, база правил, апроксимація, алгоритм Мамдані, терм, функція приналежності.

Постановка проблеми. Одним із найпоширеніших регуляторів, який використовується у сучасних мехатронних системах, є нечіткий або fuzzy-регулятор [1]. Використання fuzzy-регулятора виправдане у тих випадках, коли відсутня математична модель об'єкта регулювання або коли наявний емпіричний матеріал (база експертних знань), який дозволяє ефективно регулювати динаміку системи.

Однією з проблем, яка стоїть перед розробником fuzzy-регулятора, є вибір апаратного та програмного забезпечення, на базі якого буде функціонувати регулятор. При цьому необхідно враховувати вимоги щодо швидкодії цифрового обладнання (мікроконтролера) та об'єму його пам'яті. Це впливає з того, що при виконанні розрахунку вихідного сигналу fuzzy-регулятора, мікроконтролер повинен виконувати значну кількість логічних та арифметичних операцій. Зниження кількості розрахунків, які виконує мікроконтролер під час процесу регулювання, послаблює вимоги до апаратного та програмного забезпечення нечіткого регулятора. Це дозволяє зменшити капітальні витрати на розробку регулятора.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасній науково-технічній літературі [2-5] досить детально висвітлені питання синтезу fuzzy-регуляторів. Всі fuzzy-регулятори працюють за класичною схемою „фазифікація – логічний висновок – дефазифікація”. Основним алгоритмом, який використовується у даній схемі, є алгоритм запропонований Мамдані [6].

Для задач моделювання та розробки нечітких регуляторів використовуються комп'ютерні програми MATLAB/Simulink [7], Mathematica/FuzzyLogic [8], FuzzyTECH [9] та інші. Широке використання пакетів розширення математичних програмних продуктів, в яких виконуються нечіткі обчислення, вказує на те, що вони необхідні інженерам-проектантам нечітких систем регулювання.

Мета дослідження. Метою даної роботи є розробка методу налаштування fuzzy-регулятора, який забезпечує підвищення ефективності його роботи. Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання: 1) описати методику синтезу fuzzy-регулятора за допомогою відомих методів; 2) побудувати fuzzy-ПІ-регулятор на основі складеної бази знань; 3) дати опис методу визначення апроксимаційної функції вихідної змінної fuzzy-регулятора.

Виклад основного матеріалу. Реалізація алгоритму fuzzy-регулювання в мехатронних системах покладається на fuzzy-регулятор. Система fuzzy-регулювання складається із чотирьох блоків, що виконують послідовно (в три етапи) процедуру

формування алгоритму регулювання як функції вихідної змінної u від вхідних змінних $x_0, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ (рис. 1).

Блок фазифікації (Ff) перетворює вхідні фізичні змінні ($x_0, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) у терми A_i лінгвістичних змінних і виділяє для кожного моменту часу (для кожного часового такту) значення функції приналежності $\mu_i(x_i)$ для активізованих правил. Блок логічного висновку (Inf) відповідно до правил, закладених попередньо експертом в блок бази знань, визначає терми B_j вихідних лінгвістичних змінних й привласнює їм, згідно із принципами fuzzy-логіки, значення функцій приналежності $\mu_j(u_j)$.

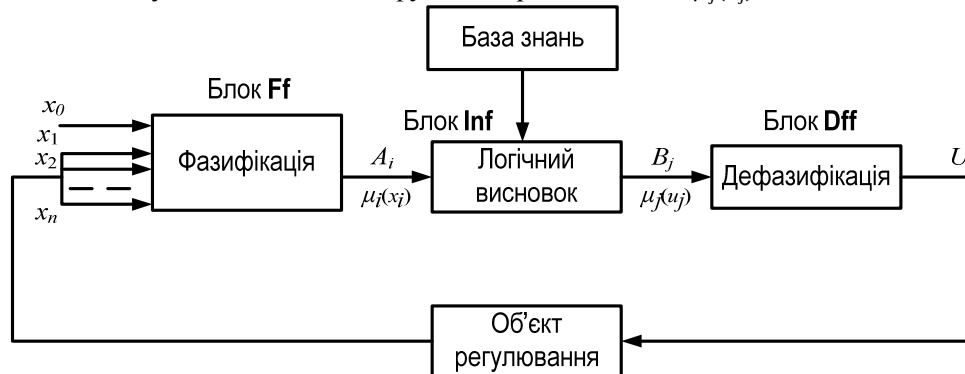


Рис. 1. Блочна структура системи fuzzy-регулювання

Основу алгоритму fuzzy-регулювання становить масив правил, який знаходиться в блоці бази знань. Правила складаються експертом на підставі його розуміння завдання регулювання. Додатково до масиву правил у склад алгоритму входять функції приналежності, що визначають кількісний взаємозв'язок фізичних змінних з лінгвістичними, тобто з термами. До форми функцій приналежності пред'являються мінімальні вимоги в силу наближеного принципу регулювання на основі fuzzy-логіки. Число функцій приналежності, що припадають на кожну фізичну змінну, вибирають із міркувань якості регулювання. Наявний досвід побудови систем з fuzzy-регулюванням показав, що трьох-п'яти функцій приналежності для кожної вхідної змінної і п'яти-семи функцій приналежності для вихідної змінної виявляється досить для прийнятної якості регулювання. Розглянемо приклад ПІ-регулятора, який реалізований на базі fuzzy-логіки. Для цього розглянемо вхідні змінні: похибку параметра регулювання e , та її інтеграл $\int edt$ (у подальшому викладі матеріалу використано позначення $\int edt = \gamma$). При синтезі класичного ПІ-регулятора вихідний сигнал (вихідна змінна) визначається за наступним виразом:

$$u = k_p e + k_I \gamma, \quad (1)$$

де k_p та k_I – пропорційний та інтегральний вагові коефіцієнти відповідно, які показують важливість відповідної складової.

Проведемо фазифікацію вхідних та вихідної змінних. Для цього приймемо, що вхідні змінні fuzzy-регулятора мають по п'ять термів, а вихідна змінна – сім термів. Позначимо їх так: $NB_e, NS_e, Z_e, PS_e, PB_e$ – терми для змінної e ; $NB_\gamma, NS_\gamma, Z_\gamma, PS_\gamma, PB_\gamma$ – терми для змінної γ ; $NB_u, NM_u, NS_u, Z_u, PS_u, PM_u, PB_u$ – терми для вихідної змінної u . Не будемо наводити опис цих функцій приналежності, а лише побудуємо їх графіки (рис. 2). При побудові графіків на рис. 2 прийнято, що Л-подібні функції приналежності до термів вхідних та вихідної змінної змінюються у межах від -1 до 1. Z- та S-подібні функції приналежностей змінних за межами діапазону $[-1; 1]$ є постійними.

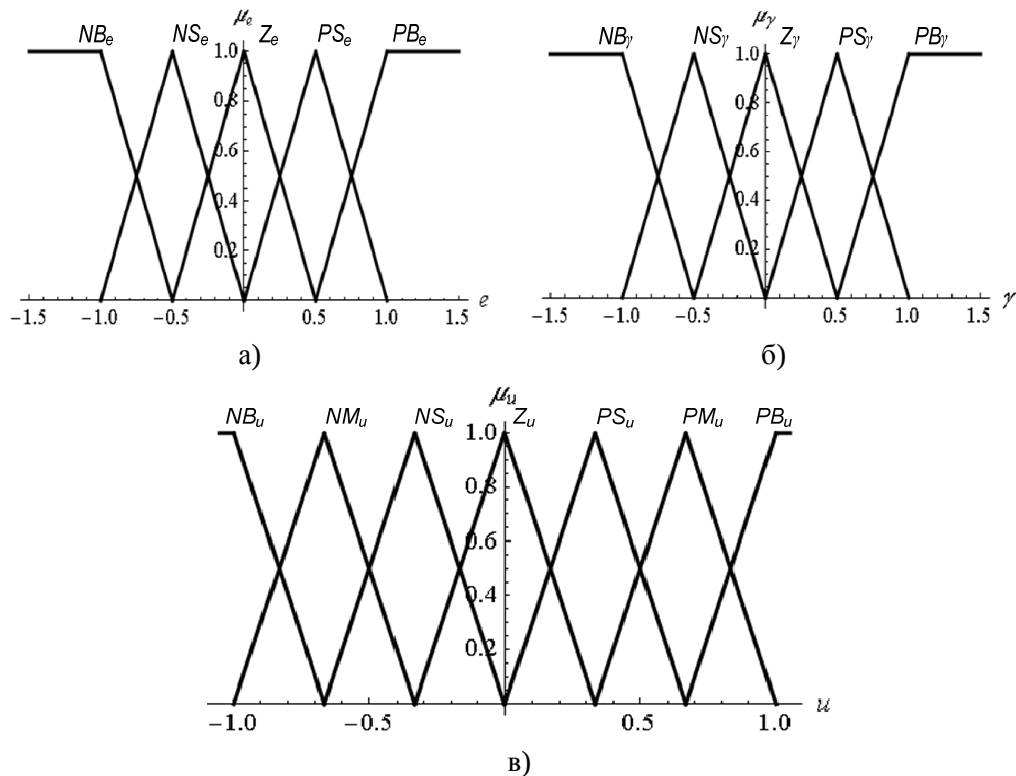


Рис. 2. Графіки функцій приналежності до: а) вхідної змінної e ; б) вхідної змінної γ ; в) вихідної змінної u

Наступний етап у процесі синтезу fuzzy-ПІ-регулятора – складання бази правил. Будемо використовувати правила, які подібні до тих, за якими працює класичний ПІ-регулятор. Всі правила представимо у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1. База лінгвістичних правил роботи fuzzy-ПІ-регулятора

$e \backslash \gamma$	NB_e	NS_e	Z_e	PS_e	PB_e
NB_γ	PB_u	PB_u	PM_u	PS_u	Z_u
NS_γ	PB_u	PM_u	PS_u	Z_u	NS_u
Z_γ	PM_u	PS_u	Z_u	NS_u	NM_u
PS_γ	PS_u	Z_u	NS_u	NM_u	NB_u
PB_γ	Z_u	NS_u	NM_u	NB_u	NB_u

Для розрахунку вихідної змінної використаємо алгоритм Мамдані [6]. Отримаємо, що вихідна змінна u є складною функцією вхідних змінних e та γ , а також функцій приналежності до термів вхідних та вихідної змінної.

