



**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ
ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ**
**МИКОЛАЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Видається з 1997 р.

Виходить 4 рази на рік

ВІСНИК

АГРАРНОЇ НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я
СПЕЦІАЛЬНИЙ ВИПУСК 2(41)

**Матеріали III Міжнародної
науково-практичної конференції
"ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНІКА
І ТЕХНОЛОГІЇ - 2007"**

11-13 вересня 2007 року
*Конференція зареєстрована в УкрІНТЕІ
(свідоцтво №597 від 18.12.2006 р.)*

Технічні науки

Миколаїв – 2007

Науково-теоретичний фаховий журнал **"Вісник аграрної науки Причорномор'я"** Миколаївського державного аграрного університету.

Редкол.: В.С.Шебанін (гол. ред.) та ін. - Миколаїв, 2007.

Спеціальний випуск. 2 (41) - 2007. - 300 с.

III міжнародна науково-практична конференція **"Перспективна техніка і технології - 2007"**.

У спеціальному випуску наукових праць висвітлено результати теоретичних і експериментальних досліджень, які пов'язані з проблемами технології та механізації вирощування, зберігання і переробки продукції. До збірника ввійшли матеріали, що стосуються сучасної землеробської механіки, автоматизації виробництва, технічного сервісу, ремонту та надійності машин.

Рекомендовано до друку вченою радою Миколаївського державного аграрного університету. Протокол № 10 від 26.06.2007 р.

Збірник включено до переліку № 11 наукових фахових видань України. Постанова президії ВАК України від 15 січня 2002 р. № 1-05/1.

Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР: *д.т.н., проф. В.С.ШЕБАНИН.*

ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА: *д.е.н., проф. І.І.ЧЕРВЕН,*
к.е.н., доц. В.П.КЛОЧАН,
д.т.н., проф. С.І.ПАСТУШЕНКО,
к.с.-г.н., доц. Л.М.ШЕВЧЕНКО,
к.с.-г.н., доц. М.І.ГІЛЬ,

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР: *к.е.н., доц. Н.М.СІРЕНКО.*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ВИПУСКУ:

В.С.Шебанін, д.т.н., проф.; А.І.Бойко, д.т.н, проф.; Б.І.Бутаков, д.т.н, проф.;
В.В.Дубровін, д.т.н, проф.; О.М.Яхно, д.т.н, проф.; Селєзньов Ю.В., д.т.н.,
проф.; Тимошевський Б.Г., д.т.н., проф.; Г.Є.Топілін, д.т.н., проф.;
Л.І.Грачова, д.т.н., проф.; В.Д.Будак, д.т.н., проф.; В.О.Пермяков, д.т.н.,
проф.; С.Ф.Пічугін, д.т.н., проф.; В.В.Стоянов, д.т.н., проф.;
О.Ф.Яременко, д.т.н., проф.

Адреса редколегії:

54010, Миколаїв, вул. Паризької комуни, 9,

Миколаївський державний аграрний університет, тел. 34-41-72

www.mdau.mk.ua

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 6785 від 17.12.2002.

© Миколаївський державний
аграрний університет

ПЕРЕДМОВА

Стратегічним завданням розвитку сільськогосподарської машинобудівної індустрії в Україні є забезпечення технологічних потреб аграрного виробництва конкурентоспроможними технічними засобами з урахуванням постійного підвищення вимог щодо розширення номенклатури, нарощування обсягів і поліпшення якісного складу випуску системи машин.

Державною програмою виробництва технологічних комплексів машин і обладнання для агропромислового комплексу, затвердженою Постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 року, передбачено до 2010 року розробити й освоїти понад 700 найменувань сільськогосподарської техніки. У цілому стратегія державної промислової політики в галузі сільськогосподарського машинобудування спрямовується на забезпечення випереджаючих темпів випуску наукоємної продукції високотехнологічного рівня, створення нових конкурентоспроможних зразків продуктивної техніки підвищеної якості. Особливого значення у реалізації державної технічної політики набуває Закон України «Про стимулювання розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу», схвалений у лютому 2002 року Верховною Радою України.

З урахуванням вище викладеного в галузі сільськогосподарського машинобудування необхідно здійснити ряд відповідних організаційних і структурних перетворень, спрямованих на удосконалення технологічних процесів проектування й виготовлення сільськогосподарської техніки.

Вирішенню зазначених питань присвячено III Міжнародну науково-практичну конференцію молодих учених, аспірантів і студентів "Перспективна техніка і технології - 2007", що проводиться на базі факультету механізації сільського господарства Миколаївського державного аграрного університету (11-13 вересня 2007 року).

Матеріали даної конференції у спеціальному випуску наукових праць узагальнюють результати науково-дослідних робіт та передового досвіду з питань: перспектив технологій виробництва, переробки і зберігання продукції; актуальних проблем механізації та автоматизації виробництва; сучасних проблем механіки; теорії і практики технічного сервісу, ремонту та надійності машин; запровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій в аграрному виробництві і визначають стратегію подальшого його розвитку в ринкових умовах.

Організатори конференції і автори статей – учені, спеціалісти, аспіранти, здобувачі і студенти вищих навчальних закладів, академічних і галузевих науково-дослідних установ, проектно-технологічних центрів, організацій, відомств та підприємств сподіваються, що публікація даних наукових праць сприятиме розвитку теорії та практики використання досягнень науково-технічного прогресу в аграрному виробництві.

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

Вісник аграрної науки Причорномор'я

Науково-теоретичний фаховий журнал

Видається Миколаївським державним аграрним університетом

Спеціальний випуск № 2

2007 р.

УДК 631.3:624(777)

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ В УКРАЇНІ

*В.С.Шебанін, доктор технічних наук, професор
Миколаївський державний аграрний університет*

Проведено аналіз виробничих потужностей промислових підприємств, пов'язаних із проектуванням, випуском сільськогосподарської техніки, виготовленням вузлів, агрегатів та інших комплектуючих, на основі чого означено перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування України

Стратегічним завданням розвитку сільськогосподарської машинобудівної індустрії в Україні є забезпечення технологічних потреб аграрного виробництва конкурентоспроможними технічними засобами з урахуванням постійного підвищення вимог щодо розширення номенклатури, нарощування обсягів і поліпшення якісного складу випуску системи машин. Нині галузь сільськогосподарського машинобудування налічує понад 130 спеціалізованих і майже 330 суміжних промислових підприємств і конструкторських бюро з розробки конструкцій та випуску тракторів, сільськогосподарських машин, знарядь, технічного устаткування [1]. Значний обсяг виробництва технічних засобів для агропромислового сектора економіки зосереджується у підприємствах військово-промислового комплексу, в складі якого функціонують потужні промислові об'єднання, такі як Державне конструкторське бюро «Південне», Державне підприємство «Завод імені Малишева», Виробниче об'єднання «Південний машинобудівний завод» та ряд інших. Крім того, виробництвом сільськогосподарської техніки, вузлів, агрегатів, запасних частин для технічних засобів, які використовуються в аграрному виробництві, в Україні зайнято понад 150 заводів.

Аналіз виробничих потужностей вітчизняних промислових підприємств, пов'язаних з проектуванням, випуском сільськогосподарської техніки, виготовленням вузлів, агрегатів та інших комплектуючих, а також запасних частин для ремонту технічних засобів, свідчить, що за умов здійснення їх певної реконструкції вони здатні забезпечити технологічну потребу аграрного виробництва в матеріально-технічних ресурсах. Разом з тим в Україні відсутні спеціалізовані промислові підприємства із серійного виробництва сучасних зернозбиральних комбайнів, випуску окремих типів потужних тракторів і деяких інших технічних засобів.

Соціально-економічна доцільність здійснення курсу технічної політики держави на доведення кількісного та якісного машинно-тракторного парку до науково обґрунтованої потреби агропромислового виробництва випуском власних технічних засобів не має альтернативи. Це зумовлюється рядом технічних і економічних переваг, які реально можуть реалізуватися при застосуванні вітчизняних тракторів та інших сільськогосподарських машин і знарядь в сільському господарстві. Безумовно, при нинішньому стані технічного оснащення агропромислового виробництва кількісний та якісний склад машинно-тракторного парку сільськогосподарських товаровиробників може забезпечити їх технологічну потребу тільки наполовину.

Слід підкреслити, що сучасна структура сільськогосподарської машинобудівної індустрії в Україні формувалася значною мірою під впливом територіального розміщення машинобудівних заводів у колишньому Радянському Союзі. До проголошення України незалежною державою в країні вироблялася тільки третина необхідної сільськогосподарської техніки. Решта її завозилася з інших союзних республік, в основному з Росії. Водночас машинобудівні заводи України поставляли в інші республіки до 70% комплектуючих вузлів, агрегатів, запасних частин для виготовлення технічних засобів для аграрного виробництва. Це виявилось одним з основних факторів стану, за якого в нинішніх умовах, при значних фінансових ускладненнях, вдалося налагодити випуск тільки близько 70 % номенклатури потрібної техніки для сільського господарства на власних промислових підприємствах. Зернозбиральні ж комбайни в Україні не вироблялися. Протягом досить тривалого часу єдиним постачальником цієї техніки в Україну був завод «Ростсільмаш». Ними на 90% і був укомплектований парк зернозбиральної техніки. У 1993 р. почалися спроби увезення в країну зернозбиральних комбайнів західноєвропейських та американських фірм. Але надто високі ціни на зарубіжні зернозбиральні комбайни при низькій платоспроможності сільськогосподарських товаровиробників не дали змоги оновити й розширити парк збиральної техніки. Тоді в державі в середині 90-х років почали створювати власну промислову базу з випуску зернозбиральних комбайнів. На Херсонському комбайновому заводі у 1998р. приступили до серійного виробництва комбайна «Славутич», а на заводі

«Автомат» у складі концерну «Лан» було розпочато виготовлення зернозбирального комбайна «Лан». Проте через високу собівартість виробництва цих машин і, відповідно, високих цін реалізації (90-95 тис. дол. США) не були створені умови для розширення попиту на них. Їх виробництво не стало конкурентоспроможним з виготовленням комбайна Ростсільмашем «Дон-1500Б», ринкова ціна якого становила 54 тис. дол. США. За своїми ж виробничими характеристиками цей зернозбиральний комбайн практично не поступається зарубіжним аналогам, а коштує значно дешевше. Ще на початку 90-х років виникла ідея створення спільного — Росії та України — виробництва зернозбирального комбайна «Дон-1500». До того ж близько 50% комплектуючих цього комбайна вже в той час виготовлялося на заводах України. І лише в 2002 р. офіційно створено українсько-російське спільне підприємство «Дон-Лан». Нині кожні три з чотирьох експортованих в Україну зернозбиральних комбайнів – «Дон-1500Б». Розвиток спільного виробництва зернозбирального комбайна «Дон-1500Б», разом з тим, характеризується прагненням заводу «Ростсільмаш» значно підвищити рівень технічного сервісу випущених машин.

Крім того, у 2003 році досягнуто домовленість між російською фірмою «Сибмашхолдинг» і «Українською промисловою енергетичною компанією» (УПЕК) про стратегічне співробітництво в галузі сільськогосподарського машинобудування. Йдеться про створення на одному з українських машинобудівних заводів зернозбирального комбайна «Єнісей» за участю до 50% комплектуючих українського виробництва. На основі комбайна «Єнісей» проектується створення моделі базового вітчизняного зернозбирального комбайна, адаптованого до ґрунтово-кліматичних умов України.

Нині проводяться підготовчі роботи щодо створення в Україні спільного з Росією підприємства по випуску модернізованого трактора на базі відомого К-701. Вивчаються варіанти можливого виробництва на заводах Росії, за участю українських машинобудівних підприємств, нових типів тракторів ХТЗ, екскаваторів «Борекс», бурякозбиральних комбайнів, сівалок, плугів тощо.

Щодо придбання і використання зарубіжної техніки, то вона в переважній більшості потужна, універсальна, високопродуктивна, надійна в експлуатації, часто із забезпеченням тривалих гарантійних строків роботи машин без поломок, економна щодо витрат пального, має покращені умови праці механізаторів. Зарубіжні фірми, зокрема США, випускають деякі трактори серії Steige потужністю 173-313 кВт, серії Джон Дір потужністю – 246-313 кВт. Високопродуктивні зернозбиральні комбайни німецьких фірм Deny-Faheri Yeaoс обладнані двигунами потужністю 300 кВт і більше. Тут виробляють кормозбиральні комбайни потужністю 450 кВт, а для збирання цукрових буряків — 350 кВт. Як вказувалося у деяких наукових публікаціях, важливим напрямом удосконалення сільськогосподарської техніки у зарубіжних країнах є підвищення її продуктивності за рахунок

збільшення ширини захвату робочих машин, суміщення в одному агрегаті технологічних операцій, зокрема ґрунтообробного характеру та процесу сівби сільськогосподарських культур.

Висока якість й експлуатаційна надійність зарубіжної сільськогосподарської техніки підтверджується широкою практикою як зарубіжних фермерських господарств, так і вітчизняними сільськогосподарськими товаровиробниками, які вже тривалий час використовують іноземні зернозбиральні комбайни, машини для збирання цукрових буряків, кормових культур, посівну техніку тощо. Однак сільськогосподарська техніка зарубіжного виробництва досить дорога порівняно з аналогічними вітчизняними зразками і часто не доступна сільськогосподарським товаровиробникам. Дослідженнями науковців Інституту аграрної економіки доведено, що ціни на трактори, зернозбиральні комбайни, сільськогосподарські машини у кілька разів перевищують ціни на ці технічні засоби українського або російського виробництва [2]. Так, колісний трактор ХТЗ-1631 випуску Харківського тракторного заводу обладнаний двигуном у 161 к. с, який за експлуатаційними характеристиками не поступається трактору американської фірми Джон Дір-8120 потужністю 170 к. с, має реалізаційну ціну 30,4 тис. дол. США, що в 3,6 рази нижче ціни американського аналога. Це стосується й іншої техніки. Зернозбиральний комбайн фірми Джон Дір-9500 з потужністю двигуна 176 кВт, із жаткою і підбирачем продається на вітчизняному ринку техніки за 244,5 тис. дол. США. На німецький комбайн Кейс-2366 і російський зернозбиральний комбайн Ростовського комбайнобудівного заводу «Дон-1500Б» такої ж потужності як і Джон Дір-9500 176 кВт встановлено ціни відповідно 210,8 тис. і 54,0 тис. дол. США. Значно вищими є ціни, порівняно з вітчизняним виробництвом, і на землеобробні знаряддя, посівні машини, інші технічні засоби. Так, п'ятикорпусний оборотний плуг, який випускає фірма Lemke, у 3,9 рази дорожчий порівняно з аналогічним плугом Одеського заводу ім. Жовтневої революції. Ціна на зарубіжну сівалку суцільного посіву вища у 4,7 рази проти такого типу машин українського виробництва. Виробництво тракторних двигунів на Харківському заводі (у розрахунку на одиницю потужності) теж обходиться у 3,5 рази дешевше виробництва фірми Джон Дір. Водночас, при значно вищих цінах на сільськогосподарську техніку іноземного виробництва її експлуатаційні витрати на виконання одиниці роботи значно вищі, порівняно з експлуатаційними витратами на виконання одиниці того самого виду роботи вітчизняними технічними засобами. Так, на збиранні 1 га посіву пшениці експлуатаційні витрати зернозбирального комбайна Джон Дір-9500 у 2,1 рази вищі проти витрат комбайна Дон-1500Б. Експлуатаційні витрати на гектар збиральної площі у 1,5-1,7 рази вищі порівняно з іншими зарубіжними зернозбиральними комбайнами, зокрема Домінатор Мега-204, Домінатор Мега-208 та інших марок [3].

Ці порівняння є підставою для висновку про економічну доцільність і соціальну необхідність розвитку вітчизняного тракторного та сільськогосподарського машинобудування, про забезпечення аграрного виробництва технічними засобами власного виготовлення. Створення системи машин і виробництво кожного їх виду в необхідній кількості для повного задоволення технологічної потреби та забезпечення системного оновлення машинно-тракторного парку має, крім економічного, й велике соціальне значення. Технічне переоснащення аграрного сектора економіки забезпечує поліпшення соціальних умов роботи сільських працівників, сприяє значному підвищенню продуктивності праці.

Разом з тим, розвиток вітчизняного сільськогосподарського машинобудування — це створення нових робочих місць, активна боротьба з безробіттям, вихід на внутрішній і міждержавний ринки конкурентоспроможної техніки.

З урахуванням низького рівня забезпечення сільського господарства технічними засобами – від 30 до 70 % технологічної потреби основними видами техніки – важливо обґрунтовано визначити пріоритетні напрями розвитку підприємств сільськогосподарського машинобудування. Таким напрямом на ближчі роки має стати створення завершеного циклу виробництва техніки й обслуговування її споживачів за схемою: маркетинг – розроблення – виробництво – сертифікація – реалізація – фірмове обслуговування – експорт.

Ефективною організаційною формою реалізації цього важливого завдання є державні програми виробництва технологічних комплексів машин та обладнання для агропромислового виробництва, затверджені Кабінетом Міністрів України. За період формування незалежної держави сільськогосподарська машинобудівна галузь розвивалась на основі розширення інноваційної діяльності, оновлення машинобудівних підприємств новими виробничими засобами й запровадження технологічних рішень. За останні десять років в Україні було схвалено дві державні програми розвитку вітчизняного машинобудування для АПК - у 1992 та в 1998 роках. З 1992 і до 2003 року в Україні було розроблено і поставлено на виробництво понад 2,5 тис. найменувань машин, знарядь, технічних видів устаткування тощо. Тільки в нинішньому році поставлено на виробництво понад 1000 машин та обладнання для сільського господарства і 1200 — для харчової й переробної промисловості. Якщо у 1990 р. частка необхідної для сільськогосподарського виробництва номенклатури машин, розроблених в Україні, становила 27%, то в 2002 р. цей показник збільшився до 85%. За десятирічний період було модернізовано понад 25% технічних засобів, які вироблялись в Україні для потреб сільського господарства [1]. Це відіграло суттєву роль у нарощуванні обсягів і поліпшенні якісних показників виробництва більшості видів сільськогосподарської техніки. Особливо помітні зміни відбулись у виготовленні посівних машин, на що пози-

тивно вплинули заходи державної підтримки сільськогосподарського машинобудування та сільськогосподарських підприємств у придбанні технічних засобів, а також запровадження у 1997 році фінансового лізингу техніки.