При обчисленні вихідної змінної згідно алгоритму Мамдані необхідно:

- 1) встановити правила, які активізуються при поточних значеннях вхідних змінних;
- 2) визначити значення функцій приналежності до термів вхідних змінних для поточних значень e та γ ;
- 3) виконати операцію логічної диз'юнкції функцій приналежності для кожного активізованого правила;
- 4) виконати операцію кон'юнкції функцій приналежності для активізованих правил;
- 5) виконати дефазифікацію тобто знайти

чисельне значення вихідної змінної за допомогою методу центра ваги. Отже, при виконанні розрахунку вихідної змінної програмна частина fuzzy-регулятора повинна виконувати логічні та арифметичні операції.

Однак, цього можна уникнути, якщо при налаштуванні fuzzy-регулятора визначити функцію вихідної змінної. Ця функція визначається лише після того, як буде встановлено, що прийняті налаштування fuzzy-регулятора забезпечують бажану якість процесу регулювання. Під налаштуваннями fuzzy-регулятора розуміється: кількість термів вхідних та вихідної змінних; функції приналежності до термів; база правил; метод визначення вихідної змінної [7].

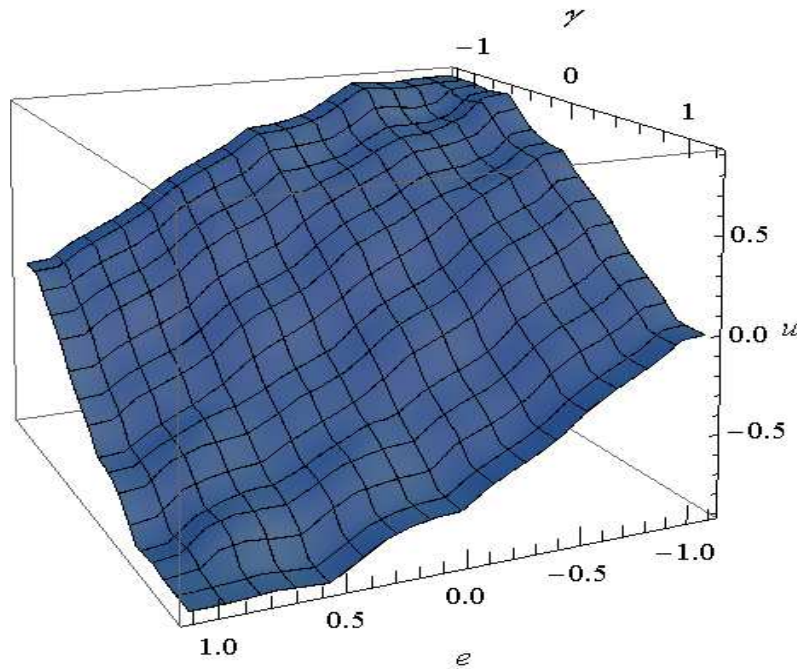


Рис. 3. Графік функції вихідної змінної u

Для визначення функції вихідної змінної необхідно виконати дискретизацію задачі регулювання, тобто використати у розрахунках лише дискретні значення вхідних змінних, які розташовані на відстані своїх кроків Δe та $\Delta \gamma$: для змінних e та γ відповідно. Чим менші кроки Δe та $\Delta \gamma$ прийняті у розрахунках, тим точніше буде знайдена функція вихідної змінної. Надалі для дискретних значень вхідних змінних виконується розрахунок вихідної змінної за алгоритмом Мамдані. Таким чином, формується багатомірний масив даних, в якому дискретним значенням вхідних змінних відповідає дискретне значення вихідної змінної. На рис. 3 показано поверхню, яка включає точки з розрахованими координатами. Графік на рис. 3 побудований при $\Delta e=20$ та $\Delta \gamma=20$. Для зменшення об'єму пам'яті мікроконтролерного пристрою або для зменшення кількості розрахунків, які він виконує у процесі регулювання, при налаштуванні fuzzy-регулятора може бути виконана апроксимація багатомірного масиву поліномом з n аргументами. Дійсно, отриманий багатомірний масив даних представляє собою деяку табульовану функцію. „Відновлення” або „оцінка” цієї функції може бути виконана, наприклад, методом найменших квадратів.

Висновки. Таким чином, основна ідея запропонованого методу синтезу fuzzy-регулятора полягає у тому, що кількість розрахунків у процесі регулювання

зменшується, за рахунок використання апроксимаційної функції вихідної змінної або багатомірного масиву. Ціною збільшення передексплуатаційних налаштувань fuzzy-регулятора вирішується задача підвищення його швидкодії та зменшення вимог до апаратної та програмної частин.

Список літератури

1. Деменков Н.П. Нечеткое управление в технических системах / Н.П. Деменков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 200 с.
2. Васильев В.И. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика / В.И. Васильев, Б.Г. Ильясов. – М.: Радиотехника, 2009. – 392 с.
3. Ульянов С.В. Интеллектуальное робастное управление: технологии мягких вычислений / С.В. Ульянов, Л.В. Литвинцева, В.Н. Добрынин, А.А. Мишин – М.: ВНИИГеосистем, 2011. – 406 с.
4. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления / В.И. Гостев – Киев: Радиоіатор, 2008. – 972 с.
5. Усков А.А. Интеллектуальные системы управления на основе методов нечеткой логики / А.А. Усков, В.В. Круглов. – Смоленск: Смоленская городская типография, 2003. – 177 с.
6. Зак Ю.А. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных: Fuzzy-технологии / Ю.А. Зак. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 352 с.
7. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ. Петербург, 2005. – 736 с.
8. Дьяконов В. Simulink 4. Специальный справочник / В. Дьяконов – СПб.: Питер, 2002. – 528 с.
9. <http://www.wolfram.com/products/applications/fuzzylogic/> [Електронний ресурс] – Назва з екрану.
10. <http://www.fuzzytech.com> [Електронний ресурс] – Назва з екрану.

Аннотация. Приведено описание системы fuzzy-регулирования. Составлена база правил для (fuzzy) ПИ-регулятора. Предложен метод настройки fuzzy-регулятора, который позволяет уменьшить требования к его аппаратной и программной частям и повысить быстродействие.

Ключевые слова: fuzzy-регулятор, база правил, аппроксимация, алгоритм Мамдани, терм, функция принадлежности.

Summary. The description of fuzzy-system regulation has stated. The base rules for (fuzzy) PI-regulator has designed. The method for fuzzy-controller setting has proposed. It allows to decrease the objectives for its hardware and software and to increase the speed of fuzzy-controller.

Key words: fuzzy-controller, base of rules, approximation, Mamdani's algorithm, term, membership function.

Сушко Ю.Р., студент групи АН-131
відділення технічно-енергетичних систем відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
«Ніжинський агротехнічний коледж»

Науковий керівник **М.Г. Новіков**,
викладач - методист відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
«Ніжинський агротехнічний коледж»

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ФРН

У даній доповіді розглянуті перспективи розвитку атомної енергетики в ФРН

Ядерна енергетика, атомна електростанція

ВСТУП

Ядерна енергетика Німеччини виробляє близько 28% електроенергії в країні, при цьому зі спожитої електроенергії на ядерну енергію припадає 23% (станом на 2010 рік). Німецька ядерна енергетика бере початок з дослідних реакторів 1950-х та 1960-х років. Перша комерційна станція була підключена до мережі в 1969 році. Останні десятиліття в Німеччині активно точаться дебати про строки згортання цієї технології виробництва електроенергії. Особливе загострення обговорень цієї теми відбулося на початку 2007 року внаслідок політичного впливу російсько-білоруських енергетичних конфліктів, а також в 2011 році після аварії на першій Фукусімській АЕС. 6 червня 2011 року Федеральний уряд Німеччини вирішив залишити 9 енергоблоків вісьмох атомних електростанцій та поступово до кінця 2022 року повністю відмовитися від виробництва ядерної енергії. 30 червня 2011 року відповідний закон було прийнято Бундестагом.^[5]

ІСТОРІЯ

В період з 1957 по 2004 роки в Німеччині було запущено близько 110 ядерних установок. При цьому необхідно відрізнити ядерні реактори для отримання електроенергії та дослідницькими реакторами. Першим ядерним реактором став Мюнхенський дослідницький реактор в 1957 році в Гархінгу біля Мюнхена. Першою атомною електростанцією стала Кальська АЕС, яка була підключена до електромережі в 1961 році. Останнім комерційним ядерним реактором уведеним в дію став блок № 5 Грайфсвальдської АЕС. Дрезденський навчальний ядерний реактор став на сьогодні останнім дослідницьким реактором; він отримав дозвіл на експлуатацію в 2004 році. До катастрофи в Японії, Німеччина виробляла близько чверті своєї електроенергії з ядерного палива, тобто приблизно таку ж частку як і США.

ЗАХІДНА НІМЕЧЧИНА

Як і в багатьох розвинених країнах, ядерна енергетика в Німеччині почалася розвиватися наприкінці 1950-х років. 1 січня 1960 року вступив в силу «Закон про мирне використання ядерної енергії та захист від її небезпек» (скорочено «Атомний закон»).

Після цього закон багато разів змінювався та розширювався. Лише декілька експериментальних ядерних реакторів було запущено до 1960 року. Експериментальна атомна електростанція в Карлштайні-на-Майні була запущена 13 листопада 1960 року, а підключена до електромережі в 17 червня 1961 року, тоді як регулярна комерційна експлуатація почалася з 1 лютого 1962 року. Всі німецькі АЕС, що були відкриті в період з 1960 по 1970 роки, мали потужність менше ніж 1 000 МВт і зараз всі вони закриті.

Був запланований закритий цикл ядерного палива, що мав розпочинатися в Саарланді та Шварцвальді; концентрація уранової руди, виробництво стержневих ТВЕЛів в Ханау; та переробка використаного палива на заводі з з переробки відпрацьованого ядерного палива в Ваккерсдорфі. Радіоактивні відходи повинні були зберігатися в глибокому геологічному захороненні, як частина довготермінового проекту по зберіганню ядерних відходів в Горлебені.

СХІДНА НІМЕЧЧИНА

Райнсберзька АЕС була першою (практично експериментальною) АЕС в Східній Німеччині. Вона мала малу потужність та працювала з 1966 по 1990 роки. Другою допущеною до експлуатації АЕС, стала Грайфсвальдська АЕС, що спочатку мала складатися з восьми радянських реакторів ВВЕР-440. Перші чотири були підключені до електромережі між 1973 та 1979 роками. Один був запущений в 1989 році на пробний термін,¹ інший був добудований, але ніколи не експлуатувався. Два останніх були недобудовані. Після об'єднання Німеччини всі АЕС Східної Німеччини були закриті через відмінності в стандартах безпеки. Штендальську АЕС, що будувалася на той момент, було вирішено не добудовувати

НІМЕЧЧИНА ПІСЛЯ ВОЗ'ЄДНАННЯ

Некарвестгаймська АЕС — планується бути закритою останньою

Внаслідок домовленості 14 червня 2000 року між федеральним урядом та підприємствами енергопостачання (так званий «Атомний консенсус») було:

- обмежено в часі використання наявних атомних електростанцій;
- заборонено спорудження нових АЕС.

Атомний консенсус не торкнувся досліджень в галузі ядерної технології. Договір консенсусу по ядерній енергії чітко встановив кількість електроенергії, що ще було дозволено виробити кожній з АЕС. В принципі, ці так звані залишкові кількості електроенергії можуть бути передані зі старших на новіші АЕС, але навпаки лише у виняткових випадках. Як тільки певна АЕС виробить відведену їй кількість електроенергії, вона повинна бути закрыта. Укладені домовленості були проведені через «Закон регульованого припинення використання ядерної енергії для промислового виробництва електроенергії» від 22 квітня 2002 року.^[12]

Прийнята внаслідок цього відмова від використання ядерної енергії передбачала, що 19 енергоблоків, які працювали на той час, мали бути до 2021 року закриті. До 2006 року дві електростанції (Штаде та Обріггаймська) вже були закриті. Другий енергоблок Некарвестгаймської АЕС повинен бути закритим останнім. До березня 2011 року були в

комерційній експлуатації 17 енергоблоків (12 АЕС), а також експлуатувалися 8 дослідницьких реакторів, з яких 5 — навчальні.^[13]

З 2009 року «чорно-жовтий» федеральний уряд планував продовжити час експлуатації АЕС, а 29 вересня 2010 року це було вирішено на вже «червоно-зеленим» урядом. Передбачалося, що використання АЕС мало продовжитися ще на 12 років. 8 грудня 2010 року відповідний закон був підписаний Федеральним президентом Крістіаном Вульффом. Деякі землі, що керувалися партією СДП, заявили про намір подати позов в конституційний суд проти цього закону. 28 лютого 2011 року відповідний позов був поданий в федеральний конституційний суд федеральними землями Берлін, Бранденбург, Бремен, Північна Рейн-Вестфалія та Рейнланд-Пфальц.

Після аварії на першій Фукусімській АЕС федеральний уряд 14 березня 2011 року було постановлено про тимчасову (на три місяці) відміну продовження дії атомних електростанцій та відключення сімох найстаріших німецьких АЕС під час цього мораторію.^{[15][16]} Крюммельська АЕС до цього вже не експлуатувалася через проведення там технічних робіт. 6 червня 2011 року було прийнято на урядовому рівні рішення про відмову від виробництва ядерної енергії. На момент прийняття рішення, залишилося працювати 9 енергоблоків атомних електростанцій, які мають бути до кінця 2022 року поступово закриті. 30 червня 2011 року це рішення було підтримано в Бундестазі.

Список джерел

1. http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%9D%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%87%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B8
2. <http://www.webeconomy.ru/index.php?newsid=1473&page=cat&type=news>
3. <http://bukvar.su/geografija/40431-Atomnaya-energetika-mira.html>
4. <http://www.viche.info/journal/4387/>

У даній доповіді розглянуті перспективи розвитку атомної енергетики в ФРН

В данном докладе рассмотрены вопросы развития атомной энергетики в ФРГ

Problems of development of nuclear electric power in FRG are considered in this report.

Федоренко А.І., Котко А.О.,
студентки групи ОН-131
відділення економіки, логістики та інформаційних систем
відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
«Ніжинський агротехнічний коледж»

Науковий керівник **М.Г. Новіков** ,
викладач - методист відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
«Ніжинський агротехнічний коледж»

ВІТРОЕНЕРГЕТИКА ПОЛІССЯ

У даній доповіді розглянуті питання стану вітроенергетики в Україні.

Вітроенергетика Полісся, вітроенергетичний потенціал, вітер, вітроагрегати, енергія вітру.

Вітроенергетика — галузь відновлюваної енергетики, яка спеціалізується на використанні кінетичної енергії вітру. Енергія вітру вічно поновлювана й невичерпна, поки гріє Сонце.

Нині альтернативна енергетика з використанням нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) стає одним із базових напрямів розвитку технологій у світі, разом з інформаційними та нанотехнологіями вона є важливою складовою нового постіндустріального технологічного укладу.

Наявність невичерпної ресурсної бази та екологічна чистота НВДЕ є визначальними їх перевагами в умовах вичерпання ресурсів органічного палива та зростаючих темпів забруднення довкілля. Окрім того, їх не потрібно видобувати, купувати і транспортувати, позаяк вони є результатом дії сонячного випромінювання на фізичні, хімічні та біологічні процеси, що повсюдно відбуваються на Земній кулі, а з цього випливає їх практична невичерпність та поновлюваність. З іншого боку, проблеми ефективності використання традиційних джерел енергії в Україні стоять ще гостріше, ніж у світі чи країнах ЄС. Причинами цього є застарілі технології, вичерпання ресурсу використання основних фондів генерації електроенергії і тепла, що разом з низькою ефективністю призводить до значних обсягів шкідливих викидів. Значні втрати при транспортуванні, розподілі та застосуванні електроенергії і тепла, а також монопольна залежність від імпорту енергоносіїв ще більш ускладнюють ситуацію на енергетичних ринках країни.

Початок використання вітрового потенціалу в Україні

Процес будівництва української вітроенергетики розпочався у 1996 році, коли була зпроектована Новоазовська ВЕС проектною потужністю 50 МВт. 1997 рік—

запрацювала Трускавецька ВЕС. В 2000 році в Україні працювало вже 134 турбіни та закладено близько 100 фундаментів під турбіни потужністю 100 кВт. У 1998-1999 роках стали до ладу три нові ВЕС.

Значне, зростання будівництва вітроелектростанцій спостерігається з 2009 року, після запровадження Урядом України «Зеленого тарифу» (економічний механізм, спрямований на заохочення генерації електроенергії відновлюваною енергетикою).

На 2013 рік в Україні діють десятки вітроелектростанцій (ВЕС), оснащених як імпортними так й власними вітроагрегатами.

Україна здатна ефективно використовувати енергію вітру в окремих зонах при середньорічній швидкості вітру понад 4-5 м/с. За оцінками вчених Інституту електродинаміки й Інституту відновлюваної енергетики НАНУ, наша країна має значний потенціал в області відновлюваних джерел енергії.

У світі Україна займає 14 місце за встановленою потужністю вітроагрегатів.

Усі українські ВЕС (Донузлавська, Сакська, Новоазовська, Тарханкутська, Трускавецька) оснащуються ліцензійними вітроагрегатами, виготовленими Південним машинобудівним заводом, і перебувають на етапі будівництва.

Найвищим вітроенергетичним потенціалом відзначаються узбережжя Чорного та Азовського морів, Південний берег Криму, вершини Українських Карпат, Кримських гір, також область Донбасу.

За даними Міжгалузевого науково-технічного центру вітроенергетики Національної академії наук України, територія нашої країни має значні ресурси вітрової енергії, які оцінюються у 30 ТВт х год./рік.

На території України придатними для будівництва ВЕС вважаються площі до 7 тис. км², це - карпатський, приазовський, донецький, західнокримський, гірнокримський, керченський регіони, Харківська й Полтавської області. За розрахунками науковців, при максимальному використанні сили вітру в цих регіонах можна було б одержувати електроенергію в обсягах, які б надавали можливість забезпечити до 50% загального енергоспоживання країни.

Сьогодні в Україні побудовано 13 вітроелектростанцій: 10 в АР Крим (з яких працюють тільки 6), по одній ВЕС у Донецькій і Миколаївській областях, а також одна станція поблизу м. Трускавець у Карпатах.

Полісся

Поліська низовина характеризується невисоким вітровим потенціалом та нерівномірним його розподілом протягом року. Умови вітровикористання менш сприятливі, рекомендується розміщення тихохідних вітроенергоустанов, рентабельність яких підвищуватиметься у холодний період року. Україна має досить високий кліматичний потенціал вітрової енергії, який забезпечує продуктивну роботу не лише автономних вузлів живлення, але й потужних вітроелектростанцій. Зростає необхідність у виявленні найперспективніших місць використання вітрової енергії, базуючись на її кліматичному

потенціалі та показниках його можливої утилізації. Згідно з даними Global wind energy council близько 40% територій придатні до генерування енергії з вітру. В середньотерміновій перспективі можна розвинути потужності в близько 5,000 МВт енергії вітру, тобто 20-30% всього споживання електроенергії в країні.