З 2001 року розпочато створення десяти базових моделей тракторів класів від 0,6 до 5 тонно/сил та доведення їх середньорічного виробництва до 17 тис. штук. Розробляються вітчизняні зернозбиральні комбайни пропускною спроможністю зернової маси 3-5, 5-7, 7-9, 9-12, 12 кг і більше за секунду з класичною і роторною схемами молотильно-сепаруючого агрегату та їх середньорічне виробництво по 3 тис. шт. з подальшим нарощуванням обсягів виробництва до 7 тис. штук на рік. Запроектовано також створення й випуск самохідних і причіпних бункерних бурякозбиральних комплексів у кількості 1,2 тис. штук на рік. Крім того, проектується поставити на виробництво самохідні та причіпні енергонасичені кормозбиральні комбайни, довівши щорічний їх випуск до 1,5 тис. штук. Передбачено також розширення виробництва комплексу ґрунтообробної й посівної техніки, комплексів для розвитку тваринницьких галузей і птахівництва.

Державною програмою виробництва технологічних комплексів машин і обладнання для агропромислового комплексу, затвердженою Постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 року, передбачено до 2010 року розробити й освоїти понад 700 найменувань сільськогосподарської техніки. У цілому стратегія державної промислової політики в галузі сільськогосподарського машинобудування спрямовується на забезпечення випереджаючих темпів випуску наукоємної продукції високотехнологічного рівня, створення нових конкурентоспроможних зразків продуктивної техніки підвищеної якості. Особливого значення у реалізації державної технічної політики набуває Закон України «Про стимулювання розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу», схвалений у лютому 2002 року Верховною Радою України.

З урахуванням вищевикладеного в галузі сільськогосподарського машинобудування необхідно здійснити ряд відповідних організаційних і структурних перетворень, спрямованих на удосконалення технологічних процесів проектування й виготовлення сільськогосподарської техніки [4]. Йдеться насамперед про розширення наукоємного виробництва технічних засобів за умов застосування сучасних енергозберігаючих технологій на промислових підприємствах, про надання пріоритетності проблемам підвищення якості вітчизняного виробництва машин і знарядь, технічного сервісу, забезпечення розвитку конкурентоспроможності нових моделей техніки. Такі обсяги нарощування виробництва технічних засобів для розвитку агропромислового комплексу, безумовно, повністю не забезпечать технологічних потреб сільськогосподарських товаровиробників у тракторах, зернозбиральних комбайнах, інших машинах і знаряддях. За розрахунками наукових установ, для формування машинно-тракторного парку аг-

рарного сектора економіки на рівні технологічних потреб необхідні щорічні інвестиції в сумі понад 15 млрд. грн., з них на оновлення тракторного парку — 3 млрд. грн., зернозбиральних комбайнів — 3,5-4 млрд. грн., бурякозбиральних машин — 0,35-0,40 млрд., кормозбиральних — 1,0-1,2 млрд., технічних засобів для механізації виробничих процесів у тваринницьких галузях — 1,6-1,7 млрд., для придбання техніки загального призначення — 3,5-4,0 млрд. грн. Крім того, для щорічного виконання ремонтних робіт технічних засобів, які знаходяться в експлуатації, потрібно 2,0-2,5 млрд. грн. [2].

Для забезпечення випуску конкурентоспроможної сільськогосподарської техніки необхідне підвищення її якісних параметрів за рахунок запровадження модульного принципу побудови конструкції з використанням уніфікованої елементної бази, застосування прогресивних конструкційних матеріалів, збільшення у два-три рази до ремонтного наробітку у вітчизняних тракторів і комбайнів, підвищення у два-три рази зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин тощо [1].

Однією з визначальних умов розвитку сільськогосподарського машинобудування, прискорення технічного переоснащення аграрного виробництва має стати подолання диктату підприємств-виробників техніки над її споживачами — сільськогосподарськими товаровиробниками та їх діяльність на вільних конкурентних умовах для забезпечення аграрного виробництва сучасною інноваційною ресурсозберігаючою технікою.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Послання Президента України до Верховної Ради України «Про внутрішнє і зовнішнє становище України у 2002 році»*. -К., 2003.-478с.
2. *Формування і реалізація державної політики розвитку матеріально-технічної бази АПК в Україні*. -К.: ІАЕ УААН, 2003.-764с.
3. *Техника и оборудование для села*. -2002.-№4.-С.19.
4. *Шебанін В.С. Системне оновлення і розвиток матеріально-ресурсного потенціалу сільського господарства*. -К.: ННЦ ІАЕ, 2005.-276с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПАРАМЕТРЫ ДИЗЕЛЯ И ЕГО ЭКОЛОГО–ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

*В.Г.Семёнов, кандидат технических наук, доцент
Национальный технический университет "Харьковский
политехнический институт", Харьков*

*М.Н.Лылка, Казённое предприятие "Харьковское
конструкторское бюро по двигателестроению", Харьков*

Біодизельне паливо (метилові ефіри жирних кислот олій і жирів) достатньо добре адаптоване до дизельних двигунів. Хімічна формула ефірів відрізняється наявністю карбонільної і метилової груп, подвійними зв'язками, що визначає підвищену здатність до окислювання і біологічного розкладу біодизельного палива. Наявність кисню в молекулі ефірів покращує протікання процесу згоряння в циліндрі двигуна, але в той же час знижує енергетичний потенціал біопалива. Біодизельне паливо, хімматологічні показники якого відповідають європейському стандарту EN 14214, зумовлює надійну роботу дизельного двигуна і його паливної системи.

Экономия энергоносителей нефтяного происхождения, ужесточение норм выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей, а также ограничение эмиссии диоксида углерода заставляют большинство стран искать пути снижения опасности влияния тепловых двигателей на окружающую среду. Зависимость от импорта нефти (Украина добывает около 4 млн. тонн нефти и газового конденсата, дотация - более 10 млн. тонн в год) рассматривается большинством стран как вопрос национальной, экономической и энергетической безопасности, а использование нефтепродуктов несёт в себе значительную экологическую опасность. Именно это определяет актуальность исследований и разработок, направленных на диверсификацию сырьевой базы, поиск альтернативных моторных топлив. В последнее время всё более широкое распространение получают альтернативные биотоплива на основе масел и животных жиров.

Для дизельных двигателей широкое распространение в Европе и США получило биодизельное топливо (биодизель), представляющее из себя смесь метиловых (этиловых) эфиров жирных кислот. Источниками сырья для получения биодизеля служат семена маслосодержащих растений, фритюрный жир, отходы мясокомбинатов и др. В настоящее время в Украине десятки фирм и предприятий производят биоустановки для получения биодизеля мощностью 300-3000 тонн/год. На основании вышесказанного есть все основания полагать, что в ближайшем будущем транспорт-

ные средства с дизельными двигателями (сельхозмашины, тепловозы, суда, грузовые автомобили и др.) будут переводиться на биодизельное топливо.

Как отмечается в работе [1], каждый тип дизельного двигателя: с объёмным DI (direct injection) или вихрекамерным IDI (indirect injection) способами смесеобразования, подвергаемый конвертации при переходе на биодизель, должен быть испытан с целью проверки его эколого-экономических характеристик и показателей надёжности. Проведенный анализ показателей работы дизелей DI и IDI [1, 2, 3] показал, что не возникает проблем с применением биодизеля (БД) и его бинарных смесей с дизельным топливом (ДТ) в качестве энергоносителя. Одним из главных условий нормальной работы дизельных двигателей является хорошее качество биодизеля, которое обеспечивается жёсткими требованиями к его физико-химическим показателям, заложенным в Европейском стандарте EN 14214:2003.

В табл. 1 приведено сравнение некоторых физико-химических показателей ДТ и БД, значение которых необходимо для анализа параметров рабочего процесса дизеля.

Остановимся более подробно на методике определения физико-химических показателей биодизеля.

Таблица 1

Физико-химические показатели дизельного топлива и биодизеля

Показатели	Топливо	
	ДТ	БД
С, %	87,0	76,5
Н, %	12,6	12,4
О, %	0,4	11,1
m_B , кг/кмоль	200	288
M_O , кмоль/кг	0,497	0,437
L_O , кг/кг	14,34	12,60
Q_H , МДж/кг	42,5	37,2
Химическая формула	$C_{14.5} H_{25} O_{0.05}$	$C_{18.4} H_{35.3} O_2$
ρ_{20}^0 , кг/м ³	825	882
ν_{20}^0 , мм ² /с	3,05	6,05
Сера, %	0,067	0,012
Зольность, %	0,0100	0,0039
ИЧ, J ₂ г/100 г	6	62

Используя метод газожидкостной хроматографии [4], был определен состав смеси метиловых эфиров жирных кислот, входящих в применяемый биодизель. Насыщенные кислоты: миристиновая C14:0-6,42 %; пальмитиновая C16:0-22,62 %; стеариновая C18:0-8,34 %; арахидиновая C20:0-1,15 %; бегеновая C22:0-0,95; ненасыщенные: тетрадеценивая C14:1-0,91; олеино-

вая С18:1-46,98; линолевая С18:2-11,63 %; эруковая С22:1-1,00 %. Исходя из того, что молярная масса углерода $C = 12,011$ кг/кмоль, водорода $H = 1,0079$ кг/кмоль и кислорода $O = 15,994$ кг/кмоль, и зная химические формулы метиловых эфиров вышеуказанных жирных кислот [5], можно определить молярную массу биодизеля m_B , относительные доли C , H и O в нём, теоретически необходимое количество воздуха L_O (M_O) для полного сгорания одного килограмма топлива. Йодное число ИЧ характеризует окислительную способность биодизеля и зависит от процентного содержания в нём метиловых эфиров ненасыщенных кислот.

Величина низшей теплоты сгорания Q_H биодизеля определялась на основании его состава и экспериментальных данных, представленных в работах [5, 6]. Плотность ρ и кинематическая вязкость ν исследуемых смесевых топлив, зольность и количество серы в них определялись в химмотологической лаборатории Казённого предприятия "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению" (КП ХКБД) на основании нормативной документации, представленной в ДСТУ 3868-99 "Топливо дизельное. Технические условия". Для дизельного топлива численные значения величин C , H и O ; m_B , Q_H и ИЧ брались из литературных источников.

В данной статье приводятся результаты стендовых испытаний дизеля 3Ч8,8/8,2 с водяным охлаждением при работе на дизельном топливе и его бинарных смесях с биодизелем, произведенным ННЦ "Институт механизации и электрификации сельского хозяйства" (п.г.т. Глеваха, Киевская обл.).

Объект испытания - дизельный двигатель 3ДТ (Ч8,8/8,2), выпускаемый КП ХКБД. Основные технико-экономические показатели двигателя: четырёхтактный, трёхцилиндровый, вихрекамерный (IDI) дизельный двигатель номинальной мощностью 16,2 кВт при частоте вращения 2200 мин⁻¹, диаметр цилиндра 88 мм и ход поршня 82 мм, степень сжатия $\epsilon = 18,5$, объём вихревой камеры с соединительным каналом равен 13,1 см³. Форсунка закрытого типа, диаметр распыливающего отверстия 0,37 мм, давление затяжки иглы форсунки $18 \pm 0,5$ МПа, максимальное давление впрыскивания топлива - 35 МПа. Геометрический угол опережения начала подачи топлива, который обеспечивает минимальный удельный эффективный расход исследуемых топлив соответствует 15⁰ п.к.в. до ВМТ. Помимо стандартных измерений показателей работы двигателя (частота вращения коленчатого вала n , мощность N_e , часовой расход топлива V_{ch} , температура отработавших газов t_T , барометрическое давление B_0 и температура окружающей среды), определяли в продуктах сгорания оксид углерода CO и суммарные углеводороды CH , оксиды азота NO_x , измеряли плотность отработавших газов D . Для этого заводской испытательный стенд промышленного производства, оборудованный электрическим нагружающим устройством и автоматизированными системами измерения и регистрации параметров рабочего процесса, был оснащён газоанализаторами ГИАМ-24 и

Клён-22, дымомером ИДС-1М. Комплектовка дизеля соответствовала условию определения эксплуатационной мощности. При испытаниях атмосферное давление и температура окружающей среды находились, соответственно, в пределах (740..750) мм рт. ст., и (34...36) °С.

Испытаниям были подвергнуты топлива различного состава - чистое дизельное топливо ДТ и его объёмные бинарные смеси с биодизелем БД: В10 (10 % БД+90 % ДТ), В25 (25 % БД+75 % ДТ), В50 (50 % БД+50 % ДТ). Программа испытаний предусматривала определение внешних скоростных и нагрузочных характеристик. Вначале снимались внешние скоростные характеристики на каждом из исследуемых топлив. При этом положение упора рейки топливного насоса высокого давления оставалось неизменным. Результаты испытаний приведены в табл. 3 (опыты 17-28, 45-48). Там же представлены показатели работы двигателя на режимах нагрузочных характеристик при $n = 1600 \text{ мин}^{-1}$ и 2200 мин^{-1} , мощности $N_e = 10\%, 25\%, 50\%$ и 75% от $N_{e \text{ ном}}$. (опыты 1-16, 29-44).

Рассмотрим влияние физических показателей (плотность и вязкость) ДТ и БД на характеристики топливной аппаратуры. Если плотность топлива обуславливает массовую цикловую подачу топлива, то от вязкости зависят утечки топлива через зазоры прецизионных пар топливной аппаратуры, степень дросселирования топлива в наполнительных и отсечных отверстиях втулки плунжера при их открытии и закрытии, а также в сопловом отверстии распылителя форсунки. От вязкости и коэффициента сжимаемости топлива зависит коэффициент подачи топливного насоса высокого давления, действительный угол опережения подачи топлива и объемная подача топлива [7]. На безмоторном стенде была определена производительность топливной аппаратуры дизеля ЗДТА на внешней характеристике при работе ДТ и БД. Зависимость цикловой подачи топлива от частоты вращения представлена в табл.2. До и после испытаний определялось гидравлическое сопротивление распылителей форсунок методом пролива топлива под давлением 4 МПа. За время испытаний гидравлическое сопротивление распылителей форсунок не изменилось, пролив топлива через распылители для секций составил, соответственно, 521, 480, 525 г/мин.

Таблица 2

Результаты испытаний топливной аппаратуры дизеля ЗДТА

$n_{\text{кв}}, \text{ мин}^{-1}$	ДТ, $g_{\text{ц}}, \text{ мм}^3/\text{цикл}$	БД, $g_{\text{ц}}, \text{ мм}^3/\text{цикл}$
1200	2,7	3,6
1150	27,6	27,0
1100	35,4	38,8
1000	35,2	40,7
900	36,0	39,6
800	35,4	39,4

Таблица 3

Нагрузочные и внешние скоростные характеристики дизельного двигателя ЗДТА (Ч8,8/8,2) при работе на различных видах топлива

	Вид топлива	Ne, кВт	Вч, кг/ч	ge, г/кВт·ч	g'е, МДж/кВт·ч	α	t _г , °С	η _е , %	g _ц ·10 ³ , г/цикл	Q _ц , мм ³ /цикл	CO ₂ , кг/ч	W _{CO} , ppm	W _{CH} , ppm	W _{NOx} , ppm	D, %
n = 1600 мин ⁻¹															
1	ДТ	1,26	1,22	964,6	41,00	4,20	155	8,8	8,47	10,27	3,89	880	60	240	2
2	В10	1,25	1,32	1056,0	44,25	3,95	155	8,1	9,17	11,04	4,16	960	70	200	16
3	В25	1,25	1,36	1088,0	44,72	3,89	160	8,1	9,44	11,25	4,20	1050	60	170	9
4	В50	1,25	1,40	1120,0	44,57	3,85	160	8,1	9,72	11,39	4,19	1111	60	130	17
5	ДТ	3,09	1,50	485,7	20,40	3,39	200	17,4	10,42	12,63	4,78	500	70	320	2
6	В10	3,09	1,55	501,8	21,03	3,34	200	17,1	10,76	12,95	4,88	530	70	300	18
7	В25	3,09	1,58	511,6	21,30	3,33	200	17,1	10,97	13,07	4,88	600	70	250	8
8	В50	2,94	1,58	537,2	21,38	3,40	203	16,8	10,97	12,85	4,73	660	70	220	20
9	ДТ	6,32	2,07	327,4	13,91	2,44	275	25,9	14,37	17,42	6,60	340	70	450	8
10	В10	6,25	2,15	343,9	14,41	2,38	275	25,0	14,93	17,97	6,77	360	70	430	19
11	В25	6,25	2,20	352,0	14,47	2,37	275	24,9	15,28	18,20	6,79	370	70	380	11
12	В50	6,25	2,22	355,2	14,14	2,41	270	25,5	15,42	18,07	6,64	390	70	340	24
13	ДТ	9,56	2,89	302,3	12,85	1,75	380	28,0	20,06	24,32	9,22	410	80	540	15
14	В10	9,34	2,89	309,5	12,97	1,76	380	27,7	20,07	24,16	9,10	420	80	490	23
15	В25	9,34	2,93	313,8	12,90	1,78	370	27,9	20,39	24,29	9,05	470	80	460	17
16	В50	9,26	3,00	323,8	12,89	1,79	360	27,9	20,83	24,41	8,98	500	80	400	25
17	ДТ	12,6	3,70	292,5	12,43	1,37	515	28,9	25,68	31,13	11,8	1030	90	460	46
18	В10	12,5	3,72	297,6	12,47	1,37	530	28,9	25,83	31,09	11,7	960	80	450	51
19	В25	12,4	3,75	301,8	12,40	1,38	525	29,0	26,04	31,03	11,6	920	90	420	49
20	В50	12,4	3,90	313,9	12,50	1,35	530	28,8	27,08	31,73	11,7	850	80	370	41
n=1800мин ⁻¹															
21	ДТ	14,2	4,23	298,1	12,67	1,33	555	28,4	26,11	31,65	13,5	-	-	-	35
22	В10	14,0	4,24	301,9	12,65	1,35	560	28,4	26,17	31,51	13,3	-	-	-	36
23	В25	13,8	4,26	308,2	12,67	1,36	549	28,4	26,30	31,33	13,1	-	-	-	40
24	В50	14,0	4,41	315,7	12,56	1,34	555	28,7	27,22	31,89	13,2	-	-	-	34
n=2000мин ⁻¹															
25	ДТ	15,5	4,64	299,1	12,71	1,35	572	28,3	25,78	31,25	14,0	-	-	-	42
26	В10	15,2	4,61	302,9	12,69	1,38	570	28,4	25,61	30,83	14,0	-	-	-	42
27	В25	15,6	4,80	307,9	12,65	1,35	581	28,4	26,67	31,77	14,8	-	-	-	39
28	В50	15,7	4,98	318,0	12,66	1,33	585	28,4	27,67	32,42	15,6	-	-	-	39
n=2200мин ⁻¹															
29	ДТ	1,62	1,77	1094,1	46,50	3,96	180	7,7	8,94	10,84	5,65	390	50	350	8
30	В10	1,51	1,82	1201,5	50,34	3,94	180	7,2	9,19	11,06	5,73	410	60	320	2
31	В25	1,49	1,86	1246,2	51,22	3,90	180	7,0	9,39	11,19	5,74	340	60	33	6
32	В50	1,50	1,87	1338,5	53,27	3,98	175	6,8	9,44	11,06	5,60	420	60	250	8
33	ДТ	3,82	2,12	554,5	23,57	3,31	215	15,3	10,71	12,98	6,76	220	80	490	10
34	В10	3,75	2,20	586,7	24,58	3,23	220	14,6	11,11	13,37	6,93	240	80	470	5
35	В25	3,60	2,20	610,6	25,10	3,29	210	14,3	11,11	13,24	6,79	200	80	440	9
36	В50	3,60	2,22	616,2	24,53	3,33	212	14,7	11,21	13,13	6,64	270	80	390	11
37	ДТ	7,57	2,78	367,1	15,60	2,52	290	23,1	14,04	17,02	8,87	330	80	550	23
38	В10	7,50	2,81	374,7	15,70	2,52	290	22,9	14,19	17,08	8,85	310	80	530	15