При виборі будь-якої височини для розміщення ВЕУ її висота не є єдиним критерієм, котрий визначає доцільність будівництва. До додаткових вимог відносяться:

- відкритість місцевості. Для запобігання гальмуванню вітрового потоку височини повинні знаходитися на відстані не менш як 2-3 км;
- височини повинні бути в розрізі колоноподібної, конусоподібної форми;
- схили повинні бути пологими, з нахилом не більше 20°.

Сама ж Поліська низовина мало підходить до цих критеріїв, адже територія її рівнинна, найвища точка становить 316 м, місцевість заболочена.

Історичні дані

Люди здавна користуються енергією вітру, використовуючи в господарстві чи побуті. Є дані, які засвідчують це.

Вітряки на території Полісся:

- ♦ вітряк 1920-х рр. з с.Кримне, Старовижівський р-н, Волинська обл.
- ♦ вітряк кін.19 ст. з с.Лісове, Ніжинський р-н, Чернігівська обл.
- ♦ вітряк поч.20 ст. з с.Смолин, Чернігівський р-н, Чернігівська обл.
- ♦ вітряк 1911 р. з с.Ширяєве, Путивльський р-н, Сумська обл.
- ♦ вітряк поч.20 ст. з с.Юнаківка, Сумський р-н, Сумська обл.

Також збереглися деякі статистичні дані А. Шафонського про Чернігівське намісництво:

«А. Шафонський в 11 повітах намісництва нарахував близько двох з половиною тисяч вітряків, зокрема: у Чернігівському – 326, Городницькому – 118, Березнянському – 400, Борзнянському – 503, Ніжинському – 308, Лохвицькому – 399, Гадяцькому – 79, Зінківському – 115»

А також статистичні дані Г.Павловського: вітряк поч.20ст., с.Кононівка, Лубенський р-н, Полтавська обл. Подається в праці також детальний опис вітряка з місцевими назвами елементів з села Сваричівка Ічнянського району на Чернігівщині, де на час дослідження авторів були ще діючі вітряки.

Уже на початок XIX ст. у Ніжинському повіті нараховувалось 308 вітряків, з них у Ніжині – 15 (9 — в районі Магерок, 6 — в районах Мигалівки та Кручі).

Як і в кожній промисловості, в кожній галузі, так і у вітроенергетиці є свої переваги та недоліки.

Переваги вітроенергетики

Для довкілля:

- ❖ відновлювальне джерело енергії скорочує рівень викидів парникових та інших шкідливих газів і сприяє боротьбі зі зміною клімату.

Економічні:

- ❖ енергія вітру доступна в будь-якій країні й не залежить від коливання цін на викопне паливо запаси якого невинно скорочуються.;
- ❖ витрати на встановлення і обслуговування установок значно знизилися, в майбутньому вони будуть зменшуватися;
- ❖ значне падіння цін на енергію, що виробляється вітром, за економічними показниками вітроенергетичні станції можуть конкурувати з АЕС і ТЕС;

Перехід до ширшого використання енергії вітру є досить вдалим способом зменшити негативний вплив людської діяльності на навколишнє середовище, але тут є і свої недоліки.

Недоліки

З точки зору економіки:

- ❑ вітер дме майже завжди нерівномірно, що призводить до нестабільності в роботі установи та подання енергії;
- ❑ вітроагрегати — досить громіздкі споруди;
- ❑ великого числа вітроагрегатів вимагає значних капітальних витрат, які входять складовою частиною в ціну виробленої енергії.

З точки зору екології:

- ❑ системи вітроелектростанцій займають дуже великі площі;
- ❑ згубна дія інфразвукового випромінювання на навколишнє середовище;
- ❑ великі вітродвигуни можуть мішати прийому передач на відстані до 1,6 км;
- ❑ лопаті вітродвигунів можуть убити птахів, але важко передбачити, в яких масштабах це відбуватиметься.

Виходячи з даного дослідження, можна зробити такий висновок що загалом Україна має всі перспективи розвитку вітроенергетики, адже ми бачимо, що південні зони України мають достатню силу вітру для того, щоб розвивати цю галузь, але якщо взяти окремо Поліську зону, то тут слід звернути увагу на те, що сила вітру набагато менша, що зумовлено характерною для цієї зони геологічною будовою. Спостерігаємо також те, що в минулому столітті на Поліссі енергію вітру використовували ширше ніж на даний час,

але це можна пояснити тим, що мова йде про різні періоди часу, а також їх відмінність у потужності та глобальності, адже в минулому столітті вітряки та млини – це було більш примітивно, а от на даний момент вітрові установки доволі відрізняються від своїх попередників. Час не стоїть на місці, і сучасність, удосконаленість будь-чого, визначає стан розвитку країни. Зрозуміло те, що для розвитку цієї галузі потрібні певні для цього умови (це як і фінанси, і проекти, та щоб ми мали хоч якусь для цього базу оснащення); в Україні обладнання щодо цього дещо застаріле, дещо на стадії розвитку, не всі з побудованих станцій працюють. Отож, розвиток вітроенергетики на Полісся можливий, але не на високому рівні і не в широких масштабах

Список джерел

1. Баланчевадзе В. І., Барановський О. І. та ін; Під ред. А. Ф. Дьякова.
2. Енергетика сьогодні і завтра. - М.: Вища школа, 1990. - 344 с.
3. Шефтер Я.І. Використання енергії вітру 2 видання .., перероб, і доп. Вища.
4. Шейдлін А. Є. Нова енергетика. - М.: Наука, 1987. - 463 с.
5. Юдасин Л. С.. Енергетика: проблеми та надії. - М.: Просвещение, 1990. - 207с.
6. <http://www.bestreferat.ru/referat-202359.html>

В данном докладе рассмотрены вопросы состояния ветроэнергетики в Украине.

Problems of wind power in Ukraine are considered in this report.

УДК 62 - 83 : 621. 313. 333

Чуєнко Р.М.,

кандидат технічних наук,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПРЯМОГО ПУСКУ КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Досліджено перехідні процеси під час прямого пуску компенсованого асинхронного двигуна

Компенсований асинхронний двигун, прямий пуск, електромагнітний момент, частота обертання

Трифазний асинхронний двигун (АД), який складає основу електроприводу робочих машин, характеризується високими номінальними енергетичними показниками. Проте внаслідок технологічних похибок при виготовленні АД, недовантаження та важких умов експлуатації його реальні енергетичні показники погіршуються, що призводить до підвищених витрат електроенергії та зниження енергоефективності споживачів. Для покращання енергетичних характеристик АД пропонується застосувати внутрішню ємнісну компенсацію реактивної потужності (ВСКРП) [2].

Метою досліджень є визначення впливу ВСКРП на величину струмів обмотки статора та електромагнітний момент компенсованого асинхронного двигуна (КАД) під час його пуску.

Матеріали та методика досліджень. Реалізація внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності в АД може бути здійснена різними способами у залежності від прийнятої схеми та кількості паралельних віток обмотки статора базової машини [2]. Перший спосіб ВСКРП в АД полягає у тому, що за послідовного з'єднання напівобмоток фаз статора одна з них шунтується конденсатором електричної ємності (рис. 1, а).

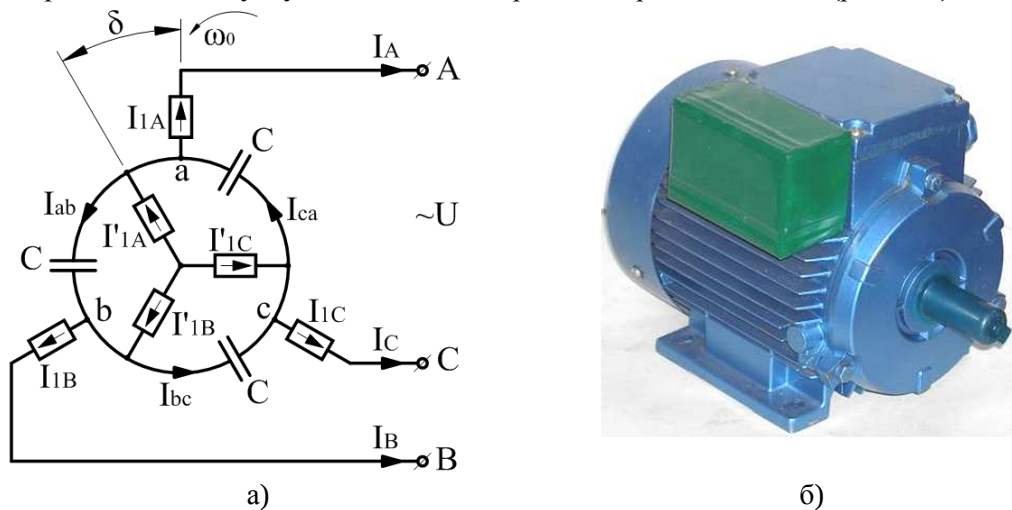


Рис. 1. Схема обмоток статора (а) та зовнішній вигляд (б) компенсованого асинхронного двигуна

Для математичного моделювання КАД із послідовним з'єднанням напівобмоток фаз статора обрано систему реальних фазових координат [96], яка дозволяє оперувати реальними струмами фаз статора, як і в неперетворених звичайних координатах, а також дає можливість звільнитися від періодичних коефіцієнтів у виразах для індуктивностей та взаємніндуктивностей в потокозчепленнях [1].

Система рівнянь електричної рівноваги обмотки ротора складена для загальмованого електродвигуна, інваріантного за магніторушійними силами реальному двигуну, який обертається. Правомірність такої заміни підтверджується дотриманням однієї з найважливіших умов електромеханічного перетворення енергії – взаємної нерухомості магніторушійних сил нерухомих частин машини, та тієї яка обертається, в силу рівності швидкостей їх переміщення у просторі [1, 3].