Продолжение таблицы 3

	Вид топлива	Ne, кВт	Вч, кг/ч	ge, г/кВт·ч	g'e, МДж/кВт·ч	α	tT, 0С	ηe, %	gц·103, г/цикл	Qц, мм3/цикл	CO2, кг/ч	Wco, ppm	Wсн, ppm	WNOx, ppm	Д, %
39	B25	7,35	2,85	387,6	15,93	2,52	290	22,6	14,39	17,14	8,80	280	80	470	20
40	B50	7,28	2,94	403,9	16,08	2,50	285	22,4	14,85	17,40	8,80	260	80	430	20
41	ДТ	11,4	3,57	313,2	13,31	1,95	385	27,0	18,03	21,85	11,4	480	80	600	36
42	B10	11,3	3,61	320,8	13,44	1,96	380	26,8	18,23	21,95	11,4	500	80	550	23
43	B25	11,0	3,65	330,9	13,60	1,97	375	26,5	18,43	21,96	11,3	450	90	520	31
44	B50	10,9	3,70	340,0	13,53	1,98	375	26,6	18,69	21,90	11,1	350	90	470	30
45	ДТ	15,4	4,65	301,1	12,80	1,49	530	28,1	23,49	28,47	14,8	660	100	580	45
46	B10	15,2	4,63	304,2	12,75	1,52	510	28,2	23,38	28,15	14,6	700	100	550	34
47	B25	14,7	4,59	312,1	12,83	1,56	500	28,1	23,18	27,62	14,2	630	110	520	33
48	B50	14,6	4,68	321,5	12,80	1,56	490	28,1	23,64	27,70	14,0	480	100	460	35

Рассматривая полученные результаты экспериментальных исследований, необходимо отметить следующее. При анализе топливной экономичности двигателя, работающего на топливах с различной низшей теплотой сгорания, интересным является введение величины $g'_e = g_e \times Q_H$, которая характеризует количество теплоты, введенной в цилиндр для совершения единицы работы. При расчёте коэффициента избытка воздуха α , удельного эффективного расхода топлива g'_e , эффективного к.п.д. η_e и количества диоксида углерода CO_2 в отработавших газах двигателя, работающего на бинарных топливных смесях, необходимо знать величину Q_H^{CM} , M_o^{CM} и C^{CM} для топлив B10, B25 и B50. Значение этих величин определялось по соотношениям:

$$Q_H^{CM} = (Q_H^{dm} \cdot \delta_{dm} \cdot \rho_{dm} + Q_H^{bd} \cdot \delta_{bd} \cdot \rho_{bd}) / \rho_{cm} \quad \text{МДж/кг};$$

$$M_o^{CM} = (M_o^{dm} \cdot \delta_{dm} \cdot \rho_{dm} + M_o^{bd} \cdot \delta_{bd} \cdot \rho_{bd}) / \rho_{cm} \quad \text{кмоль/кг};$$

$$C^{CM} = (C_{dm} \cdot \delta_{dm} \cdot \rho_{dm} + C_{bd} \cdot \delta_{bd} \cdot \rho_{bd}) / \rho_{cm};$$

$$\rho_{cm} = \rho_{dm} \cdot \delta_{dm} + \rho_{bd} \cdot \delta_{bd}, \quad \text{кг/м}^3,$$

где ρ_{dm} и δ_{bd} - относительные доли ДТ и БД в бинарных топливах; ρ_{dt} , ρ_{bd} и ρ_{cm} - плотность ДТ, БД и их смесей.

Рассмотрим характер изменения показателей работы дизельного двигателя ЗДТ на режимах нагрузочных характеристик при применении различных видов топлив (см. табл. 2). Как видно, на всех режимах нагрузочных характеристик по мере роста доли биодизеля в бинарных топливных смесях и связанным с этим уменьшением их теплоты сгорания Q_H^{CM} монотонно увеличивается часовая и удельный эффективный расходы топлива. При этом необходимо отметить практически одинаковую эффективность (g'_e и η_e) преобразования химической энергии сгораемого топлива в совершаемую работу для всех видов топлив. Коэффициент избытка воздуха α , температура отработавших газов t_T и объёмная цикловая порция топлива Q_c на каждом из режимов нагрузочных характеристик изменялись незна-

чительно. Величину α определяли с учётом условий на впуске в двигатель по соотношению:

$$\alpha = \eta_v \cdot M_h / q_u \cdot M_o,$$

где $\eta_v = 0,95 \div 0,96$ - коэффициент наполнения; M_h - потенциальный заряд, кмоль; q_u - цикловая порция топлива, кг/цикл.

Мало изменяющиеся значения величин α и $Q_{ц}$ на каждом из режимов нагрузочных характеристик обеспечивают идентичность протекания рабочего процесса в цилиндре двигателя при его работе на различных видах топлив.

На режимах внешних скоростных характеристик в диапазоне $n = 1600 \div 2200$ мин⁻¹ характер изменения показателей работы двигателя на ДТ и В10÷В50 идентичен (см. табл. 2). Из-за снижения механического к.п.д. по мере роста частоты вращения уменьшается η_e и, как следствие, увеличиваются g_e и g'_e .

При переходе от дизельного топлива к бинарной смеси В50 из-за повышения плотности на 3,5 % и вязкости на 42 % уменьшаются утечки топлива в зазоре плунжер-втулка плунжера, что приводит к росту цикловых подач на 5,5÷7 % (см. табл. 2, опыты 17-28). При $n = 2200$ мин⁻¹ из-за роста ρ и ν по мере перехода от ДТ к В50 происходит снижение эффективности наполнения надплунжерного пространства и цикловая подача практически одинакова (см. табл. 2, опыты 45-48), при этом на 13 % уменьшается общий уровень $V_{ц}$, что приводит к повышению α и снижению t_T , уменьшению крутящего момента.

В части экологических показателей следует отметить главные отличия биодизеля, связанные с наличием в молекуле метиловых эфиров кислорода (10-11 %) [1, 2, 7]:

- лучшая полнота сгорания и меньший выход вредных компонентов (СО, СН и дымность);

- больший выход NO_x .

По данным [7] для ряда двигателей IDI при применении биодизеля снижение выбросов вредных веществ составляет: СО – 12 %, СН – 35 %, сажа – 50 % при повышении выбросов NO_x на 10 %. Фирма "Фольксваген" провела исследования четырёхцилиндрового вихрекамерного безнаддувного дизеля размерностью $S/D = 8,64/7,65$ и мощностью 40 кВт при его работе на дизельном топливе и биодизеле (метиловых эфирах рапсового масла). При работе двигателя на стенде по тесту ЕСЕ и переводе с дизельного топлива на биодизель выбросы СО снижаются с 4,5 до 3,57 г/тест, углеводородов - с 0,82 до 0,37 г/тест, снижаются дымность отработавших газов (на 1-2 ед. по шкале "Бош"), а оксиды азота, наоборот, возрастают с 2,56 до 3,01 г/тест.

Замена части дизельного топлива биотопливом из возобновляемых источников позволяет снизить опасность парникового эффекта, так как

CO₂, содержащийся в отработавших газах, поглощается растущими масло-содержащими растениями. Например, 1 га растущего рапса поглощает около 22 т диоксида углерода, который образуется при сгорании 6,8 т ДТ (7,8 т БД).

Рассмотрим экологические показатели двигателя ЗДТ при его работе на исследуемых видах топлив. При работе двигателя на режимах нагрузочных характеристик (см. табл. 2, опыты 1-20, 29-48) при $n = 1600 \text{ мин}^{-1}$ выбросы CO увеличиваются при переходе от ДТ к В50, кроме режима $Ne_{ном}$; при $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ видимое снижение выбросов CO при переходе от ДТ к В50 происходит в диапазоне мощности двигателя (0,5...1,0) $Ne_{ном}$. Уменьшение концентрации оксида углерода в смесевых бинарных топливах обусловлено наличием кислорода в молекулах биодизельного топлива. Характер протекания кривой CO для ДТ и В10...В50 идентичен.

Выбросы оксидов азота NO_x на каждом из режимов нагрузочных характеристик уменьшаются при переходе от ДТ к смеси В50 (см. табл. 2, опыты 1-20, 29-48), при этом эмиссия NO_x достигает максимального значения на режимах 75% $Ne_{ном}$.

Дымность отработавших газов на режимах нагрузочных характеристик возрастает по мере увеличения мощности (уменьшается α). Закономерности изменения выбросов твёрдых сажистых частиц при переходе от ДТ к В50 не просматриваются (см. табл. 2, опыты 1-20, 29-36). На режимах нагрузочной характеристики при $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ (см. табл. 2, опыты 37-48) дымность отработавших газов уменьшается при переходе от ДТ к В50, что обусловлено, как отмечалось выше, наличием в составе биодизеля 11, 1% кислорода.

Выводы.

1. Основные физико-химические показатели БД, такие как плотность, кинетическая вязкость, содержание серы, коксуемость, цетановое число, зольность, практически соответствуют ДТ.

2. В результате стендовых параметрических испытаний установлено, что параметры дизеля, полученные на бинарных смесях ДТ и БД, практически не отличаются от базовых параметров, полученных на ДТ. Ухудшение экономичности на бинарных смесях связано с уменьшением теплотворной способности топлив.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смайлис В., Сенчила В., Берейшене К. Моторные испытания РМЭ на высокооборотном дизеле воздушного охлаждения // *Двигателестроение*. - 2005. - №4. С.45-49.
2. Семенов В.Г. Анализ показателей работы дизелей на нефтяных и альтернативных топливах растительного происхождения // *Вісник Національного технічного університету. "ХПІ": Збірка наукових праць*. Харків: НТУ "ХПІ". – 2002. - №3. - С.177-197.

3. Labeckas G., Slavinskas S. The effect of rapeseed oil methyl ester on direct injection Diesel engine performance and exhaust emission // *Energy Conversion and Management*. - 2005, P.1-14.
4. Семенов В.Г. Зінченко О.А. Визначення хімічного складу альтернативних палив рослинного походження методом газорідинної хроматографії // *Збірник наукових праць*. – Хар.:ДАЗТ, 2003. - Вип. 52. - С.66-74.
5. Семенов В.Г. Определение физико-химических показателей альтернативных топлив растительного происхождения для дизелей сельскохозяйственных машин // *Збірник наукових праць Національного аграрного університету "Механізація сільськогосподарського виробництва"*. - К.: НАУ, 2003. - Том XIV. - С. 331-339.
6. Семенов В.Г., Семенова Д.У., Слипущенко В.П. Расчет высшей теплоты сгорания биотоплив // *Химия и технология топлив и масел*. - 2006. - №2. - С.46-49.
7. Марков В.А., Козлов С.И. Топлива и топливоподача многотопливных газодизельных двигателей. - М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2000. -296 с.
8. Альтернативные топлива и другие нетрадиционные источники энергии: Монография /А. Адаменко, В. Высочанский, В. Летко, М. Михайлов. - Ивано-Франковск: ИМЕ.- 2001.- 432 с.

УДК 631.589.2(082)

ТЕОРИЯ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

В.М.Булгаков, доктор технических наук, профессор
 Национальный аграрный университет Украины, м.Київ
В.А.Костюченко, доктор технических наук, профессор
 Керченский морской технологический институт

Розглянуто динаміку підйомних установок механічних пристроїв для виробництва гідропонної продукції з урахуванням пружності валів та пружно-в'язких вагомих канатів змінної довжини.

Введение. Самым трудоёмким технологическим процессом в производстве гидропонного зелёного корма на многоярусных лотковых или транспортёрных установках является доставка исходного материала на верхние ярусы и его посев. Эти трудоёмкие процессы можно механизировать, если в технологическую линию для производства кормов включить передвижную лебёдку с подъёмной емкостью специальной конструкции. Подъёмная емкость должна допускать разгрузку зерна непосредственно в лоток или посевное устройство, если цех оборудован гидропонными установками транспортёрного типа. Отличительная особенность лебёдки состоит в том, что её масса должна быть намного меньше массы подъёмной емкости с посевным материалом.

Постановка проблемы и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время гидропонные теплицы башенного типа достигают значительных высот. Так, вблизи Еревана высота такой теплицы

составляет 70 м, а под Ригой – 140 м. Высота гидропонной башни "Солнце" – 82 м, в Японии высота таких башен иногда достигает 240 м.

Существующие подземные горизонты, где могут располагаться гидропонные установки, находятся на глубине от 200 до 600 метров. Доставка исходного посевного материала на такие высоты и глубины, а также вывоз выращенного урожая может осуществляться только с помощью подъемных установок. Эти установки монтируются на верхних ярусах башен или на поверхности земли. В странах дальнего зарубежья эксплуатируются двухбарабанные, однобарабанные и безредукторные подъемные машины.

С целью создания обоснованной инженерной методики расчета подъемных установок для башенных теплиц и подземных гидропонных цехов рассмотрим, прежде всего, существующие типы конструкций этих установок, но с другими количественными и качественными признаками. Анализ этих конструкций позволит обосновать эквивалентные механические и математические модели, выдвинуть ряд гипотез и предположений, без которых невозможно исследование реальных систем.

Подъемную установку, как сложную механическую систему, можно условно расчленить на две части: подъемное устройство с приводом и грузы на концах канатов. Подъемное устройство представляет собой фактически машину (машинный агрегат), преобразующую вращение вала двигателя в поступательное движение концевых грузов посредством навивки каната на вращающийся барабан. Обычно между электродвигателем и барабаном устанавливается редуктор с зубчатым зацеплением с одной или двумя ступенями редуцирования. Соединение двигателя с редуктором и редуктора с барабанами осуществляется с помощью муфт. Валы, на которых установлены барабаны, валы редуктора и двигателя, зубчатые передачи и муфты обладают определенной упругостью. Массы валов пренебрежимо малы по сравнению с явно сосредоточенными массами ротора двигателя, редуктора двигателя, редуктора и барабанов, что позволяет их массу привести к массам машины, которые будем считать сосредоточенными.

Подъемные канаты направляются в подземный ствол с помощью направляющих шкивов, установленных на определенной высоте над землей. Участок каната от точки схода с барабана до шкива обычно составляет 10 – 20 метров, поэтому можно считать его невесомым, но обладающим определенной жесткостью.

Направляющие шкивы будем рассматривать как сосредоточенные маховые массы. Канаты представляют собой довольно сложную агрегатную конструкцию. Тип конструкции каната определяет его физические свойства и протекающие в нем динамические процессы, однако можно учитывать его интегральные характеристики показателями упруго-вязких параметров. При навивке на барабан свободные отвесы канатов меняются с течением времени цикла.

В настоящее время для обслуживания гидропонных башен и подземных гидропонных цехов в странах дальнего зарубежья используются, как упоминалось выше, двухбарабанные и однобарабанные подъемные установки. Машины этих установок для подземных цехов устанавливаются на поверхности земли, а для башенных теплиц – на верхнем их ярусе. Механическая модель и расчетная схема двухбарабанной установки изображена на рис. 1.

Перейдем к обозначениям на рис. 1. К сосредоточенным массам относится ротор I_1 , редуктор I_2 , барабаны I_3 и I_4 , направляющие шкивы I_5 и I_6 , концевые грузы Q_1 и Q_2 .

Маховые массы с моментами инерции I_i соединены между собой соответственно стационарными связями крутильной и продольной жесткости $C_{12}, C_{23}, C_{34}, K_1, K_2$. Концевые грузы веса Q_1 и Q_2 связаны с машиной упруго-вязкими нестационарными связями – канатами. К массе I_1 прикладывается момент электродвигателя $M_1(t)$. Силовой поток от двигателя через упругие связи устремляется к концевым грузам, в результате чего вся подъемная установка приводится в движение. С барабана I_3 канат свивается, опуская при этом концевой груз Q_1 . Одновременно на барабан I_4 навивается вторая ветвь каната, производя подъем груза Q_2 .

Таким образом, подъемная установка работает как бы в маятниковом режиме, поочередно поднимая полезный груз то одним, то другим канатом.

Отличительной особенностью однобарабанной подъемной установки является то, что свивание и навивание канатов происходит на одном барабане, поэтому в кинематической схеме однобарабанной установки на одну сосредоточенную массу меньше, чем в двухбарабанной. Механическая модель и расчетная схема однобарабанной установки изображена на рис. 2.

Анализ исследований и публикаций по данной проблеме. В работе [1] рассматривается динамика двух- и однобарабанных установок. Расчетные схемы представляются в виде многомассовых крутильных систем, при этом массы канатов приводятся к массам концевых грузов, а изменение длины каната не учитывается.

В работе [2] рассматриваются динамические усилия в весоном упруго-вязком канате переменной длины в отрыве от подъемной машины, где взаимное влияние неизбежно.

В работе [3] четко сформулирована "Вторая основная задача динамики каната переменной длины", однако в дальнейшем исследуются частные задачи динамики каната.

В представленной работе, в отличие от указанных выше, выведены дифференциальные уравнения динамики подъемных установок как единого электромеханического комплекса: машина – канаты – концевые грузы.

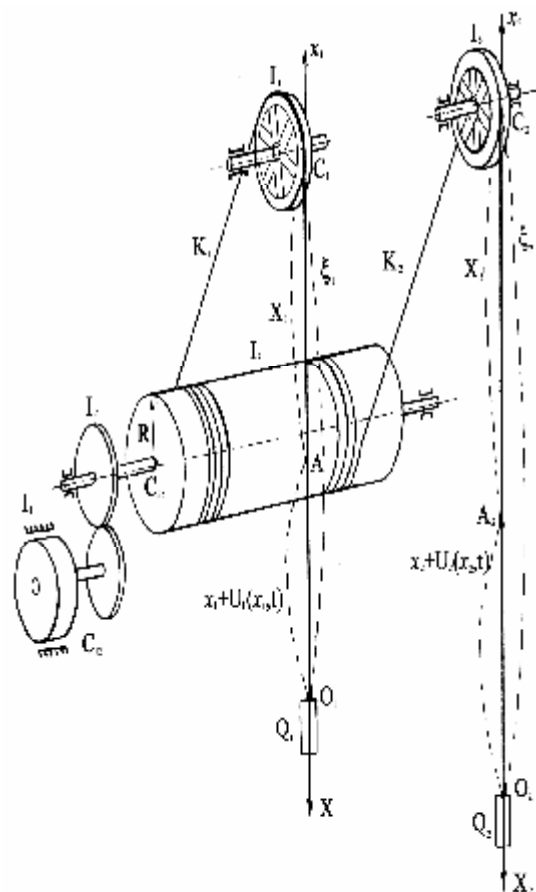
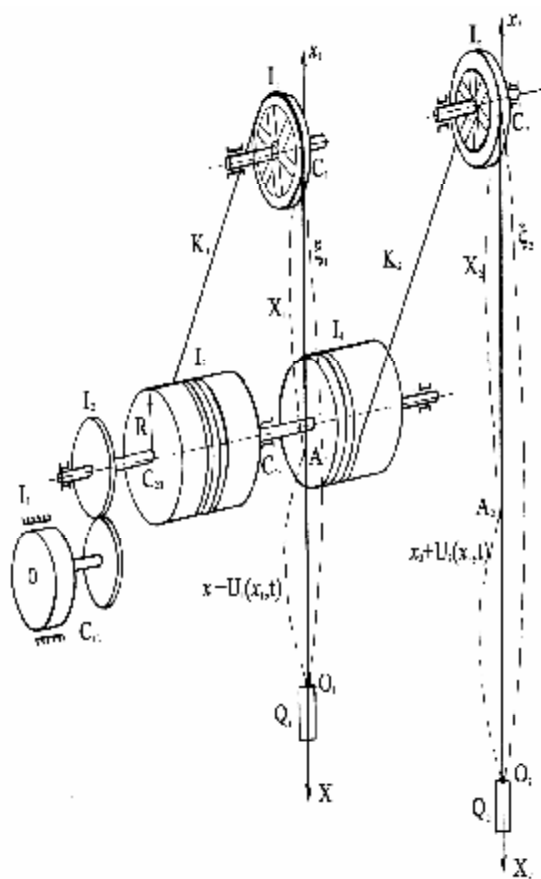


Рис. 1. Механическая модель двух- барабанной подъемной установки для подземных гидропонных цехов

Рис. 2. Механическая модель одно- барабанной подъемной установки для подземных гидропонных цехов

Цель исследований. Создание динамической теории расчета двух-барабанных и однобарабанных подъемных установок гидропонных комплексов на базе дифференциальных уравнений, описывающих динамические процессы во всех упругих элементах подъемной установки как в едином комплексе.

Результаты исследования. В представленной работе выведены дифференциальные уравнения динамики подъемных установок как единого электромеханического комплекса машина - канаты - концевые грузы.

Основные гипотезы и предположения, выбор систем отсчета и обобщенных координат.

Решение всякой задачи механики начинается с построения расчетной модели изучаемой физической системы, основанной на определенных гипотезах, и цели, которую преследует задача.

При выводе дифференциальных уравнений динамики подъемных установок будем исходить из следующих основных предположений:

1) сосредоточенные массы крупных конструктивных узлов подъемных установок представляют собой абсолютно твердые тела;

- 2) соединения сосредоточенных масс машины – абсолютно упругие невесомые связи с постоянными коэффициентами жесткости;
- 3) внешнее трение и силы аэродинамического сопротивления отсутствуют;
- 4) подъемные канаты переменной длины – весомые, идеально-гибкие, некрутящиеся, упруго-вязкие нити, подчиняющиеся гипотезе Фогта;
- 5) поперечные колебания канатов отсутствуют;
- 6) канат в точках набегания и схода не проскальзывает относительно навивочной поверхности;
- 7) податливость опор машины и направляющих шкивов пренебрежимо мала по сравнению с податливостями упругих связей силовой линии подъемной установки.

Отдельно то или иное из перечисленных предположений использовалось различными авторами в частных задачах динамики каната или машины, подтверждены теоретическими или экспериментальными исследованиями [1, 2, 3].

Перейдем к выбору систем отчета и обобщенных координат. Рассмотрим механическую модель двухбарабанной подъемной установки, изображенной на рис. 1. Поместим начало осей неподвижной системы координат в точках набегания C_2 и схода C_1 канатов со шкивов. Оси C_1X_1 и C_2X_2 направим вниз по отвесам канатов. Начало осей подвижной системы координат поместим в точках соединения канатов с сосудами O_1 и O_2 . Оси O_1x_1 и O_2x_2 направим вверх по канатам.

Тогда для произвольных точек сечений канатов A_1 и A_2 будем иметь:

$$\begin{aligned} X_1 &= \xi_1 - x_1 - U_1(x_1, t); \\ X_2 &= \xi_2 - x_2 - U_2(x_2, t), \end{aligned} \quad (1)$$

где ξ_1 и ξ_2 - абсолютные координаты точек O_1 и O_2 , x_1, x_2 - относительные координаты точек A_1 и A_2 для недеформированных канатов; U_1 и U_2 - деформации длин частей канатов O_1A_1, O_2A_2 .

Связь между ξ_1, ξ_2 и переменными длинами канатов выразится следующими зависимостями:

$$\begin{aligned} \xi_1 &= l_1(t) + U_1(l_1, t); \\ \xi_2 &= l_2(t) + U_2(l_2, t). \end{aligned} \quad (2)$$

В соответствии с допущением о непроскальзывании в точке схода и набегания канатов на шкивы имеют место следующие соотношения:

$$\begin{aligned}\frac{d\xi_1}{dt} &= V_1 + \frac{\partial U_1}{\partial t} \Big|_{x_1 = l_1}; \\ \frac{d\xi_2}{dt} &= V_2 + \frac{\partial U_2}{\partial t} \Big|_{x_2 = l_2},\end{aligned}\tag{3}$$

где V_1 и V_2 - окружные скорости шкивов.

Если обозначить абсолютные углы поворотов соответствующих сосредоточенных масс через φ_K ($K = 1, 2, 3, \dots, 6$), то переменные длины канатов определяются по формулам:

$$\left. \begin{aligned}l_1 &= l_{01} + \varphi_5 \cdot r; \\ l_2 &= l_{02} - \varphi_6 \cdot r;\end{aligned} \right\}\tag{4}$$

где l_{01} и l_{02} - начальные длины отвесов канатов; r - радиус шкивов.

Принимая φ_K, X_1, X_2 за обобщенные координаты, перейдем к выводу дифференциальных уравнений динамики подъемной установки для подземных гидропонных цехов.

Вывод дифференциальных уравнений динамики подъемной установки для подземных гидропонных цехов. Рассмотрим механическую модель двухбарабанной подъемной установки, изображенной на рис. 1.

Принимая, что движущий момент $M_1(t)$, приложенный к ротору, а также тормозные моменты $M_3(t)$ и $M_4(t)$, приложенные к барабанам, представляют собой известные функции времени, запишем общее уравнение динамики системы:

$$\begin{aligned}& [I_1\ddot{\varphi}_1 + C_{12}(\varphi_1 - i\varphi_2) - M_1(t)]\delta\varphi_1 + [I_2\ddot{\varphi}_2 + C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) - \\ & - iC_{12}(\varphi_1 - i\varphi_2)]\delta\varphi_2 + [I_3\ddot{\varphi}_3 + C_{34}(\varphi_3 - \varphi_4) - C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) + K_1R(\varphi_3R - \\ & - \varphi_5r) + M_3(t)]\delta\varphi_3 + [I_4\ddot{\varphi}_4 - C_{34}(\varphi_3 - \varphi_4) + K_2R(\varphi_4R - \varphi_6r) + \\ & + M_4(t)]\delta\varphi_4 + [I_5\ddot{\varphi}_5 - K_1r(\varphi_3R - \varphi_5r) - S_1(l_1, t)r]\delta\varphi_5 + [I_6\ddot{\varphi}_6 - K_2r(\varphi_4R - \\ & - \varphi_6r) - S_2(l_2, t)r]\delta\varphi_6 + \int_{o_1}^{l_1} \left[\left(q - \frac{\partial S_1}{\partial X_1} - \frac{q}{g} \frac{\partial^2 X_1}{\partial t^2} \right) \delta X_1 + \right. \\ & \left. + \left[Q_1 - S_1(o_1, t) - \frac{Q_1}{g} \ddot{\xi}_1 \right] \delta\xi_1 + \int_{o_2}^{l_2} \left[\left(q - \frac{\partial S_2}{\partial X_2} - \frac{q}{g} \frac{\partial^2 X_2}{\partial t^2} \right) \delta X_2 + \right. \right. \\ & \left. \left. + \left[Q_2 - S_2(o_2, t) - \frac{Q_2}{g} \ddot{\xi}_2 \right] \delta\xi_2 = 0,\right.\end{aligned}\tag{5}$$

где i - передаточное число редуктора; $C_{12}, C_{23}, C_{34}, K_1, K_2$ - жесткости соответствующих упругих связей; R - радиус барабанов; Q_1, Q_2 - концевые грузы; q - вес одного погонного метра каната; S_1, S_2 - усилия в канатах.

В соответствии с зависимостями (1), (2) и (4) можно записать общие выражения:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_1(\Phi_1, \Phi_2, l_1, t), & X_2 &= X_2(\Phi_3, \Phi_4, l_2, t), \\ \xi_1 &= \xi_1(\Phi_1, \Phi_2, l_1, t), & \xi_2 &= \xi_2(\Phi_3, \Phi_4, l_2, t). \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ - неизвестные функции времени в формулах, предложенных Г.Н. Савиным [3], для абсолютного удлинения сечений канатов:

$$\begin{aligned} U_1 &= X_1 \Phi_1 + X_1^2 \Phi_2; \\ U_2 &= X_2 \Phi_3 + X_2^2 \Phi_4. \end{aligned} \quad (7)$$

Учитывая равенство (6), найдем $\delta X_1, \delta X_2, \delta \xi_1, \delta \xi_2$, затем подставим полученные выражения в (5) и, приравняв нулю значения обобщенных сил, определим следующую систему интегро-дифференциальных соотношений:

$$\begin{aligned} I_1 \ddot{\Phi}_1 + C_{12}(\Phi_1 - i\Phi_2) &= M_1(t), \\ I_1 \ddot{\Phi}_2 + C_{23}(\Phi_2 - \Phi_3) - iC_{12}(\Phi_1 - i\Phi_2) &= 0, \\ I_3 \ddot{\Phi}_3 - C_{23}(\Phi_2 - \Phi_3) + C_{34}(\Phi_3 - \Phi_4) + K_1 R(\Phi_3 R - \Phi_5 r) &= -M_3(t), \\ I_4 \ddot{\Phi}_4 - C_{34}(\Phi_3 - \Phi_4) + K_2 R(\Phi_4 R - \Phi_6 r) &= -M_4(t), \\ I_5 \ddot{\Phi}_5 - K_1 r(\Phi_3 R - \Phi_5 r) - S_1(l_1, t)r + \int_{o_1}^{l_1} \left(q - \frac{\partial S_1}{\partial X_1} - \frac{q}{g} \frac{\partial^2 X_1}{\partial t^2} \right) \frac{\partial X_1}{\partial l_1} \frac{\partial l_1}{\partial \Phi_5} dx_1 + \\ + \left[Q_1 - S_1(o_1, t) - \frac{Q_1}{g} \ddot{\xi}_1 \right] \frac{\partial \xi_1}{\partial l_1} \frac{\partial l_1}{\partial \Phi_5} &= 0, \\ I_6 \ddot{\Phi}_6 - K_2 r(\Phi_4 R - \Phi_6 r) - S_2(l_2, t)r + \int_{o_2}^{l_2} \left(q - \frac{\partial S_2}{\partial X_2} - \frac{q}{g} \frac{\partial^2 X_2}{\partial t^2} \right) \cdot \\ \cdot \frac{\partial X_2}{\partial l_2} \frac{\partial l_2}{\partial \Phi_6} dx_2 + \left[Q_2 - S_2(o_2, t) - \frac{Q_2}{g} \ddot{\xi}_2 \right] \frac{\partial \xi_2}{\partial l_2} \frac{\partial l_2}{\partial \Phi_6} &= 0, \\ \int_{o_1}^{l_1} \left(q - \frac{\partial S_1}{\partial X_1} \right) \frac{\partial X_1}{\partial \Phi_1} dx_1 - \frac{q}{g} \int_{o_1}^{l_1} \frac{\partial^2 X_1}{\partial t^2} \frac{\partial X_1}{\partial \Phi_1} dx_1 + [Q_1 - S_1(o_1, t)] \frac{\partial \xi_1}{\partial \Phi_1} - \frac{Q_1}{g} \ddot{\xi}_1 \frac{\partial \xi_1}{\partial \Phi_1} &= 0, \\ \int_{o_1}^{l_1} \left(q - \frac{\partial S_1}{\partial X_1} \right) \frac{\partial X_1}{\partial \Phi_2} dx_1 - \frac{q}{g} \int_{o_1}^{l_1} \frac{\partial^2 X_1}{\partial t^2} \frac{\partial X_1}{\partial \Phi_2} dx_1 + [Q_1 - S_1(o_1, t)] \frac{\partial \xi_1}{\partial \Phi_2} - \frac{Q_1}{g} \ddot{\xi}_1 \frac{\partial \xi_1}{\partial \Phi_2} &= 0, \\ \int_{o_2}^{l_2} \left(q - \frac{\partial S_2}{\partial X_2} \right) \frac{\partial X_2}{\partial \Phi_3} dx_2 - \frac{q}{g} \int_{o_2}^{l_2} \frac{\partial^2 X_2}{\partial t^2} \frac{\partial X_2}{\partial \Phi_3} dx_2 + [Q_2 - S_2(o_2, t)] \frac{\partial \xi_2}{\partial \Phi_3} - \frac{Q_2}{g} \ddot{\xi}_2 \frac{\partial \xi_2}{\partial \Phi_3} &= 0, \\ \int_{o_2}^{l_2} \left(q - \frac{\partial S_2}{\partial X_2} \right) \frac{\partial X_2}{\partial \Phi_4} dx_2 - \frac{q}{g} \int_{o_2}^{l_2} \frac{\partial^2 X_2}{\partial t^2} \frac{\partial X_2}{\partial \Phi_4} dx_2 + [Q_2 - S_2(o_2, t)] \frac{\partial \xi_2}{\partial \Phi_4} - \frac{Q_2}{g} \ddot{\xi}_2 \frac{\partial \xi_2}{\partial \Phi_4} &= 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Зависимость между усилиями каната S_1, S_2 и деформациями $U_1(X_1, t), U_2(X_2, t)$ примем в виде:

$$S_1 = K \frac{\partial U_1}{\partial X_1} + \alpha \frac{\partial^2 U_1}{\partial X \partial t};$$

$$S_2 = K \frac{\partial U_2}{\partial X_2} + \alpha \frac{\partial^2 U_2}{\partial X_1 \partial t}.$$
(9)