За основний розрахунковий елемент схеми приймаємо котушкову групу напівфази статора та відповідної їй фази ротора, вважаючи однаковими числа пазів, числа котушок і котушкових груп обмоток статора і ротора. Фаза обмотки статора складається з двох послідовно з'єднаних напівфаз, одна з яких шунтується ємністю. Ротор представлений шестифазним, що складається з двох короткозамкнених трифазних кіл, просторово зміщених одне відносно одного на кут δ (рис. 2).

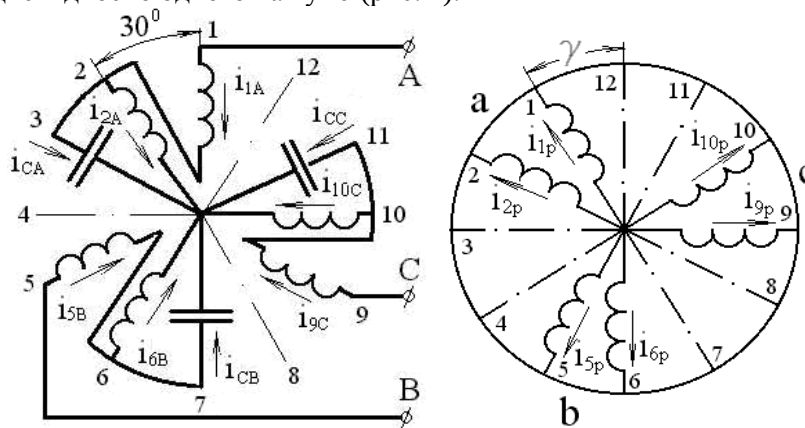


Рис. 2. Розрахункові електричні схеми обмоток статора і ротора асинхронного двигуна з внутрішньою ємнісною компенсацією

Повна система рівнянь електричної рівноваги кіл статора і ротора КАД складається з 12 рівнянь, містить 6 шуканих струмів напівобмоток статора, 6 шуканих струмів фаз ротора та 3 ємнісних струми, які визначаються різницею струмів напівфаз статора [4].

$$\begin{aligned}
 1) \quad u_A &= (i_{1A} + i_{2A})R_k + \frac{d\psi_A}{dt} = (i_{1A} + i_{2A})R_k + \left(L_k + \frac{3+\sqrt{3}}{2}M_k\right) \frac{d(i_{1A} + i_{2A})}{dt} - \\
 &\quad - \frac{\sqrt{3}}{2}M_k \frac{d(i_{6B} + i_{9C})}{dt} + 3M_k \frac{d(i'_{1p} + i'_{2p})}{dt}, \\
 2) \quad u_B &= (i_{5B} + i_{6B})R_k + \frac{d\psi_B}{dt} = (i_{5B} + i_{6B})R_k + \left(L_k + \frac{3+\sqrt{3}}{2}M_k\right) \frac{d(i_{5B} + i_{6B})}{dt} - \\
 &\quad - \frac{\sqrt{3}}{2}M_k \frac{d(i_{10C} + i_{1A})}{dt} + 3M_k \frac{d(i'_{5p} + i'_{6p})}{dt},
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad u_C &= (i_{9C} + i_{10C})R_k + \frac{d\psi_C}{dt} = (i_{9C} + i_{10C})R_k + (L_k + \frac{3+\sqrt{3}}{2}M_k) \frac{d(i_{9C} + i_{10C})}{dt} - \\
 &\quad - \frac{\sqrt{3}}{2}M_k \frac{d(i_{2A} + i_{5B})}{dt} + 3M_k \frac{d(i'_{9p} + i'_{10p})}{dt}, \\
 4) \quad u_{2A} &= \frac{1}{C} \int i_{CA} dt = i_{2A}R_k + \frac{d\psi_{2A}}{dt} = i_{2A}R_k + (L_k + \frac{3}{2}M_k) \frac{di_{2A}}{dt} + \\
 &\quad + \frac{\sqrt{3}}{2}M_k \frac{d(i_{1A} - i_{9C})}{dt} + 3M_k \frac{di'_{2p}}{dt} \\
 5) \quad u_{6B} &= \frac{1}{C} \int i_{CB} dt = i_{6B}R_k + \frac{d\psi_{2A}}{dt} = i_{6B}R_k + (L_k + \frac{3}{2}M_k) \frac{di_{6B}}{dt} + \\
 &\quad + \frac{\sqrt{3}}{2}M_k \frac{d(i_{5B} - i_{1A})}{dt} + 3M_k \frac{di'_{6p}}{dt} \\
 6) \quad u_{10C} &= \frac{1}{C} \int i_{CC} dt = i_{10C}R_k + \frac{d\psi_{10C}}{dt} = i_{10C}R_k + (L_k + \frac{3}{2}M_k) \frac{di_{10C}}{dt} + \\
 &\quad + \frac{\sqrt{3}}{2}M_k \frac{d(i_{9C} - i_{5B})}{dt} + 3M_k \frac{di'_{10p}}{dt} \\
 7) \quad 0 &= i'_{1p}R_{kp} + \frac{d\psi'_{1p}}{dt} + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(\psi'_{5p} - \psi'_{9p}) = i'_{1p}R_{kp} + (L_{kp} + 3M_k) \frac{di'_{1p}}{dt} + \frac{3}{2}M_k \frac{d(i_{1A} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{2A})}{dt} + \\
 &\quad + \frac{\omega}{\sqrt{3}} \left[(L_{kp} + 3M_k)(i'_{5p} - i'_{9p}) + \frac{3}{2}M_k(i_{5B} - i_{9C} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{6B} - \frac{\sqrt{3}}{2}i_{10C}) \right], \\
 8) \quad 0 &= i'_{2p}R_{kp} + \frac{d\psi'_{2p}}{dt} + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(\psi'_{6p} - \psi'_{10p}) = i'_{2p}R_{kp} + (L_{kp} + 3M_k) \frac{di'_{2p}}{dt} + \frac{3}{2}M_k \frac{d(i_{2A} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{1A})}{dt} + \\
 &\quad + \frac{\omega}{\sqrt{3}} \left[(L_{kp} + 3M_k)(i'_{6p} - i'_{10p}) + \frac{3}{2}M_k(i_{6B} - i_{10C} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{5B} - \frac{\sqrt{3}}{2}i_{9C}) \right], \\
 9) \quad 0 &= i'_{5p}R_{kp} + \frac{d\psi'_{5p}}{dt} + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(\psi'_{9p} - \psi'_{1p}) = i'_{5p}R_{kp} + (L_{kp} + 3M_k) \frac{di'_{5p}}{dt} + \frac{3}{2}M_k \frac{d(i_{5B} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{6B})}{dt} + \\
 &\quad + \frac{\omega}{\sqrt{3}} \left[(L_{kp} + 3M_k)(i'_{9p} - i'_{1p}) + \frac{3}{2}M_k(i_{10C} - i_{2A} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{9C} - \frac{\sqrt{3}}{2}i_{1A}) \right], \\
 10) \quad 0 &= i'_{6p}R_{kp} + \frac{d\psi'_{6p}}{dt} + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(\psi'_{10p} - \psi'_{2p}) = i'_{6p}R_{kp} + (L_{kp} + 3M_k) \frac{di'_{6p}}{dt} + \frac{3}{2}M_k \frac{d(i_{6B} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{5B})}{dt} + \\
 &\quad + \frac{\omega}{\sqrt{3}} \left[(L_{kp} + 3M_k)(i'_{10p} - i'_{2p}) + \frac{3}{2}M_k(i_{10C} - i_{2A} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{9C} - \frac{\sqrt{3}}{2}i_{1A}) \right], \\
 11) \quad 0 &= i'_{9p}R_{kp} + \frac{d\psi'_{9p}}{dt} + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(\psi'_{1p} - \psi'_{5p}) = i'_{9p}R_{kp} + (L_{kp} + 3M_k) \frac{di'_{9p}}{dt} + \frac{3}{2}M_k \frac{d(i_{9C} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{10C})}{dt} + \\
 &\quad + \frac{\omega}{\sqrt{3}} \left[(L_{kp} + 3M_k)(i'_{1p} - i'_{5p}) + \frac{3}{2}M_k(i_{1A} - i_{5B} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{2A} - \frac{\sqrt{3}}{2}i_{6B}) \right],
 \end{aligned}$$

$$12) \quad 0 = i'_{10p} R_{kp} + \frac{d\psi'_{10p}}{dt} + \frac{\omega}{\sqrt{3}} (\psi'_{2p} - \psi'_{6p}) = i'_{10p} R_{kp} + (L_{kp} + 3M_k) \frac{di'_{10p}}{dt} + \frac{3}{2} M_k \frac{d(i_{10C} + \frac{\sqrt{3}}{2} i_{9C})}{dt} + \frac{\omega}{\sqrt{3}} \left[(L_{kp} + 3M_k)(i'_{2p} - i'_{6p}) + \frac{3}{2} M_k (i_{2A} - i_{6B} + \frac{\sqrt{3}}{2} i_{1A} - \frac{\sqrt{3}}{2} i_{5B}) \right], \quad (3.18)$$

Для розрахунку динамічних електро механічних процесів КАД необхідно до системи рівнянь електричної рівноваги її кіл додати рівняння руху привода з розрахунком електромагнітного моменту машини

$$M_e = -\frac{3pM_k}{\sqrt{3}} [i_{1A}(i'_{5p} - i'_{9p}) + i_{2A}(i'_{6p} - i'_{10p}) + i_{5B}(i'_{9p} - i'_{1p}) + i_{6B}(i'_{10p} - i'_{2p}) + i_{9C}(i'_{1p} - i'_{5p}) + i_{10C}(i'_{2p} - i'_{6p})] \quad (2)$$

Розв'язок системи рівнянь (1), разом з рівнянням руху електроприводу

$$M_e = M_c + \frac{J}{p} \cdot \frac{d\omega}{dt} \quad (3)$$

дає можливість будувати динамічні характеристики двигуна та аналізувати електро механічні процеси в різних режимах роботи. В рівнянні (3.31) M_c – момент статичних опорів; J – момент інерції приводу.

За розробленою математичною моделлю (1-3) в обчислювальному комплексі MATLAB – SIMULINK була створена віртуальна модель для дослідження КАД (рис. 3). До складу моделі входять досліджуваній КАД (CAD), джерело змінної трифазної напруги (Voltage source), блок для задання механічного моменту на валу двигуна (Load Mechanical Torque), універсальний блок вимірювання параметрів двигуна та осцилографи для спостереження миттєвих струмів статора і ротора, а також швидкості і моменту КАД.

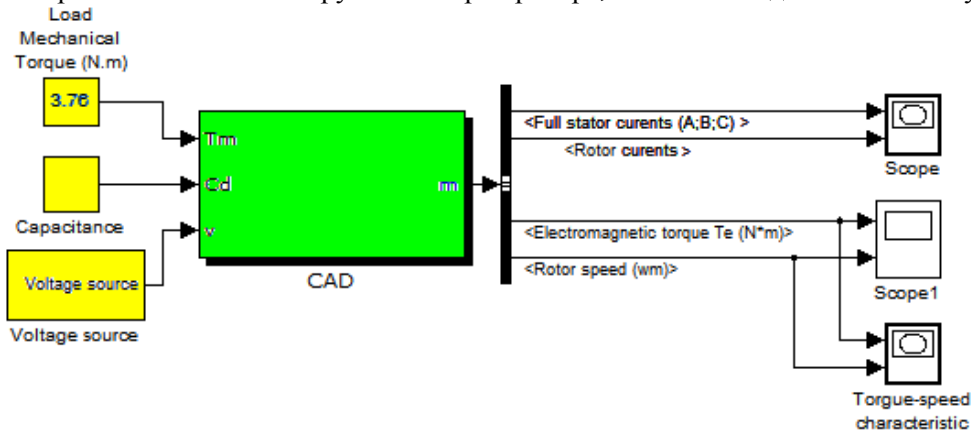


Рис. 3. Віртуальна модель для дослідження перехідних процесів в КАД

Результати досліджень. Характер розрахункових осцилограм пуску КАД, виконаного на базі АД 4А71В2 (рис. 4) відповідає фізичним уявленням щодо динаміки пуску двигуна. Зокрема спостерігаються коливання струму статора, які після завершення

розгону ротора закінчуються протіканням номінального струму. Спостерігаються також коливання електромагнітного моменту і частоти обертання ротора (рис. 5). Оскільки розглядається пуск КАД за номінального моменту опору на валу ($T_m = 3,76$ Нм), то після завершення розгону електромагнітний момент також дорівнює номінальному.

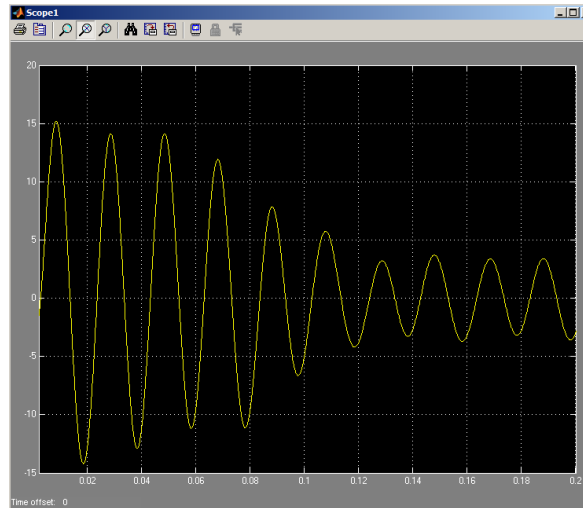


Рис. 4. Осцилограма струму статора КАД

Амплітуда пускового (ударного) струму КАД (рис. 4) складає 15,2 А, а пускового (ударного) моменту (рис. 5, а) – 13 Нм. Час розгону до номінальної швидкості при заданому моменті інерції ротора (рис. 5, б) дорівнює 0,15 с.

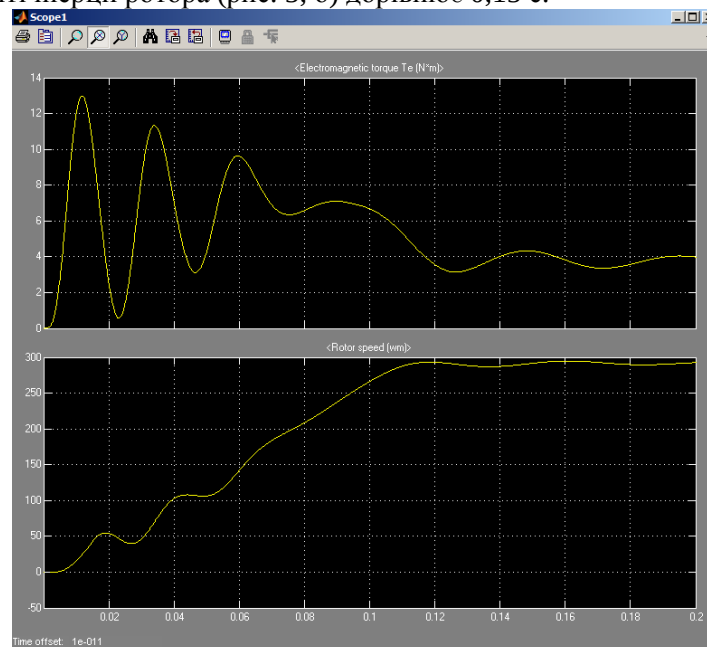


Рис. 5. Осцилограми електромагнітного моменту та частоти обертання КАД

ЧУЄНКО Р.М.
ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПРЯМОГО ПУСКУ
КОМПЕНСОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Відношення амплітуди пускового струму до номінального, знайдене за осцилограмою, складає $I_{1max}/I_{1y} = 15,2 / 3,4 = 4,47$, а пускового моменту $M_{max}/M_y = 13 / 3,76 = 3,45$. Наведені результати практично збігаються із розрахунковими значеннями даних відношень для струмів $I_{1max}/I_{1y} = 16,1 / 3,7 = 4,35$ та моментів $M_{max}/M_y = 12,8 / 3,54 = 3,61$.

Висновки

Виконання КАД за послідовного з'єднання напівобмоток фаз статора одна з них шунтується конденсатором електричної ємності, не призводить до недопустимого збільшення пускового струму та електромагнітного моменту, величини яких призводили б до зменшення експлуатаційного ресурсу КАД у порівнянні з аналогічним серійним АД.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Копылов И.П. Электрические машины / Копылов И.П. – М.: Высшая школа, 2002. – 607 с.
2. Мишин В.И. Эффект внутренней емкостной компенсации реактивной мощности в асинхронных двигателях / Мишин В.И., Чуенко Р.Н., Гаврилюк В.В // Электротехника. – 2009. №8. – С. 30 – 36.
3. Сипайлов Г.А. Математическое моделирование электрических машин / Сипайлов Г.А., Лоос А.В. – М.: Высшая школа, 1980. – 176 с.
4. Методика розрахунку характеристик компенсованого асинхронного двигуна у несиметричних режимах / Чуєнко Р.М., Гаврилюк В.В // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2011. – Вип. 166. – С. 261 -268.

Исследованы переходные процессы во время прямого пуска компенсированного асинхронного двигателя

Компенсированный асинхронный двигатель, прямой пуск, электромагнитный момент, частота вращения

There were researched transients during direct start-up of the compensated induction motor.

Compensated induction motor, direct star-up, electromagnetic torque, rotation frequency

© Чуєнко Р.М., 2015

УДК 662.767.2

Шаман А.В., викладач
Глухівський агротехнічний інститут імені С.А. Ковпака СНАУ

БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

Стаття присвячена дослідженню енергозбереження, що розглядається як одна з найбільш актуальних проблем розвитку усього комплексу народного господарства взагалі та енергетики зокрема. Визначення поняття відновлювальної енергетики, аналіз державного регулювання біоенергетики в США, країнах Європи та Україні. Опис найбільш перспективних шляхів розвитку біоенергетичних джерел та технологій їх використання. У висновках наголошується на необхідності використання гігантських потенційних можливостей підвищення енергоефективності в Україні, що потребує удосконалення нормативно-правової бази і розробки господарських механізмів її реалізації.

Ключові слова: *паливно-енергетичні ресурси, енергозбереження, енергоефективність, енергозберігаючі технології, біоенергетика.*

Постановка проблеми: Підвищення енергоефективності національної економіки потребує, зокрема, значних витрат на технічне переозброєння виробництва. Оцінки, які враховують реальні можливості економіки забезпечити ці витрати, показують, що лише за умови своєчасної реалізації заходів з енергозбереження можливе досягнення показників енергоємності ВВП, властивих нині розвиненим країнам. Важлива роль фінансових ресурсів у діяльності будь-якої компанії створює передумови для конкурентоздатності підприємства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій: показав, що з метою запровадження та стимулювання нових видів палива необхідна державна програма наукових розробок виробництва біопалива з альтернативних джерел сировини, пільгова підтримка кредитних ресурсів та послідовна інвестиційна політика держави щодо створення фінансових фондів з метою сприяння науковим дослідженням у галузі альтернативних культур.

Мета статті: стало розгляд перспективи розвитку ринку біоенергетичних технологій в Україні.

Виклад основного матеріалу: Стрімке зростання цін на традиційні паливно-енергетичні ресурси негативно впливає на соціально-економічний розвиток регіонів України, рівень життя населення та національну безпеку. Загострення проблеми подолання дефіциту енергоносіїв потребує пошуку альтернативних паливно-енергетичних ресурсів, а саме: сонячної, вітрової, гідравлічної, геотермальної енергії, біомаси, твердих побутових відходів, низько потенціального тепла повітря, землі, води.