Дифференцируя выражения (1) по соответствующим аргументам, а также учитывая формулы (3), (9) и подставляя полученные результаты в (8), получим следующую систему нелинейных дифференциальных уравнений:

$$I_1 \ddot{\phi}_1 + C_{12}(\varphi_1 - i\varphi_2) = M_1(t),$$

$$I_2 \ddot{\phi}_2 + C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) - iC_{12}(\varphi_1 - i\varphi_2) = 0,$$

$$I_3 \ddot{\phi}_3 + C_{34}(\varphi_3 - \varphi_4) - C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) + K_1 R(\varphi_3 R - \varphi_5 r) = -M_3(t),$$

$$I_4 \ddot{\phi}_4 - C_{34}(\varphi_3 - \varphi_4) + K_2 R(\varphi_4 R - \varphi_6 r) = -M_4(t),$$

$$I_5 \ddot{\phi}_5 - K_1 r(\varphi_3 R - \varphi_5 r) = Q_1 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_1 + \dot{l}_1 \dot{\Phi}_1 + l_1 \ddot{\Phi}_1 + 2l_1 \dot{l}_1 \dot{\Phi}_2 + l_1^2 \ddot{\Phi}_2) \right] r +$$

$$+ ql_1 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_1 + \dot{l}_1 \dot{\Phi}_1 + \frac{1}{2} l_1 \ddot{\Phi}_1 + 2l_1 \dot{l}_1 \dot{\Phi}_2 + \frac{2}{3} l_1^2 \ddot{\Phi}_2) \right] r,$$

$$I_6 \ddot{\phi}_6 - K_2 r(\varphi_4 R - \varphi_6 r) = -Q_2 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_2 + \dot{l}_2 \dot{\Phi}_3 + l_2 \ddot{\Phi}_3 + 2l_2 \dot{l}_2 \dot{\Phi}_4 + l_2^2 \ddot{\Phi}_4) \right] r -$$

$$- ql_2 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_2 + \dot{l}_2 \dot{\Phi}_3 + \frac{1}{2} l_2 \ddot{\Phi}_3 + 2l_2 \dot{l}_2 \dot{\Phi}_4 + \frac{2}{3} l_2^2 \ddot{\Phi}_4) \right] r,$$

$$\frac{l_1}{g} (Q_1 + \frac{ql_1}{3}) \ddot{\Phi}_1 + \left[\frac{\dot{l}_1}{g} (Q_1 + \frac{ql_1}{2}) + \alpha \right] \dot{\Phi}_1 + K\Phi_1 + \frac{l_1^2}{g} (Q_1 + \frac{5ql_1}{12}) \ddot{\Phi}_2 +$$

$$+ l_1 \left[\frac{2}{g} (Q_1 + \frac{ql_1}{2}) \dot{l}_1 + \alpha \right] \dot{\Phi}_2 + Kl_1 \Phi_2 = (Q_1 + \frac{ql_1}{2}) (1 - \frac{\ddot{l}_1}{g}),$$

$$\frac{l_1}{g} (Q_1 + \frac{5ql_1}{12}) \ddot{\Phi}_1 + \left[\frac{\dot{l}_1}{g} (Q_1 + \frac{2ql_1}{3}) + \alpha \right] \dot{\Phi}_1 + K\Phi_1 + \frac{l_1^2}{g} (Q_1 + \frac{8ql_1}{15}) \ddot{\Phi}_2 +$$

$$+ l_1 \left[\frac{2}{g} (Q_1 + \frac{2ql_1}{3}) \dot{l}_1 + \frac{4}{3} \alpha \right] \dot{\Phi}_2 + \frac{4}{3} Kl_1 \Phi_2 = (Q_1 + \frac{2ql_1}{3}) (1 - \frac{\ddot{l}_1}{g}),$$

$$\frac{l_2}{g} (Q_2 + \frac{ql_2}{3}) \ddot{\Phi}_3 + \left[\frac{\dot{l}_2}{g} (Q_2 + \frac{ql_2}{2}) + \alpha \right] \dot{\Phi}_3 + K\Phi_3 + \frac{l_2^2}{g} (Q_2 + \frac{5ql_2}{12}) \ddot{\Phi}_4 +$$

$$+ l_2 \left[\frac{2}{g} (Q_2 + \frac{ql_2}{2}) \dot{l}_2 + \alpha \right] \dot{\Phi}_4 + Kl_2 \Phi_4 = (Q_2 + \frac{ql_2}{2}) (1 - \frac{\ddot{l}_2}{g}),$$
(10)

$$\begin{aligned} & \frac{l_2}{g}(Q_2 + \frac{5ql_2}{12})\ddot{\Phi}_3 + \left[\frac{\dot{l}_2}{g}(Q_2 + \frac{2ql_2}{3}) + \alpha \right] \dot{\Phi}_3 + K\Phi_3 + \frac{l_2^2}{g}(Q_2 + \frac{8ql_2}{15})\ddot{\Phi}_4 + \\ & + l_2 \left[\frac{2}{g}(Q_2 + \frac{2ql_2}{3})\dot{l}_2 + \frac{4}{3}\alpha \right] \dot{\Phi}_4 + \frac{4}{3}Kl_2\Phi_4 = (Q_2 + \frac{2ql_2}{3})(1 - \frac{\ddot{l}_2}{g}), \\ & l_1 = l_{01} + \varphi_3 r; \quad l_2 = l_{02} - \varphi_6 r. \end{aligned} \quad (11)$$

Полученная система нелинейных уравнений описывает динамические процессы во всех упругих элементах подъемной установки как в едином комплексе и может быть применена для исследования динамических нагрузок как в упругих элементах подъемной машины, так и в канатах в любой период цикла подъема.

В дальнейшем для исследования полученной системы уравнений ограничимся рассмотрением основного тона колебаний канатов, то есть в формуле (7) положим $\Phi_2 = \Phi_4 = 0$. Кроме того, приведем массы направляющих шкивов к массе соответствующих барабанов. Такое приведение будет тем справедливее, чем меньше массы шкивов и жестче связи, соединяющие их с машиной. Как показали исследования [1–3], исключение из схемы масс направляющих шкивов и соответствующее их приведение не вносит существенной погрешности, так как в реальных установках массы направляющих шкивов обычно на два порядка меньше маховых масс машины.

При этом упрощенная расчетная схема двухбарабанной подъемной установки принимает вид, представленный на рис. 3.

С учетом этих замечаний система уравнений (10) приобретает вид:

$$\begin{aligned} & I_1\ddot{\Phi}_1 + C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) = M_1(t), \\ & I_2\ddot{\Phi}_2 + C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) - C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) = 0, \\ & I_3\ddot{\Phi}_3 - C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) + C_{34}(\varphi_3 - \varphi_4) = Q \left[1 - \frac{1}{g}(\ddot{l}_1 + \dot{l}_1\dot{\Phi}_1 + l_1\ddot{\Phi}_1) \right] R + \\ & + ql_1 \left[1 - \frac{1}{g} \left(\ddot{l}_1 + \dot{l}_1\dot{\Phi}_1 + \frac{1}{2}l_1\ddot{\Phi}_1 \right) \right] R - M_3(t), \\ & I_4\ddot{\Phi}_4 - C_{34}(\varphi_3 - \varphi_4) = -Q_2 \left[1 - \frac{1}{g}(\ddot{l}_2 + \dot{l}_2\dot{\Phi}_3 + l_2\ddot{\Phi}_3) \right] R - \\ & - ql_2 \left[1 - \frac{1}{g} \left(\ddot{l}_2 + \dot{l}_2\dot{\Phi}_3 + \frac{1}{2}l_2\ddot{\Phi}_3 \right) \right] R - M_4(t), \\ & \frac{l_1}{g} \left(Q_1 + \frac{ql_1}{3} \right) \ddot{\Phi}_1 + \left[\frac{\dot{l}_1}{g} \left(Q_1 + \frac{ql_1}{2} \right) + \alpha \right] \dot{\Phi}_1 + K\Phi_1 = \left(Q_1 + \frac{ql_1}{2} \right) \left(1 - \frac{\ddot{l}_1}{g} \right), \end{aligned} \quad (12)$$

$$\frac{l_2}{g} \left(Q_2 + \frac{ql_2}{3} \right) \ddot{\Phi}_3 + \left[\frac{\dot{l}_2}{g} \left(Q_2 + \frac{ql_2}{3} \right) + \alpha \right] \dot{\Phi}_3 + K\Phi_3 = \left(Q_2 + \frac{ql_2}{2} \right) \left(1 - \frac{\ddot{l}_2}{g} \right).$$

К этим уравнениям также следует присоединить уравнения нестационарных связей:

$$\begin{aligned} l_2 &= l_{02} - \varphi_4 R; \\ l_1 &= l_{01} + \varphi_3 R. \end{aligned} \quad (13)$$

Под I_1 и C_{12} следует понимать приведенный момент инерции ротора двигателя и приведенную жесткость вала на участке ротор-редуктор к оси коренного вала.

Полученная система уравнений была положена в основу дальнейших исследований динамики двухбарабанных подъемных машин.

Дифференциальные уравнения динамики однобарабанных подъемных установок.

Если предположить, что жесткость коренного вала на участке между барабанами эквивалентной схемы рис.1 бесконечна (рис.2), то уравнения (10) совместно с условиями (4) для однобарабанной подъемной машины, согласно принятых обозначений, запишутся в следующем виде:

$$\begin{aligned} I_1 \ddot{\Phi}_1 + C_{12}(\varphi_1 - i\varphi_2) &= M_1(t), \\ I_2 \ddot{\Phi}_2 + C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) - iC_{12}(\varphi_1 - i\varphi_2) &= 0, \\ I_3 \ddot{\Phi}_3 - C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) + K_1 R(\varphi_3 R - \varphi_4 r) + K_2 R(\varphi_3 R - \varphi_5 r) &= -M_3(t), \\ I_4 \ddot{\Phi}_4 + K_1 r(\varphi_3 R - \varphi_4 r) &= Q_1 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_1 + \dot{l}_1 \dot{\Phi}_1 + l_1 \ddot{\Phi}_1 + 2l_1 \dot{l}_1 \dot{\Phi}_2 + l_1^2 \ddot{\Phi}_2) \right] r + \\ &+ ql_1 \left[1 - \frac{1}{g} \left(\ddot{l}_1 + \dot{l}_1 \dot{\Phi}_1 + \frac{1}{2} l_1 \ddot{\Phi}_1 + 2l_1 \dot{l}_1 \dot{\Phi}_2 + \frac{2}{3} l_1^2 \ddot{\Phi}_2 \right) \right] r, \\ I_5 \ddot{\Phi}_5 - K_2 r(\varphi_3 R - \varphi_5 r) &= -Q_2 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_2 + \dot{l}_2 \dot{\Phi}_3 + l_2 \ddot{\Phi}_3 + 2l_2 \dot{l}_2 \dot{\Phi}_4 + l_2^2 \ddot{\Phi}_4) \right] r - \\ &- ql_2 \left[1 - \frac{1}{g} \left(\ddot{l}_2 + \dot{l}_2 \dot{\Phi}_3 + \frac{1}{2} l_2 \ddot{\Phi}_3 + 2l_2 \dot{l}_2 \dot{\Phi}_4 + \frac{2}{3} l_2^2 \ddot{\Phi}_4 \right) \right] r, \\ \frac{l_1}{g} \left(Q_1 + \frac{ql_1}{3} \right) \ddot{\Phi}_1 + \left[\frac{\dot{l}_1}{g} \left(Q_1 + \frac{ql_1}{2} \right) + \alpha \right] \dot{\Phi}_1 + K\Phi_1 + \frac{l_1^2}{g} \left(Q_1 + \frac{5ql_1}{12} \right) \ddot{\Phi}_2 + \\ &+ l_1 \left[\frac{2}{g} \left(Q_1 + \frac{ql_1}{2} \right) \dot{l}_1 + \alpha \right] \dot{\Phi}_2 + l_1 K\Phi_2 = \left(Q_1 + \frac{ql_1}{2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\ddot{l}_1}{g} \right), \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned}
& \frac{l_1}{g} \left(Q_1 + \frac{5ql_1}{12} \right) \ddot{\Phi}_1 + \left[\frac{\dot{l}_1}{g} \left(Q_1 + \frac{2ql_1}{3} \right) + \alpha \right] \dot{\Phi}_1 + K\Phi_1 + \frac{l_1^2}{g} \left(Q_1 + \frac{8ql_1}{15} \right) \ddot{\Phi}_2 + \\
& + l_1 \left[\frac{2}{g} \left(Q_1 + \frac{2ql_1}{3} \right) \dot{l}_1 + \frac{4}{3} \alpha \right] \dot{\Phi}_2 + \frac{4}{3} Kl_1 \Phi_2 = \left(Q_1 + \frac{2ql_1}{3} \right) \left(1 - \frac{\dot{l}_1}{g} \right), \\
& \frac{l_2}{g} \left(Q_2 + \frac{ql_2}{3} \right) \ddot{\Phi}_3 + \left[\frac{\dot{l}_2}{g} \left(Q_2 + \frac{ql_2}{3} \right) + \alpha \right] \dot{\Phi}_3 + K\Phi_3 + \frac{l_2^2}{g} \left(Q_2 + \frac{5ql_2}{12} \right) \ddot{\Phi}_4 + \\
& + l_2 \left[\frac{2}{g} \left(Q_2 + \frac{ql_2}{2} \right) \dot{l}_2 + \alpha \right] \dot{\Phi}_4 + Kl_2 \Phi_4 = \left(Q_2 + \frac{ql_2}{2} \right) \left(1 - \frac{\dot{l}_2}{g} \right), \\
& \frac{l_2}{g} \left(Q_2 + \frac{5ql_2}{12} \right) \ddot{\Phi}_3 + \left[\frac{\dot{l}_2}{g} \left(Q_2 + \frac{2ql_2}{3} \right) + \alpha \right] \dot{\Phi}_3 + K\Phi_3 + \frac{l_2^2}{g} \left(Q_2 + \frac{8ql_2}{15} \right) \ddot{\Phi}_4 + \\
& + l_2 \left[\frac{2}{g} \left(Q_2 + \frac{2ql_2}{3} \right) \dot{l}_2 + \frac{4}{3} \alpha \right] \dot{\Phi}_4 + \frac{4}{3} Kl_2 \Phi_4 = \left(Q_2 + \frac{2ql_2}{3} \right) \left(1 - \frac{\dot{l}_2}{g} \right).
\end{aligned}$$

К уравнениям (14) следует присоединить уравнения связей:

$$\begin{aligned}
l_1 &= l_{01} + \varphi_4 R; \\
l_2 &= l_{02} - \varphi_5 R.
\end{aligned} \tag{15}$$

В целях упрощения системы (14) примем те же предположения, как и при упрощении системы (12).

Упрощенная расчетная схема однобарабанной установки показана на рис. 4.

В результате несложных преобразований получим систему пяти нелинейных уравнений:

$$\begin{aligned}
I_1 \ddot{\Phi}_1 + C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) &= M_1(t), \\
I_2 \ddot{\Phi}_2 + C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) - C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) &= 0, \\
I_3 \ddot{\Phi}_3 - C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) &= Q_1 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_1 + \dot{l}_1 \dot{\Phi}_1 + \dot{l}_1 \ddot{\Phi}_1) \right] R + \\
& + ql_1 \left[1 - \frac{1}{g} \left(\ddot{l}_1 + \dot{l}_1 \dot{\Phi}_1 + \frac{1}{2} \dot{l}_1 \ddot{\Phi}_1 \right) \right] R - Q_2 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_2 + \dot{l}_2 \dot{\Phi}_3 + \dot{l}_2 \ddot{\Phi}_3) \right] R - \\
& - ql_2 \left[1 - \frac{1}{g} \left(\ddot{l}_2 + \dot{l}_2 \dot{\Phi}_3 + \frac{1}{2} \dot{l}_2 \ddot{\Phi}_3 \right) \right] R - M_3(t), \\
\frac{l_1}{g} \left(Q_1 + \frac{ql_1}{3} \right) \ddot{\Phi}_1 + \left[\frac{\dot{l}_1}{g} \left(Q_1 + \frac{ql_1}{2} \right) + \alpha \right] \dot{\Phi}_1 + K\Phi_1 &= \left(Q_1 + \frac{ql_1}{2} \right) \left(1 - \frac{\dot{l}_1}{g} \right), \\
\frac{l_2}{g} \left(Q_2 + \frac{ql_2}{3} \right) \ddot{\Phi}_3 + \left[\frac{\dot{l}_2}{g} \left(Q_2 + \frac{ql_2}{3} \right) + \alpha \right] \dot{\Phi}_3 + K\Phi_3 &= \left(Q_2 + \frac{ql_2}{2} \right) \left(1 - \frac{\dot{l}_2}{g} \right).
\end{aligned} \tag{16}$$

К этим уравнениям присоединяем уравнения нестационарных связей

$$\begin{aligned}
 l_1 &= l_{01} + \varphi_3 R; \\
 l_2 &= l_{02} - \varphi_3 R.
 \end{aligned}
 \tag{17}$$

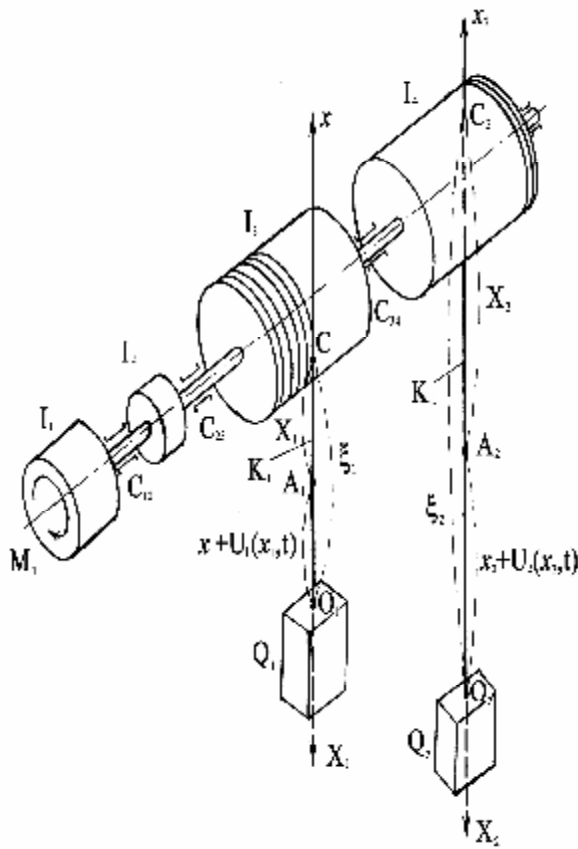


Рис. 3. Упрощенная расчетная схема двухбарабанной подъемной установки для подземных гидропонных цехов

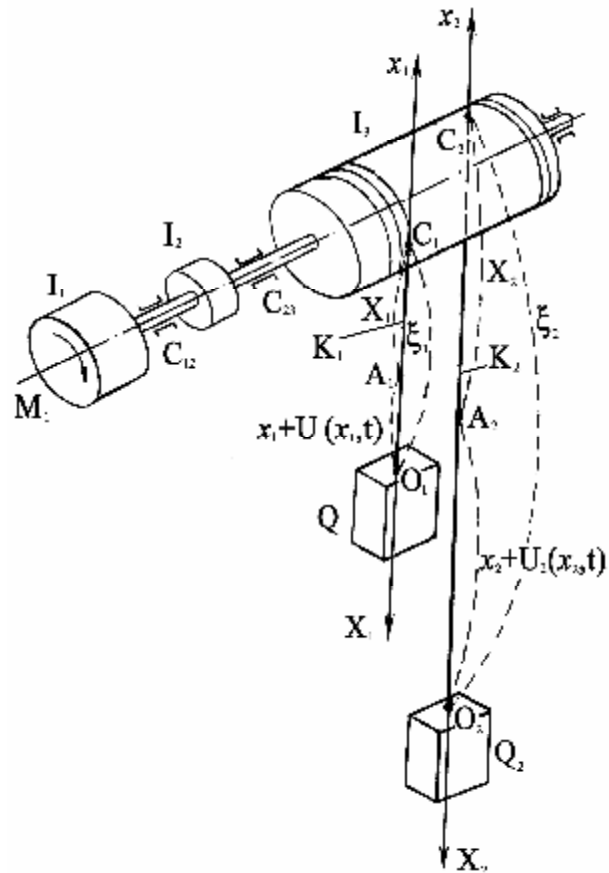


Рис. 4. Упрощенная расчетная схема однобарабанной подъемной установки для подземных гидропонных цехов

Полученные системы уравнений (14-15), а также (16-17), описывают динамику однобарабанной подъемной установки с учетом весомых упруговязких переменных длин канатов.

Уравнения динамики двухбарабанных подъемных установок (12) и (13) приемлемы для исследования динамики однобарабанных подъемных установок с разрезным барабаном, однако следует учесть, что в период движения, когда неподвижная и переставная части барабана соединены между собой навитым канатом, приведенная жесткость C_{34} определяется крутильной жесткостью каната.

В случае одноконцевого подъема в уравнениях динамики подъемных установок следует положить вес одного из концевых грузов, переменную длину каната, на котором подвешен этот груз, а также его относительную деформацию равными нулю ($Q = 0$; $l = 0$; $\Phi = 0$).

В настоящее время в нашей стране и за рубежом в целях простоты и надежности в автоматическом управлении, долговечности и снижения ка-

питательных затрат проявляется тенденция к созданию безредукторных подъемных установок. Механическая модель такой подъемной установки изображена на рис. 5.

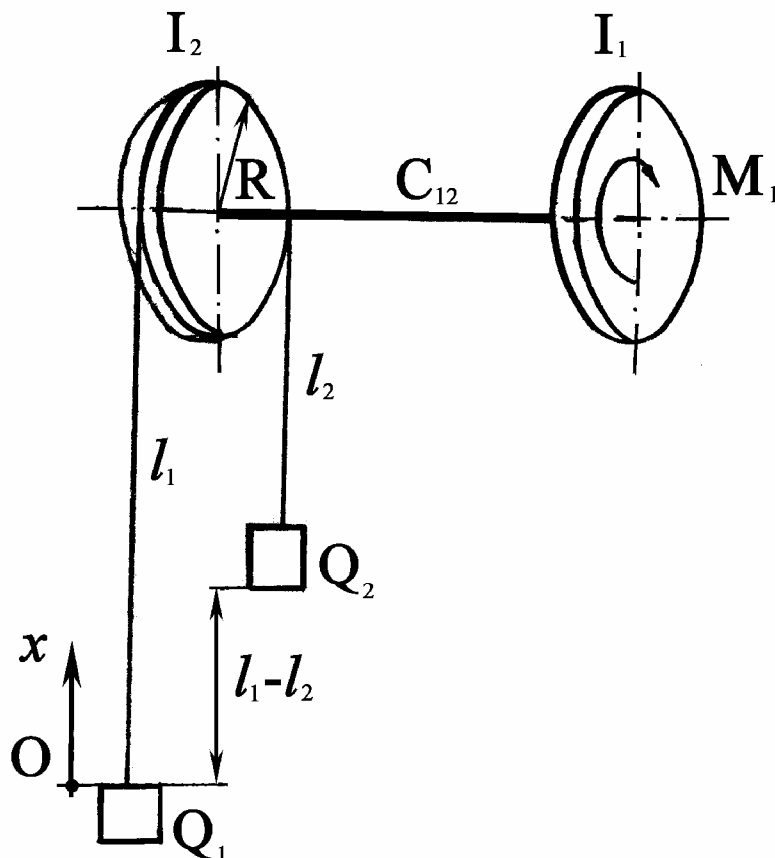


Рис. 5. Расчетная схема однобарабанной подъемной установки для подземных гидропонных цехов

Динамика этой установки описывается следующей системой нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}
 I_1 \ddot{\varphi}_1 + C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) &= M_1(t), \\
 I_2 \ddot{\varphi}_2 - C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) &= Q_1 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_1 + \dot{l}_1 \dot{\varphi}_1 + l_1 \ddot{\varphi}_1) \right] R + \\
 + ql_1 \left[1 - \frac{1}{g} \left(\ddot{l}_1 + \dot{l}_1 \dot{\varphi}_1 + \frac{1}{2} l_1 \ddot{\varphi}_1 \right) \right] R - Q_2 \left[1 - \frac{1}{g} (\ddot{l}_2 + \dot{l}_2 \dot{\varphi}_2 + l_2 \ddot{\varphi}_2) \right] - \\
 - ql_2 \left[1 - \frac{1}{g} \left(\ddot{l}_2 + \dot{l}_2 \dot{\varphi}_2 + \frac{1}{2} l_2 \ddot{\varphi}_2 \right) \right] R - M_2(t), \\
 \frac{l_1}{g} \left(Q_1 + \frac{ql_1}{3} \right) \ddot{\varphi}_1 + \left[\frac{\dot{l}_1}{g} \left(Q_1 + \frac{ql_1}{2} \right) + \alpha \right] \dot{\varphi}_1 + K\varphi_1 &= \left(Q_1 + \frac{ql_1}{2} \right) \left(1 - \frac{\ddot{l}_1}{g} \right), \\
 \frac{l_2}{g} \left(Q_2 + \frac{ql_2}{3} \right) \ddot{\varphi}_2 + \left[\frac{\dot{l}_2}{g} \left(Q_2 + \frac{ql_2}{2} \right) + \alpha \right] \dot{\varphi}_2 + K\varphi_2 &= \left(Q_2 + \frac{ql_2}{2} \right) \left(1 - \frac{\ddot{l}_2}{g} \right),
 \end{aligned} \tag{18}$$

с уравнениями нестационарных связей

$$\begin{aligned}l_1 &= l_{01} + \varphi_2 R; \\l_2 &= l_{02} - \varphi_2 R.\end{aligned}\tag{19}$$

Небезынтересно отметить, что уравнение движения подъемной установки как абсолютно жесткой системы, полученное впервые академиком М.М. Федоровым, можно получить из системы уравнений (10), если соответственно все жесткости принять бесконечно большими, т.е. $\varphi_1 = \varphi_2 = \dots = \varphi_n$, $\Phi_K = 0$, ($K = 1, 2, 3, 4$) и сложить первые шесть уравнений.

Тогда в наших обозначениях будем иметь следующее уравнение:

$$M = (Q_1 - Q_2)R - qR^2\varphi - q(l_{01} - l_{02})R - \left\{ I + \frac{[Q_1 + Q_2 + q(l_{01} - l_{02})]R^2}{g} \right\} \ddot{\varphi},$$

где $I = \sum I_K$ - момент инерции, $M_1(t) - M_2(t) = M$ - момент движущих сил.

Движущие силы подъемной установки.

Подъемная установка приводится в движение электродвигателем переменного или постоянного тока. В приводе постоянного тока, как правило, применяется система ГД. В приводе переменного тока наибольшее распространение получил асинхронный двигатель с фазовым ротором (95 % подъемов), произведенный в нашей стране, включаемый по различным схемам.

С точки зрения динамических процессов в механической части установки наиболее неблагоприятен асинхронный двигатель с контакторным запуском на металлических сопротивлениях, т.к. включение и переключение ступеней сопротивлений обуславливают скачкообразное приложение внешнего возмущения (движущего момента).

Наиболее характерным показателем динамических качеств механической системы является первый максимум упругих колебаний, возникающих в упругой связи в результате внешнего возмущения.

В связи с этим наиболее интересно в задачах динамики рассматривать систему с асинхронным приводом.

Будем во всех исследованиях полагать, что движущий момент электродвигателя за время $1/4$ периода колебаний самого низкого тока остается постоянным (т.е. за время нарастания динамической нагрузки до первого максимума можно воспользоваться статическими механическими характеристиками двигателя).

С достаточной для инженерной практики точностью можно полагать, что в интервале переключений рабочие участки пусковых характеристик прямолинейны.

Для абсолютно жесткой системы это обуславливает экспоненциальную зависимость динамической составляющей момента подъемного двигателя во времени:

$$M = M_0 e^{-r_n t},\tag{20}$$

где $M_{\partial} = M_1 + M_3 - QR(1 \pm \delta)$ - избыточный или ускоряющий момент двигателя; δ - степень статической неуравновешиваемости системы; r_n - параметр реостатной характеристики.

Обычно параметр реостатной характеристики равен:

$$r_n = 0,1 \div 0,5.$$

Пуск асинхронного двигателя создает неперриодическое воздействие на систему. Наиболее близким к действительности будет случай, когда избыточный момент двигателя в функции скорости меняется по прямой. Уравнение прямой в координатах $(M, \dot{\phi})$ дает возможность выразить изменение момента в виде:

$$M = M_{\partial} \left(1 - \frac{\dot{\phi}}{\dot{\phi}_c} \right), \quad (21)$$

где $\dot{\phi}_c$ - синхронная скорость двигателя.

Помимо активных движущих сил на систему действуют силы поднимаемого груза, силы веса неуравновешенных участков каната. Момент двигателя должен обеспечить заданную тахограмму подъема с учетом всех внешних силовых факторов, действующих на элементы подъемной установки. Для этого расчет двигателя и станции роторных сопротивлений осуществляется, исходя из предположения об абсолютных жесткостях всех элементов установки по известной методике.

В дальнейшем при исследовании динамических процессов в упругих звеньях установки будем полагать, что момент двигателя обеспечивает заданное (среднее) ускорение движущегося груза в соответствии с тахограммой подъема.

Выводы

1. Составлены системы дифференциальных уравнений, описывающие динамику подъемных установок различных конструкций механических устройств для производства гидропонной продукции.

2. Дальнейшее решение полученных систем дифференциальных уравнений позволит определить как динамические усилия в упруго-вязких канатах переменной длины, так и момент сил упругости в валах машины. Более того, эти уравнения в целом применимы для решения других задач синтеза подъемных установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубенцев А.Н. Динамика переходных процессов в машинах со многими массами. – М.: Машгиз, 1969.
2. Глушко Я.М. Динамические усилия в подъемных канатах переменной длины. – Труды МакНИИ, 1969.
3. Савин Г.Н., Горошко О.А. Динамика нити переменной длины. – К.: Изд-во АН УССР, 1962.

ДО ПЕРСПЕКТИВ ЕФЕКТИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ В УКРАЇНІ

*О.В.Сидорчук, доктор технічних наук, професор
Національний науковий центр "ІМЕСГ", УААН*

*В.М.Булгаков, доктор технічних наук, чл.-кор УААН
Національний аграрний університет, м.Київ*

Проаналізовано сучасний стан виробництва найважливішої культури сільського господарства – льону в Україні. Намічено загальні шляхи подолання кризи, яка спостерігається в останні роки в цій галузі

Вступ. За останні десять років льонарство в Україні зазнало найбільшої кризи серед інших галузей сільського господарства. Так, посівні площі льону зменшилися більш ніж на 85 %, урожайність знизилася фактично в 2 рази. Валовий збір льону-довгунця за вказаний період, в цілому, знизився майже на 93 %.

Однак, спільними зусиллями вчених Української академії аграрних наук, Національного наукового центру "ІМЕСГ", Національного аграрного університету, Луцького державного технічного університету та інших організацій, яким не байдужа доля відродження минулих льонарських традицій країни, в останні роки було проведено ряд першочергових заходів, спрямованих на повернення Україні статусу провідної льоно держави. Одним з таких заходів є проведення розширених засідань Відділення механізації і електрифікації сільського господарства УААН, рішення яких направлені на відродження льонарства у нашій державі і визначення його, як однієї з найбільш важливих і пріоритетних галузей сільського господарства.

Прийнято державну програму "Льон", в якій передбачено нарощування виробництва льону-довгунця, як за рахунок збільшення посівних площ, так і загального підвищення його урожайності. Намічено ряд першочергових заходів з проектування, розробки та виробництва техніки для вирощування та збирання льону. Але виконання цієї програми ускладнюється насамперед відсутністю коштів для закупівлі необхідних ресурсів виробництва. Ті незначні кредитні кошти, які виділені господарствам Західному регіону комерційними банками під гарантії Уряду, використовуються в першу чергу не для вирощування льону, а для виробництва більш прибуткових культур (зернових, цукрових буряків та т. ін.).

Результати дослідження. Не дивлячись на скрутне становище як з посівним матеріалом, так і з технікою для вирощування та збирання льону в 2005 році в Західному регіоні України прогнозується незначне збільшення виробництва льону-довгунця в середньому на 2,2 тис. центнерів. На жаль, збільшення виробництва льону прогнозується лише у Львівській та

Чернівецькій областях, оскільки у льоносіючих господарствах цих областей було збільшено в цьому році його посівні площі.

За даними Держкомстату України та Центру економічних досліджень сільськогосподарського ринку, які наведено у табл. 1, бачимо динаміку змін за останні десять років виробництва льону у льоносіючих областях Західного регіону України.

Таблиця 1

**Виробництво льону-довгунця
(всі категорії господарств, тис. центнерів)**

Льоносіючі області України	Роки					2000 р. в % до 1999 р.	Прогноз 2010 р.
	1990	1996	1998	1999	2000		
Волинська	139,0	28,6	4,1	2,0	1,0	50	1,0
Ів. Франківська	118,7	10,3	8,8	10,9	6,0	55	6,0
Львівська	136,6	12,2	6,1	8,7	10	114,9	11,2
Рівненська	94,0	8,3	4,3	1,9	1,0	52,6	1,0
Хмельницька	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-
Чернівецька	19,9	1,6	1,5	1,6	3,0	187,5	3,3
Всього	508,3	61	24,9	25,3	21,0	83,0	23,2
Україна	1080,8	177,7	93,4	55,8	80,4	144,1	

Таблиця 2

Посівні площі лону-довгунця (всі категорії господарств, тис. га)

Льоносіючі області України	Роки					2000 р. в % до 1999 р.	Прогноз 2010 р.
	1990	1996	1998	1999	2000		
Волинська	24,68	9,18	1,63	0,94	0,39	41,5	0,38
Ів. Франківська	15,85	3,85	1,81	2,38	1,87	78,5	1,86
Львівська	23,44	3,57	1,67	2,35	2,45	4,3	2,48
Рівненська	15,77	3,41	1,37	0,82	0,34	41,5	0,34
Хмельницька	0,03	0,01	0,01	0,01	-	-	-
Чернівецька	2,94	0,28	0,27	0,29	0,39	34,5	0,40
Всього	82,71	20,3	6,76	6,78	5,44	80,2	5,46
Україна	169,38	54,63	25,92	21,04	19,04	91,7	*

*Джерело – Держкомстат, прогноз і розрахунки Центру економічних досліджень сільськогосподарського ринку.

Як показують дані табл. 1, у 2000 році у порівнянні до попереднього року виробництво льону скоротилося майже на 4,3 тис. тонн, що становить 83,3 %. Найбільше скорочення виробництва льону відбулося у Волинській – на 50 %, Івано-Франківській – на 55 % та Рівненській – на 52,6 % областях.

Прогнозується, що в 2010 році в регіоні відбудеться незначне збільшення посівів льону-довгунцю на 0,02 тис. га. Збільшення посівів відбудеться, в основному, за рахунок господарств Львівської та Чернівецької областей.

В 2005 році зберегалася тенденція до скорочення посівних площ в регіоні (табл.2). Це пов'язано з тим, що господарствам зараз більш вигідно вирощувати зернові та інші культури, оскільки льнопереробна промисловість у країні майже не працює. А тому господарствам стає економічно не вигідно вирощувати льон, хоча попит на продукцію льонарства надалі залишається великим і буде постійно зростати. У зв'язку з відсутністю бавовнику в Україні, льон можна вважати майже стратегічною сировиною.

Як бачимо з даних табл. 2, найбільше зменшилися посіви льону до 1999 року в господарствах Волинської – 0,55 тис. га та Рівненської – 0,48 тис. га областях.

Якщо ретельно проаналізувати стан виробництва льону в Західному регіоні України, то дослідження господарств, які займаються вирощуванням цієї культури, показали, що льон-довгунець сіють реформовані колективні господарства і радгоспи. Обумовлюється це тим, що у них ще залишилася стара техніка для його вирощування та збирання. Але це також слід вважати тимчасовим явищем, якщо на ближню перспективу не буде радикальних заходів на державному рівні, спрямованих на відродження льонарської галузі.

У фермерських господарствах площі зайняті під льоном також незначні – 0,06 тис. га і на ринок льону їх продукція практично не впливає. В особистих підсобних господарствах населення в регіоні в 2005 році льону майже не сіяли зовсім. Ця тенденція збереглася і на початку 2006 року. Це пов'язано з відсутністю в господарствах, у фермерів та у населення матеріально-технічної бази, зокрема машин для вирощування та збирання льону. А та техніка, що залишилась у господарствах, є фізично та морально застарілою і, в основному, є майже не працездатною. Цілком зрозуміло, що на малих посівних площах неможливо запровадити прогресивні технології вирощування льону.

Аналіз стану льонозбиральної техніки показав, що на даний час в господарствах регіону знаходиться близько 700 шт. льонозбиральних комбайнів. З них 60 – 65 % є морально і фізично застарілими. Розрахунки показують, що зараз потреба в цих комбайнах становить майже 2500 штук. Тому для забезпечення попиту на льонозбиральні комбайни потрібно щороку поставляти їх в регіон не менш ніж 350 – 400 штук.

Таким чином, виконання цієї частини програми забезпечить, у свою чергу, працею галузь сільськогосподарського машинобудування і приведе до того, що відпаде необхідність у закупівлі дорогої закордонної техніки.