Освоєння нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії(НВДЕ) слід розглядати як важливий фактор підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на довкілля. Технічно досяжний річний енергетичний потенціал НВДЕ України в перерахунку на умовне паливо становить біля 79 млн т у.п. [3]

Перспективним напрямком розвитку НВДЕ в Україні є: біоенергетика, видобуток та утилізація шахтного метану, використання вторинних енергетичних ресурсів, освоєння гідропотенціалу малих річок України.

ШАМАН А.В.
БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО
ВИКОРИСТАННЯ

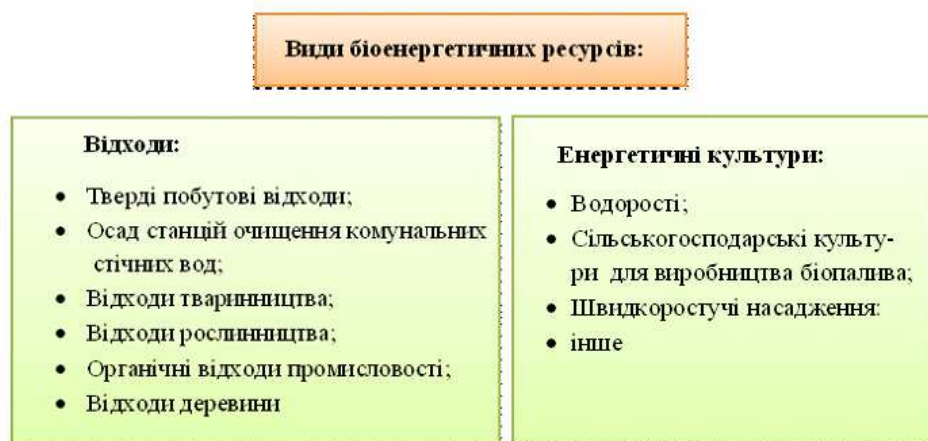


Рис.1. Види енергетичних ресурсів

Найбільш швидкими темпами здатна розвиватися біоенергетика. Україна має великий потенціал в галузі біоенергетики. Очікується, що енергетичне використання всіх видів біомаси здатне забезпечити щорічно заміщення 9.2 млн. т у.п. викопних палив на рівні 2030 року, у т.ч. за рахунок енергетичного використання залишок сільськогосподарських культур, зокрема соломи-2.9 млн т у.п., дров та відходів деревини-1.6 млн т у.п., одержання та використання біогазу- 1.3 млн. т у.п., виробництво паливного етанолу та біодизеля- 1.8 млн т у.п. Загальний обсяг інвестицій у розвиток біоенергетики складе до 2030 року близько 12 млрд грн. [3]

Розглянемо приклад розрахунку біогазової установки.



Рис. 2. Технологічна схема отримання біогазу від тваринницької ферми.

Продуктивність біогазової установки визначається за формулою:

$$V_{\phi} = B_{ек} \cdot a \cdot \vartheta \cdot K, \quad (1)$$

де a – кількість органічних речовин, %;

ϑ – вихід біогазу на 1 кг органічної речовини (ОР). Орієнтовні значення ϑ для великої рогатої худоби (ВРХ) – 0,24...0,3 м³/кг; для свиней 0,4...0,45 м³/кг; для птиці – 0,6 м³/кг; [4]

K – коефіцієнт бродіння (0,4 – 0,3);

$B_{ек}$ – кількість екскрементів за добу.

Кількість екскрементів за добу визначається за умови

$$B_{ек} = n_1 b_1 + n_2 b_2, \quad (2)$$

де n_1, n_2 – кількість тварин різного виду;

b_1, b_2 – питомий вихід екскрементів на одну тварину різного виду.

Для розрахунку добового виходу біогазу використовують універсальне співвідношення, котре враховує тип біомаси і операційні характеристики біогазового реактора: [4]

$$V_{\phi} = \frac{(\vartheta_{\phi} \cdot K_{оп.р})}{\tau} \cdot \left(1 - \frac{K}{(\tau \cdot \omega_{\max} - 1 + K)} \right), \quad (3)$$

де V_{ϕ} – добовий вихід метану CH₄ (м³ за добу з 1 м³ реактора);

ϑ_{ϕ} – граничний вихід метану за добу (м³ за добу з 1 кг ОР), що становить для гною ВРХ 0,2 ± 0,05, а для свинячого гною 0,5 ± 0,05;

$K_{оп.р}$ – концентрація ОР на виході, кг/м³;

τ – час повного обміну рідини в реакторі, діб;

K – кінематичний коефіцієнт:

- для гною ВРХ $K = 0,8 + 0,001e^{0,06S}$,

- для свинячого гною $K = 0,5 + 0,0043e^{0,091S}$;

$\omega_{\max}$ – максимальна швидкість росту мікроорганізмів, доба⁻¹, яка залежить від температури бродіння T_{ϕ} : $\omega_{\max} = 0,013 \cdot T_{\phi} - 0,129$.

Об'єм біогазової установки:

$$V_{\phi} = \tau \cdot V_p \cdot K_3, \quad (4)$$

де V_p – об'єм рідкої маси екскрементів, подають в установку за добу;

K_3 – коефіцієнт, який враховує поправку на об'єм біогазу.

Рівняння теплового балансу біогазової установки:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad (5)$$

де Q – кількість тепла з виробленого біогазу протягом доби:

$$Q = V_{\phi} \cdot Q_n^C, \quad (6)$$

де V_{ϕ} – кількість біогазу, який утворюється протягом доби; Q_n^C – теплотворна здатність біогазу, кДж/м³;

Q_1 – кількість теплоти, яка необхідна для підігрівання органічних речовин в об'ємі добової продуктивності установки:

$$Q_1 = B_{ек} \cdot C_p \cdot \Delta t(t_k - t_n), \text{ мДж/добу}, \quad (7)$$

де Q_2 – втрати теплоти через поверхню реактора;

ШАМАН А.В.
БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО
ВИКОРИСТАННЯ

Q_3 – кількість теплоти, яка еквівалентна спожитій електричній енергії;

Q_4 – кількість теплоти, яка еквівалентна енергії, затраченій на перемішування органічних речовин в метантенку. [4]

Висновки: Розвиток виробництва біопалива можливий шляхом розроблення та виконання Державної цільової науково-технічної програми розвитку виробництва та використання біоенергетичних видів палива, яка покликана розв'язувати завдання у комплексі з іншими проблемами, зокрема з виробництвом і використанням біогазу (розпорядження Кабінету Міністрів України №276 від 12.02 2009р.) Розробляється ряд нормативних документів щодо виробництва та використання дизельного біопалива, які розв'яжуть ряд енергетичних проблем.

Використання біогазових установок дозволяє отримати ефект від переробки відходів тваринницьких ферм, при урахування екологічного і соціального факторів. Біоетанол може бути використаний в суміші з мінеральним паливом: бензином – як правило для існуючих на Україні типів двигунів за умови їх модернізації. Перспективним можна вважати застосування методу піролізу, який дозволяє розщеплювати будь-які складні органічні сполуки, та використання газогенераторних установок на основі піролізу деревини як альтернативи пального для двигунів внутрішнього згорання, що стає актуальним в умовах енергетичної кризи.

Власна стратегія розвитку ринку біологічних видів палива з використанням досвіду країн Європи, Бразилії, США та врахуванням інтересу всіх сторін при виробництві біологічного пального дозволить постачати на світові ринки не тільки сировину, а й стати важливим постачальником готової продукції.

Список літератури

1. Закон України «Про енергозбереження» Постанова ВР N [75/94-ВР](#) від 01.07.94, ВВР, 1994, N 30, ст.284
2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України <http://saee.gov.ua/>
3. В. Ладика, М. Курило, В. Жмайлов Біоенергетичний потенціал України.
4. Федорченко Б. С. Стан та перспективи розвитку біоенергетичного потенціалу сільськогосподарських підприємств України / Б. С. Федорченко // Вісник НТУ «ХПІ». — 2013. — № 46 (1019). — С. 97—105.
5. Гелетуха Г. Г. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні [Електронний ресурс] / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Желєзна, Є. М. Олійник // Біоенергетична асоціація України. — Режим доступу : <http://ua-energy.org/post/24897>
6. Потенціал [Електронний ресурс] / Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. — Режим доступу : <http://saee.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/potentsial>
7. Сучасний стан [Електронний ресурс] / Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. — Режим доступу : <http://saee.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/suchasny-stand>

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ УКРАИНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Шаман А.В., преподаватель Глуховский агротехнический институт имени С.А. Ковпака СНАУ

Статья посвящена исследованию энергосбережения, что рассматривается как одна из наиболее актуальных проблем развития всего комплекса народного хозяйства в целом и энергетики в частности. Определение понятия возобновляемой энергетики, анализ государственного регулирования биоэнергетики в США, странах Европы и Украины. Описание наиболее перспективных путей развития биоэнергетических источников и технологий их использования. В выводах отмечается необходимость использования гигантских потенциальных возможностей повышения энергоэффективности в Украине, что требует совершенствования нормативно-правовой базы и разработки хозяйственных механизмов ее реализации.

The article investigates energy conservation, considered as one of the most pressing problems of the whole complex of the economy in general and energy in particular. The definition of renewable energy, bioenergy analysis of state regulation in the US, Europe and Ukraine. Description of the most promising ways to develop alternative renewable technologies and their use. In conclusion emphasizes the need for huge potential opportunities to improve energy efficiency in Ukraine, which needs to improve the regulatory framework and the development of economic mechanisms for its implementation.

fuel and energy resources, energy conservation, energy efficiency, energy saving technologies, bioenergy.

Якубінська Л.Г.,
ст. викладач кафедри автоматизації с.г.

ОРГАНІЧНІ СВІТЛОДІОДИ – СВІТЛО МАЙБУТНЬОГО

Сучасна цивілізація гостро потребує ефективних джерел світла, насамперед для освітлення, а також для пристроїв відображення інформації: дисплеїв, моніторів, екранів. Сьогодні для освітлення використовуються переважно три типи джерел. Перший — це всім відома лампа розжарювання, другий тип — люмінесцентні лампи. Третій — світлодіодні випромінювачі, які з'явилися відносно недавно. Вони ефективні, але дуже дорогі.