Відсутність матеріально-технічної бази, нових прогресивних технологій вирощування льону та недостатня забезпеченість сортовим насінням позначається на низькій урожайності льону. Цей показник в середньому по регіону нижчий, ніж в цілому по Україні.

Прогнозується, що в 2010 році відбудеться незначне збільшення урожайності, зокрема в Івано-Франківській, Львівській та Чернівецькій

областях. А у Волинській та Рівненській областях навпаки передбачається незначне зниження урожайності, в першу чергу цей показник зменшиться внаслідок недостатньої кількості та застарілості техніки, що призведе до значних втрат при збиранні врожаю.

Хоча, як в регіоні так і в цілому по Україні, починаючи з 1996 року спостерігалось деяке збільшення урожайності льону, але вона все одно залишається на досить низькому рівні. Найнижча урожайність льону спостерігається в Рівненській – 2,3 ц/га, Івано–Франківській – 3,1 ц/га та Волинській областях – 3,7 ц/га. Найвища в Чернівецькій області – 8,3 ц/га.

Проаналізуємо стан виробництва продукції льонарства в Західному регіоні та в Україні в цілому.

Аналізуючи попит на льон-довгунець, як на сировину, треба брати до уваги, що він залежить від попиту на продукти його переробки [1, 2]. Це льоноволокно, льняна пряжа, шпагати, ватин, котонін, тканина пакувальна, вата медична та т. ін.

Як бачимо з даних табл. 3 зменшення виробництва льоноволокна адекватне зменшенню вирощування льону-довгунця.

Однак вже в 2006 році в регіоні прогнозується незначне збільшення виробництва льоноволокна. Збільшення виробництва льоноволокна відбудеться за рахунок збільшення виробництва на Старосамбірському льонокомбінаті Львівської області.

Таблиця 3

Виробництво льоноволокна в Україні, т

Льоносіючі області України	Роки			2002 р. до 2007 р.	
	1998	1999	2000	Збільш/зменш (+/-)	%
Волинська	1098	229	-	- 229	0,0
Житомирська	3430	2663	600	- 2063	22,5
Ів.-Франківська	120	98	1	- 97	1,02
Київська	150	98	-	- 98	0,0
Львівська	290	202	157	- 45	77,7
Рівненська	311	200	10	- 190	5
Сумська	381	164	252	- 212	153,7
Чернігівська	4112	2623	1322	- 1301	50,4
Всього	9892	6267	2342	-3925	37,4

* Дані ВАТ “Агропромсистема”

У 2004 році скоротилася частка виробництва льоноволокна, виробленого в регіоні, до його загального виробництва в Україні, і ця частка становила 7,2 %, проти 11,7 % у 1999 році.

В той час слід відмітити, що в Західному регіоні в 2006 році було вироблено 26,1 % льону-довгунця від його загального виробництва в Україні. Для порівняння в 2000 році цей показник становив 43,8 %.

Підприємствами регіону виробляється майже 30 % льоноволокна до попиту. А попит на льоноволокно на внутрішньому ринку становить близько 3000 т.

Причому структура цієї потреби становить:

- очісної стрічки довгого волокна – 1000 т;
- очісної стрічки короткого волокна – 1300 т;
- пряжа суха однопниткова – 500 т;
- шпагати – 450 т;
- ватин – 120 т;
- катонін – 570 т;
- тканина пакувальна – 300 тис. м/п;
- вата медична 200 т.

У 2006 році в Україні було вироблено 524,6 тис. м² льняних тканин, або 48 % до рівня 2004 року.

Виробництво льняних тканин становить 12 % до загального виробництва всіх видів тканин, і займає третє місце після бавовняних і шовкових.

Попит на льняні тканини становить близько 20000 тис. м². Дані аналізу показують, що в Україні попит на льняні тканини задовольняється лише на 28 – 30 %.

Таблиця 4

Виробництво льоноволокна по Україні за січень-березень, т

Льоносіючі області України	Роки			2001 р. до 2010 р.	
	1999	2000	2001	+/-	%
Житомирська	1151	4	150	146	3750,0
Львівська	106	55	61	6	110,9
Рівненська	46	10	0	- 10	0,0
Сумська	76	0	276	276	0,0
Чернігівська	1051	75	847	772	1129,3
Всього	2790	144	1334	1190	926,4

* Дані ВАТ “Агропромсистема”.

Для повного задоволення в потребі льоноволокна як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках, потрібно посівні площі під льоном-довгунцем в регіоні довести до 20 тис. га, а валове виробництво до 125-130 тис. тонн.

Аналізуючи виробництво найсучасніших тканин не тільки в Україні, але й в світі, можна зробити висновок, що з кожним роком збільшується попит на тканини з різних видів натуральних волокон. При чому вміст льняних волокон в таких тканинах становить від 35 % до 60 %. В 2010 році попит на такі тканини в світі зросте на 8-10 %.

Попит на насіння льону залежить від потреби в насінневому матеріалі, в використанні при відгодівлі великої рогатої худоби, в олії та в лікувальних цілях.

Потреба у насінневому матеріалі в регіоні становить 915,00 т. Господарства регіону забезпечені насінням льону класу еліта та I-II репродукції лише на 65 %.

Попит на насіння льону для годівлі великої рогатої худоби складає майже 5,0 тис. т. Так, наприклад, запарене насіння льону є дуже цінним продуктом для напування телят.

Льон також дуже широко застосовується в народній медицині. Насіння льону використовують у лікувальних цілях, хворим на шлунок тощо.

Дуже корисна льняна олія, але зараз її на ринках можна зустріти все рідше і рідше.

Дані аналізу показують, що попит на насіння льону також значно перевищує його пропозицію.

Ціни на насіння льону становлять 450-455 грн./т. Прогнозується, що до кінця року вони зростуть на 8,1-8,6 %.

Закупівельні ціни на льоноволокно становлять залежно від її якості від 300 до 3000 грн./т. До кінця року закупівельні ціни залишаться приблизно на тому ж рівні. Оптово-відпускні ціни на льоноволокно котонізоване становлять – 5000–5500 грн./т.; на льняну пряжу – 5900–6050 грн./т.; шпагати льняні залежно від якості – 8,7-16,2 грн./кг; тканини льняні від 3,2 до 10 грн./п. м. До кінця року прогнозується незначне на 2,5-4,3 % збільшення оптово-відпускних цін на льоноволокно та продукти його переробки.

Очікується, що протягом травня – вересня 2007 року світові ціни на льоноволокно зростуть на 4,0–4,5 %, а в подальшому вони будуть знижуватися на 3,0–3,6 %.

Якщо порівнювати світові заготівельні ціни на насіння льону, то в США вони коливаються з 4,9–6,0 доларів за бушель. Найнижчі ціни очікуються в травні – червні, а пік цін буде в жовтні – січні. За останні роки ціни у світі знизились в цілому на 4-6 %. Але до кінця року прогнозується незначне їх зростання.

На Вінніпезькій біржі ціни на насіння льону зросли з травня 2005 року до березня 2006 року з 161,82 до 176,35 доларів за тонну.

На Вінніпезькій біржі (ф'ючерсний лютневий контракт 2006 року) ціна на льоноволокно становить – 303,91 доларів США за тону. Льняна олія, сира Ex-tank Роттердам, спот, – 705,00 доларів США за тонну.

Висновок

Таким чином, відродження льонарства в Україні слід вважати як державне завдання, що має стратегічне значення для країни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Булгаков В.М., Горбовий А.Ю., Кромер К.-Г, Хайліс Г.А. Що нового у вирощуванні та застосуванні льону у Німеччині. // Збірник наукових праць НАУ "Механізація сільськогосподарського виробництва". - т. VIII. – К., 2000. - С. 138–140.
2. Булгаков В.М., Горбовий А.Ю., Кромер К.-Г, Хайліс Г.А. Збирання льону для технічного використання льоноволокна та насіння у Німеччині. // Збірник наукових праць НАУ "Механізація сільськогосподарського виробництва". т. IX. – К., 2000. - С.116–118.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЛУЩЕННЯ ГРЕЧКИ

*Н.О.Фучаджи, кандидат технічних наук, старший викладач
Таврійський державний агротехнічний університет,
м.Мелітополь*

Стаття присвячена питанням дослідження лушильних машин. В роботі наведено результати досліджень процесу лущення гречки у лушильному пристрої ударної дії

Перспективи розвитку технології виробництва круп на сучасному етапі ринкової реформи в Україні тісно пов'язані насамперед з удосконаленням найбільш енерго- та матеріалоємних технологічних процесів. Рішення проблеми технічного забезпечення автономного виробництва крупів безпосередньо в регіонах вирощування сировини робить необхідним створення нових засобів конкретного технологічного призначення та завершеного технічного рішення у вигляді агрегатного устаткування [1]. На підставі виконаного огляду існуючих способів дії на зернівку при лущенні круп'яної сировини було визначено, що перспективним для дослідження за критеріями енерго- та ресурсозбереження, а також універсальності застосування є спосіб ударної дії, оскільки впровадження його у технологічну схему дає можливість скоротити кількість технологічних операцій, а, відповідно, й обладнання, що використовується.

В задачу досліджень входило проведення експериментальних досліджень процесу лущення гречки з метою отримання рівнянь регресії, на основі яких було визначено раціональні режими роботи лушильного пристрою ударної дії. В результаті розрахунків було отримано ряд поліноміальних математичних моделей, що описують залежність функцій відгуку від вхідних параметрів [2].

Коефіцієнт лущення

$$Y = 49,201 + 1,567X_1 + 1,837X_2 - 0,836X_3 + 0,625X_1X_2 - 0,625X_1X_3 + 0,625X_2X_3 - 0,502X_1^2 + 0,382X_2^2 + 0,558X_3^2.$$

Коефіцієнт цілісності ядра

$$Y = 70,733 - 2,106X_1 - 1,59X_2 - 1,486X_3 + 1,125X_1X_2 - 0,625X_1X_3 - 1,375X_2X_3 - 0,875X_1X_2X_3 - 0,917X_1^2 - 1,093X_2^2 + 0,851X_3^2,$$

$$\text{де } X_1 = \frac{n - 16,25}{2,05}; \quad X_2 = \frac{R_i - 0,1}{0,01}; \quad X_3 = \frac{q - 0,135}{0,045}.$$

Відповідно до отриманих математичних моделей було побудовано графічні залежності коефіцієнтів лущення, цілісності ядра та ефективності лущення від частоти обертання струн, значення відстані від осі обертання струни до точки співударяння струни з зернівкою та подачі (рис.).

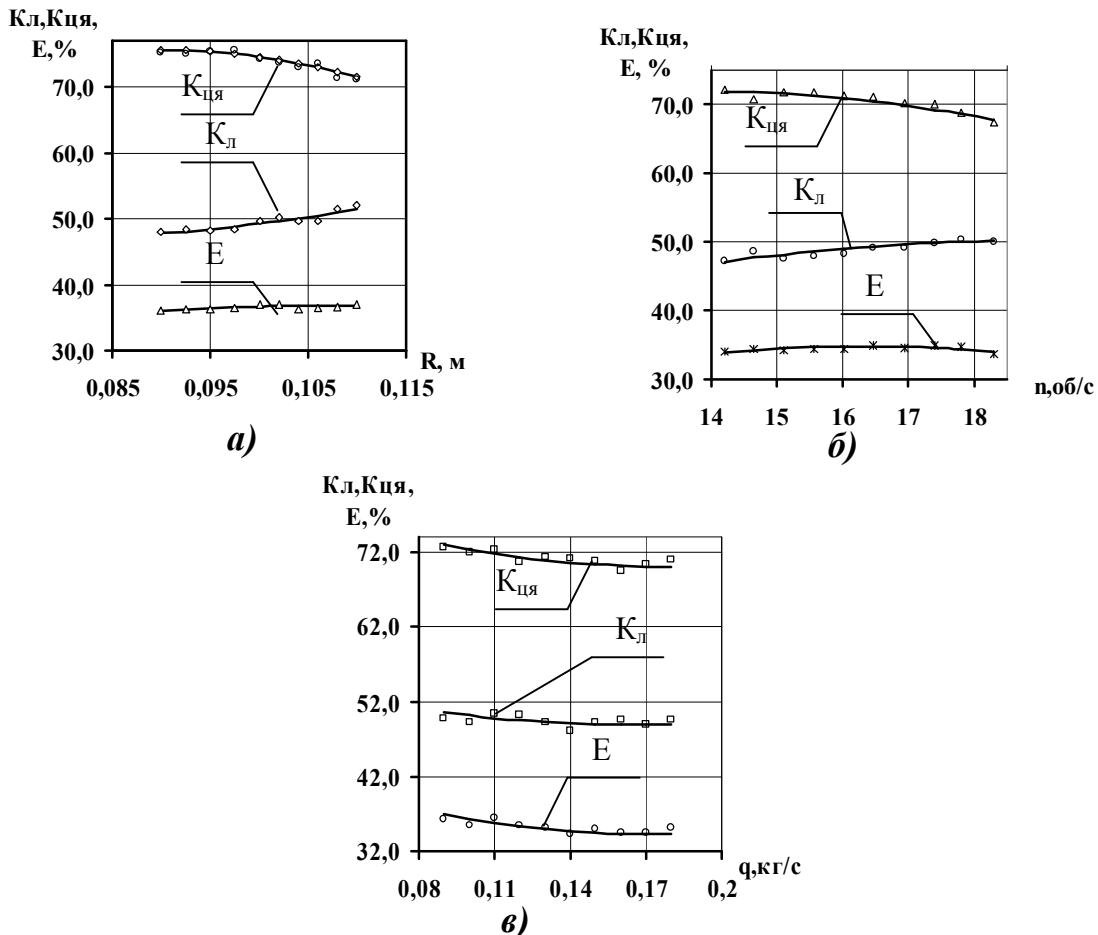


Рис. Експериментальні залежності коефіцієнтів лушення та цілісності ядра і апроксимована залежність ефективності лушення від: а) частоти обертання струни; б) відстані від осі обертання струни до точки співударяння струни з зернівкою; в) подачі зерна.

Аналіз поверхонь відгуку показав, що збільшення частоти обертання струн та значення відстані від осі обертання струни до точки співударяння струни з зернівкою сприяє збільшенню коефіцієнта лушення на розглянутому діапазоні показників. Так, підвищення частоти обертання струн на 3 об/с спричинить збільшення коефіцієнту лушення на 4,3 %; збільшення відстані від осі обертання струни до точки співударяння на 0,02 м – на 7,14 % (рис.) [2].

Зменшення інтенсивності подачі викликає зменшення коефіцієнту лушення, оскільки значно зменшується імовірність зіткнення зернівок із струнами, але підвищується вірогідність їх співударяння між собою, при цьому відбувається розтріскування оболонки, через недостатньо інтенсивне навантаження, без остаточного лушення зерна, тобто значна частина зерна є частково лущеною і потребує повторного проходження технологічної операції лушення. Найбільший вплив на коефіцієнт цілісності ядра здійснює частота обертання струн, при підвищенні частоти обертання на 3 об/с

(від 15 до 18 об/с) відбувається зниження розглянутого критерію на 4,76 % (рис.) [2].

Аналогічний характер зміни коефіцієнту цілісності ядра спостерігається при збільшенні значення відстані від осі обертання струни до точки співударяння струни з зернівкою, так при збільшенні цього показника лише на 0,02 м відбувається зменшення коефіцієнту цілісності ядра на 5,4 %, що значно впливає на загальну ефективність процесу. При збільшенні подачі зерна до робочої зони відбувається зниження розглянутого показника, оскільки в робочій зоні відбувається повторне зіткнення зернівок між собою, що погіршує стан поверхні луценого зерна й підвищує імовірність виникнення поверхневих тріщин.

Оскільки узагальненою оцінкою ефективності процесу луцення є добуток розглянутих вище коефіцієнту луцення та цілісності ядра [2], априорно побудовано наведені нижче графічні залежності (рис.). Аналіз поверхонь відгуку, що графічно описують залежність ефективності луцення від частоти обертання струн, показав наявність екстремуму, який утворюється при досягненні певних кінематичних режимів (15,8 – 16,9 об/с).

Аналіз отриманих моделей та побудованих за ними експериментальних графічних залежностей показав, що найбільший вплив на коефіцієнти луцення та цілісності ядра, а відповідно й на ефективність процесу луцення здійснюють частота обертання струн та значення відстані від осі обертання струни до точки співударяння струни з зернівкою. При цьому значущість коефіцієнтів при обох факторах визначає необхідність їх врахування при забезпеченні ефективної роботи пристрою [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Гросул Л.Г. Агрегатное оборудование для переработки зерна// *Техніка АПК*. – 1999. – №1. – С. 42 – 43.
2. Фучаджи Н.О. Оптимізація технологічного процесу луцення власнокруп'яних культур: Дис. к-та техн. наук: 05.18.03 – Херсон, 2006. – 168 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ САМОРАЗВЁРТЫВАЮЩЕГОСЯ ЧИЗЕЛЯ (СЧ) И ПЛУГА-СКОБЫ

В.И.Корабельский, доктор технических наук, профессор

А.С.Кобец, кандидат технических наук, профессор

С.П.Сокол, кандидат технических наук, доцент

О.А.Демидов, старший преподаватель

Днепропетровский государственный аграрный университет

Одержано параметри гнучкої смуги металу для виготовлення саморозгортається чизеля. Визначено залежності орієнтації елементарних клинів при формоутворенні поверхні робочого органу

Важным условием при формообразовании лемеха является простота изготовления, т.е. желательно, чтобы сложная пространственная его форма выполнялась холодной гибкой из полосы металла (рис. 1) без разрывов и вытягивания. С этой целью паркетирование [1, 2] ведется не пространственным набором элементарных плоскостей (с последующим решением вопросов получения линий обреза и стыка), а с условием их принадлежности одной плоскости. Такое формообразование выполнено способом гибки условно тонкой ленты (рис. 2), которая при реальном проектировании является внутренней, контактирующей с почвой поверхностью.

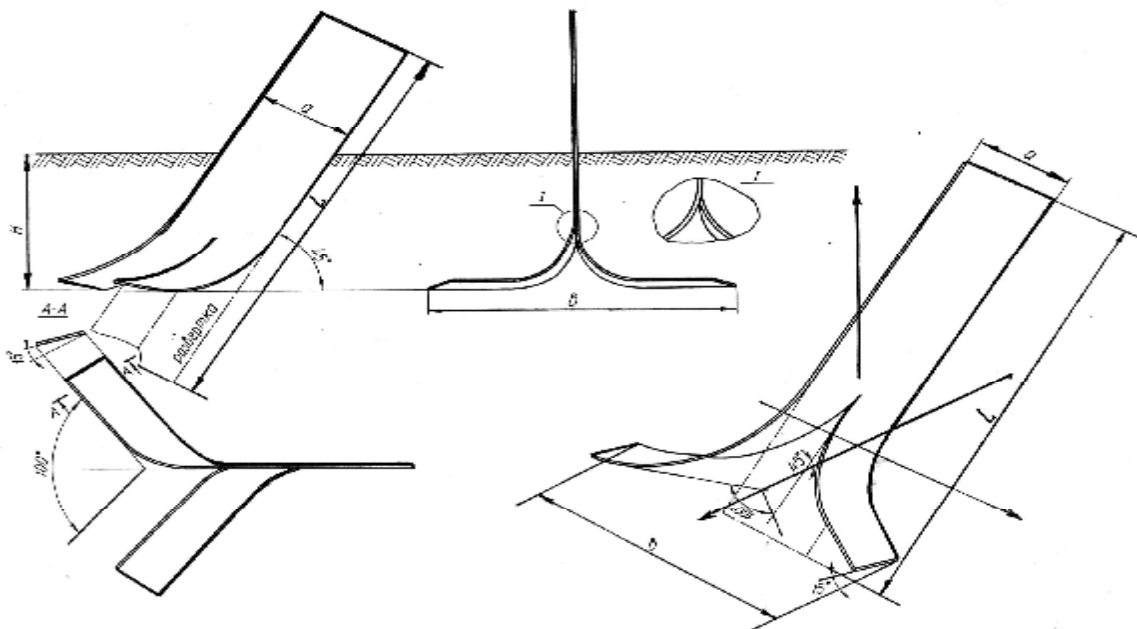


Рис.1. Саморазвёртывающийся чизель

Для возможности алгоритмизации сложного ориентирования паркетов методом гибки, условно разделяем весь процесс на составные элементарные операции [3]. Первоначально лист изгибаем под прямым углом; та-

кая операция производится с определенным радиусом, зависящим от толщины материала, но для простоты геометрического анализа получаемых форм гибку производим условно на идеально тонкой полосе строго под углом 90° (I, рис. 2). Далее производим изменение положения листа в профилно-проецирующем плане под углом α^1 ; при этом изменяется и положение нижней горизонтальной плоскости. Хотя она при указанном перемещении остается горизонтальной, но уже получает острый угол между режущей кромкой BK и осью ординат (γ_1), связанный с вышеизложенным изменением – $\gamma_1 = f \cdot (\alpha^1)$; $\gamma_1 = 90^\circ - \alpha^1$. Наклон полосы в проецирующем, относительно профилной плоскости, положении на угол α^1 усиливает режущие способности стойки; изменение положения нижней части органа на угол γ_1 также активизирует ее подрезающие качества. Затем ориентацию нижнего паркета производим так, чтобы он кроме подрезания еще и активно рыхлил пласт. Для этого производим пространственное перемещение двух паркетов до положения, когда нижняя плоскость расположится перпендикулярно заданному направлению воздействия. При этом весь орган проворачиваем относительно носка плоско-параллельным перемещением в плоскости, параллельной фронтальной, на угол α . При этом положение стойки в пространстве опять изменяется, хотя ее плоскость продолжает оставаться профилно-проецирующей. Нижний паркет (лапа) теряет при этом свое частное горизонтальное положение, приподнимаясь над горизонтальной плоскостью. Получаем плоскость частного положения (трехгранный клин ABC , рис. 3а), имеющий параметры, зависящие от α^1 и α .

По заданным углам наклона стойки α^1 и крошения α необходимо определить параметры трехгранного клина (β , γ , μ), образованного нижней частью лапы, и параметры гибки лапы (φ и ω). Углы γ_1 и α^1 , получаемые после второй фазы гибки, связаны между собой следующим образом (рис. 3б, 3в):

$$\gamma = 90^\circ - \alpha^1. \quad (1)$$

Параметры гибки имеют следующие значения:

$$\varphi_1 = \alpha^1; \quad \omega_1 = 90^\circ. \quad (2)$$

С целью придания нижней части лапы угла крошения α производим поворот (рис. 3.г) этой части вокруг точки K таким образом, что прямая BK не покидает плоскости PI . В результате этого вращения точка L занимает положение L^1 , причем $\angle LKM = \angle L^1KM = \alpha$. При таком расположении нижнего паркета между угловыми параметрами существует следующая связь:

$$\mu = \gamma_1 - \alpha. \quad (3)$$

С учетом равенства (1) получим

$$\mu = 90^\circ - (\alpha + \alpha^1). \quad (4)$$

Определим значение угла γ по известным углам α и μ

$$\cos \mu = \frac{BC^2 + BA^2 - AC^2}{2BC \cdot BA}. \quad (5)$$

Вычислим значения параметров, входящих в это выражение:

$$BC = \left(\frac{OB}{BC} = \cos \gamma \right) = \frac{OB}{\cos \gamma}; \quad (6)$$

$$BA = \frac{OB}{\cos \alpha}; \quad AC = \sqrt{OC^2 + OA^2}; \quad (7)$$

$$OA = OB \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad OC = \left(\frac{OC}{OB} = \operatorname{tg} \gamma \right) = OB \cdot \operatorname{tg} \gamma. \quad (8)$$

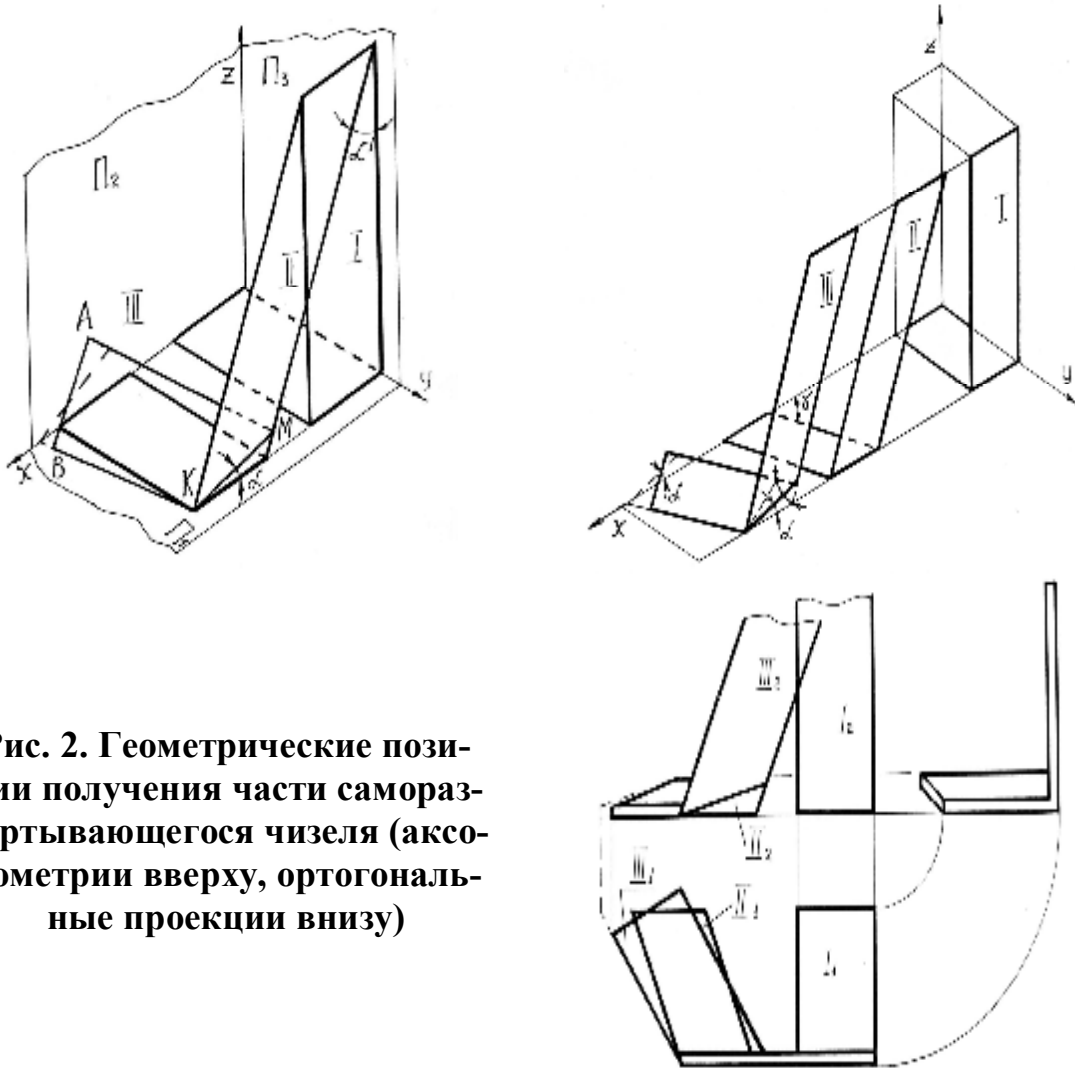


Рис. 2. Геометрические позиции получения части саморазвёртывающегося чизеля (аксонометрии сверху, ортогональные проекции внизу)

Подставив выражение (8) в равенство (7), получим, что

$$AC = OB \sqrt{\operatorname{tg}^2 \gamma + \operatorname{tg}^2 \alpha}. \quad (9)$$

В итоге:

$$\begin{aligned} \cos \mu &= \frac{\frac{OB^2}{\cos^2 \gamma} + \frac{OB^2}{\cos^2 \alpha} - OB^2 \cdot (tg^2 \gamma + tg^2 \alpha)}{2 \cdot \frac{OB^2}{\cos \gamma \cdot \cos \alpha}} = \\ &= 0,5 \cdot \left(\frac{1 - \sin^2 \gamma}{\cos^2 \gamma} + \frac{1 - \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} \right) \cdot \cos \gamma \cos \alpha = \cos \gamma \cos \alpha . \end{aligned} \quad (10)$$

Или

$$\cos \gamma = \frac{\cos \mu}{\cos \alpha} . \quad (11)$$

Как видно из рис. 3г, $OA = OB \cdot tg \alpha = OC \cdot tg \mu$, но $OC = OB \cdot tg \gamma$, тогда $OA = OB \cdot tg \alpha = OB \cdot tg \gamma \cdot tg \mu$. (12)

$$\text{Откуда } tg \alpha = tg \gamma \cdot tg \mu \text{ или } tg \mu = \frac{tg \alpha}{tg \gamma} . \quad (13)$$

Параметры гибки, т.е. углы φ и ω , определим следующим образом. Угол φ представляем как угол между задней кромкой нижнего паркета и прямой, лежащей в плоскости этого паркета и перпендикулярной к линиигиба KM . По рис. 3а

$$\varphi = 90^\circ - \mu . \quad (14)$$

Угол ω определим как угол между стойкой и нижним паркетом в плоскости, перпендикулярной линиигиба, т.е. как угол между прямыми RN и PN .

В соответствии с теоремой косинусов запишем:

$$\cos \omega = \frac{AE^2 + AD^2 - ED^2}{2AE \cdot AD} ; \quad (15)$$

$$AE = \left(tg \alpha = \frac{BA}{AE} \right) = \frac{BA}{tg \alpha}, \text{ аналогично } AD = \frac{BA}{tg \mu} ;$$

$$ED = \cos \gamma = \frac{BE^2 + BD^2 - ED^2}{2BE \cdot BD} = \sqrt{BE^2 + BD^2 - 2BE \cdot BD \cdot \cos \gamma} ; \quad (16)$$

$$BE = \left(\sin \alpha = \frac{BA}{BE} \right) = \frac{BA}{\sin \alpha}, \text{ аналогично } BD = \frac{BA}{\sin \mu} ;$$

$$ED = BA \sqrt{\frac{\sin^2 \mu + \sin^2 \alpha - 2 \cos \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \sin \mu}{\sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \mu}} . \quad (17)$$

Подставив выражение (16) в равенство (15), получим, что

$$\cos \omega = \frac{(2 \cos \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \sin \mu - 2 \sin^2 \mu \cdot \sin^2 \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot \sin \mu}{2 \sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \mu \cdot \cos \alpha \cdot \cos \mu} = \frac{\cos \gamma - \sin \alpha \cdot \sin \mu}{\cos \alpha \cdot \cos \mu}.$$

С учетом зависимости (11)

$$\cos \omega = \frac{\frac{\cos \mu}{\cos \alpha} - \sin \alpha \cdot \sin \mu}{\cos \alpha \cdot \cos \mu} = \frac{\cos \mu - \sin \alpha \cdot \sin \mu \cdot \cos \alpha}{\cos^2 \alpha \cdot \cos \mu} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \mu. \quad (18)$$

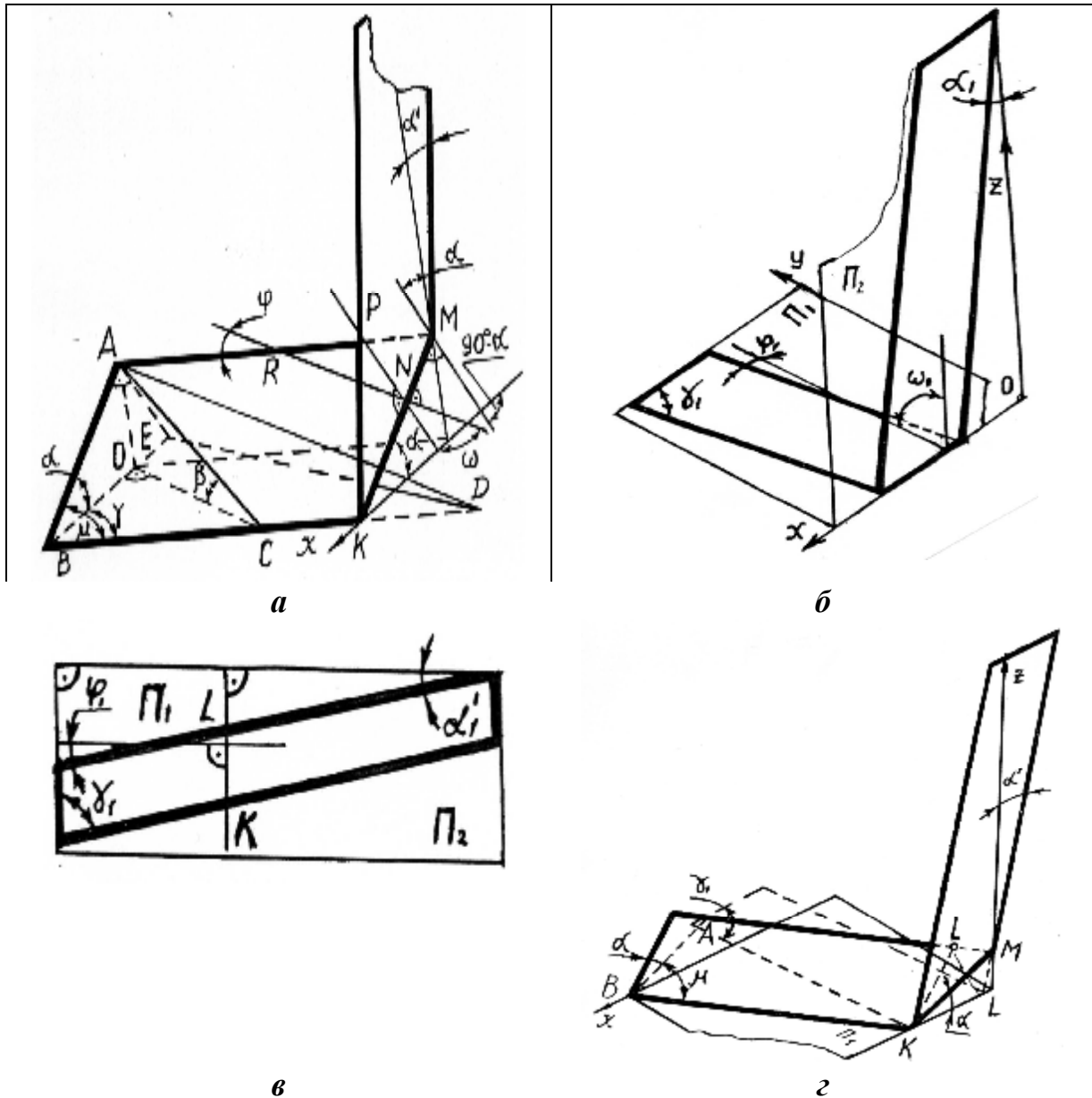


Рис. 3. Последовательность гибочных операций с плоской лентой для получения параметров лемеха чизеля: а – общий вид левой части лемеха; б – изгиб ленты при фронтально проецирующем положении стойки и лемеха; линия изгиба не перпендикулярна кромкам ленты для обеспечения углов резания лемеха (γ_1) и стойки (α^1); в – вид на лемех сверху; з – изменение линиигиба для получения угла α , обеспечивающего рыхление подрезного слоя (наклонное положение стойки α^1 не должно изменяться).

Таким образом, установлена связь между заданными углами α , α' и углами трехгранного клина (4), (11) и (13) и получены значения параметров гибки (14) и (18). Определение таких зависимостей позволяет конкретно определять ориентацию элементарных плоскостей (паркетов) при формообразовании поверхностей рабочих органов по наперед заданным в объемной модели направлениям воздействия.

Указанные исследования позволяют использовать саморазвёртывающийся чизель (рис. 1) в сочетании с зеркально-симметричной его формой в организации скобы (рис. 4), обеспечивающей интенсивное рыхление скобой в зоне ориентации рядка и дополнительное, менее интенсивное, рыхление по бокам, тем самым обеспечивая увеличение разрыхляемого объема с повышением влагоаккумулятивности и аэрации получаемого слоя.