Ефективність перших двох надзвичайно низька. У ламп розжарювання частка енергії, яка перетворюється на світло, що ми витрачаємо на освітлення, дуже мала. Вона вища у люмінесцентних джерел, але вони містять ртуть. Незважаючи на велику пропаганду вони шкідливі, так як немає надійної системи утилізації відпрацьованих ламп. Проте ефективність люмінесцентних ламп в кілька разів вища, ніж у ламп розжарювання.

Сучасна цивілізація використовує для освітлення близько 20-30% світової генерації електроенергії. З цих 20-30% ефективно використовується лише декілька. Необхідні нові підходи до розробки ефективних джерел світла.

Актуальне завдання пошуку джерел світла, які були б дешевими і ефективними. В цьому сенсі дуже цікаві органічні матеріали. Потенціал органічних матеріалів полягає у тому, що вони можуть бути дуже дешевими, так як можуть вироблятися за технологіями, розвиненими в хімічній промисловості, наприклад, полімери, пластики. Потенційна вартість таких матеріалів дуже низька.

Найважливіше на сьогоднішній день досягнення в цій області — органічні світловипромінюючі діоди і транзистори. Їх ефективність ще відстає від неорганічних світловипромінюючих діодів, але вже випереджає лампи. Якщо вдасться зробити цю технологію дешевою, то в перспективі вона зможе успішно конкурувати з неорганічними джерелами світла.

До того ж в органічних світлодіодах випромінювання йде не з точки, як в неорганічних світлодіодах, а може йти зі всієї поверхні плівки.

Основна проблема досліджень і розробок у даній області — пошук матеріалів, які мають необхідні властивості. Це вимагає зусиль як хіміків, які повинні синтезувати ці матеріали, так і фізиків, які повинні з них сконструювати робочий пристрій.

На жаль, полімерні світловипромінюючі плівки мають дві проблеми. Перша — це низька ефективність, а друга — малий час життя.

Органіка має обмежений «термін служби». Так, продукти псуються протягом декількох днів, а плівки повинні працювати, принаймні, кілька років. Тому боротьба йде у двох напрямках: за збільшення стабільності і за підвищення ефективності.

Як же має виглядати органічний світловипромінювальний пристрій? Класичний приклад — це світловипромінюючий діод. Принцип роботи його полягає в подачі на анод позитивної напруги, внаслідок чого електрони починають рухатися від катода до анода, тобто катод віддає електрони в випромінюючий шар. У свою чергу, з провідного шару, електрони переходять до анода, або можна сказати, що анод передає провідному шару носії позитивного заряду, так звані дірки.

Дірки і електрони починають рух назустріч один одному і, внаслідок їх рекомбінації, виділяється енергія у вигляді кванта світла. Таким чином електрична енергія перетворюється на енергію світла.

Така технологія отримала абревіатуру OLED. В даний час, найбільш активно розвивається застосування органічних світлодіодів у виробництві дисплеїв, які в перспективі повинні будуть замінити рідкокристалічні.

Технологія OLED з'явилася на ринку ще в 2010 році. Але вже до 2015 року оборот галузі, на думку експертів Semi Europe, досягне 20 мільярдів доларів. Згідно з прогнозами, обсяги ринків збуту будуть зростати в геометричній прогресії, а палітра продуктів буде простягатися від автомобільних фар і дисплеїв для різноманітних гаджетів і приладів до ліхтарів вуличного освітлення. Органічні світлодіоди не випадково називають "світлом майбутнього". Через те, що вони не засліплюють очі, практично не виділяють тепло, а світло у них стабільне та рівномірне, їх дедалі частіше використовують у медичному обладнанні, зокрема, для освітлення операційних зал. Крім того, OLED-екрани відкривають і нові можливості для дизайнерів. Наприклад, надтонкі дисплеї, які можна приклеювати, призначені для покриття великих площ або складних рельєфних поверхонь.

Останнім часом з'явилися нові підходи, які дозволяють зробити світловипромінюючий транзистор. Транзистор — пристрій з трьома електродами, що дозволяє за допомогою одного електрода керувати струмом, який протікає через транзистор. Виявляється, можна зробити транзистор, який би і керував струмом, і випромінював одночасно. Ця концепція дуже перспективна особливо для дисплеїв, оскільки дозволяє поєднати в одному пристрої (транзисторі) функції управління і випромінювання. За рахунок цього така концепція дозволяє отримати більш ефективні дисплеї, ніж органічні світлодіоди. Підкреслимо, що в сучасних дисплеях кожен піксель забезпечений окремим кремнієвим транзистором.

Органічні світловипромінюючі транзистори — перспективний підхід для створення першого органічного лазера з електричним накачуванням — тонкою плівкою, яка випромінювала б лазерне випромінювання при подачі на неї напруги від батарейки.

Компанія **Toshiba Matsushita Display Technology** представила один із найбільших у світі дисплеїв, виконаних за технологією **OLED**, тобто — на органічних світлодіодах. Перспективна технологія повинна незабаром з'явитися в серійних телевізорах і комп'ютерних моніторах.

Колись матриці на органічних світлодіодах були занадто дорогі й застосовувалися лише в невеликих кишенькових пристроях. Тепер на їхній основі з'явилися 21-дюймові екрани. Новий дисплей від **Toshiba Matsushita** має діагональ 20,8 дюйма, а його роздільна здатність становить 1280 x 768 точок.

Як сказано в прес-релізі **Toshiba Matsushita**, наступне покоління телевізорів і моніторів буде хизуватися матрицею на органічних світлодіодах, що базується на технології так званого низькотемпературного полікристалічного кремнію (**LTPS**). І, стверджують японці, дана технологія дозволяє помітно нарощувати розміри матриць при порівняно простому й дешевому виробничому процесі. Так що на оцінці 20,8 дюйма компанія явно не зупиниться.

У чому ж основні переваги **OLED**-панелей перед рідкокристалічними дисплеями? Це прекрасні насиченість кольорів і яскравість, низьке енергоспоживання, менша товщина (немає лампи підсвічування), більший кут огляду, менший час відгуку.

Фахівці навчилися виготовляти органічні світлодіоди без дорогих рідкоземельних металів, таких як, наприклад, індій.

Учені виявили нові способи застосування відомих полімерів в органічних світловипромінювальних діодах (**OLED**). У перспективі це дозволить уникнути

використання світлодіодів на основі крихких оксидів металів, які поширені всюди: у комп'ютерах, телевізорах і мобільних телефонах.

Оксид індію та олова (ITO) є прозорим провідником і протягом десятиліть використовується для виробництва плоских екранів і світлодіодів. Однак ціна на рідкоземельний індію постійно зростає, що ускладнює широке поширення нових технологій. Вчені давно працюють над пошуком енергоефективної і дешевої заміни індію, проте існує не так багато матеріалів, які є одночасно прозорими і електропровідними.

Зазвичай пошуки лежать у площині використання оксидів інших, більш дешевих, металів, але вчені з Ames Laboratory вирішили піти іншим шляхом і замінити ITO струмопровідним полімером. Мається на увазі полімер, скорочено PEDOT: PSS. Цей матеріал відомий 15 років, але досі його вдавалося виготовити або не дуже прозорим, або не дуже струмопровідним. Але, за допомогою нової техніки нанесення багатьох шарів і низки інших ноу-хау, американські вчені змогли виготовити PEDOT: PSS-світлодіоди зі значно поліпшеними властивостями.

Нові світлодіоди принаймні на 44% ефективніші від звичайних світлодіодів з ITO. Крім того, на відміну від крихких метал-оксидних підкладок, PEDOT: PSS є гнучким. Це дозволяє робити гнучкі екрани, які сьогодні дуже затребувані. На думку розробників, в найближчому майбутньому нова технологія отримає широке поширення і зробить OLED-екрани більш дешевими і доступними.

Ще одним напрямом OLED-технології може стати передача велетенських обсягів інформації за допомогою світла. Навіть настільна лампа зможе забезпечувати вихід в Інтернет, до того ж швидко і без завад.

Німецький учений, професор Единбурзького університету Гаральд Гаас розробив принципово новий спосіб бездротової передачі даних – за допомогою звичайного світла. Для цього він має намір використовувати спектр електромагнітних хвиль видимого світла. Принцип дії простий – сучасні світлодіоди перетворюють потік інформації у світлові імпульси.

Світло у буквальному розумінні може говорити, принаймні в одній з лабораторій Единбурзького університету. «Тут у нас світлодіод, що передає музику. Якщо потік світла перебити, то музика зникає. Так відбувається процес передачі аудіоданих завдяки світлодіоду», - пояснює професор Гаральд Гаас, час від часу підносячи руку до потоку світла.

Світло є джерелом неймовірних можливостей, воно може здійснити революцію у бездротовій комунікації - переконаний науковець:

«Це просто грандіозно, якщо подумати, скільки джерел світла є навколо нас. Якщо уявити, що кожне джерело також може передавати інформацію, то відкривається гігантський потенціал». Це не слова професора-мрійника: над проектом професора Гааса працюють близько дюжини молодих учених з усього світу.

«У майбутньому можна навіть уявити, що Інтернет забезпечується завдяки настільній лампі або люстрі, що висить в офісі».

Список літератури

1. www.dw.de/p/16Nwr
2. Мічіо Кайку «Фізика майбутнього»,
3. Богуславський Л. І., Ванников А. В., Органічні напівпровідники та біополімери, М., 1968;
4. Гутман Ф., Лайонс Л., Органічні напівпровідники, пер. з англ., М., 1970.
5. Э. А. Силинш, Л. Ф. Тауре «Органические полупроводники», Знание: 1980.

Наукове видання

**СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
РОЗВИТКУ ЗБАЛАНСОВАНОГО
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В
АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
(26-27 БЕРЕЗНЯ 2015 РОКУ, М. НІЖИН)

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК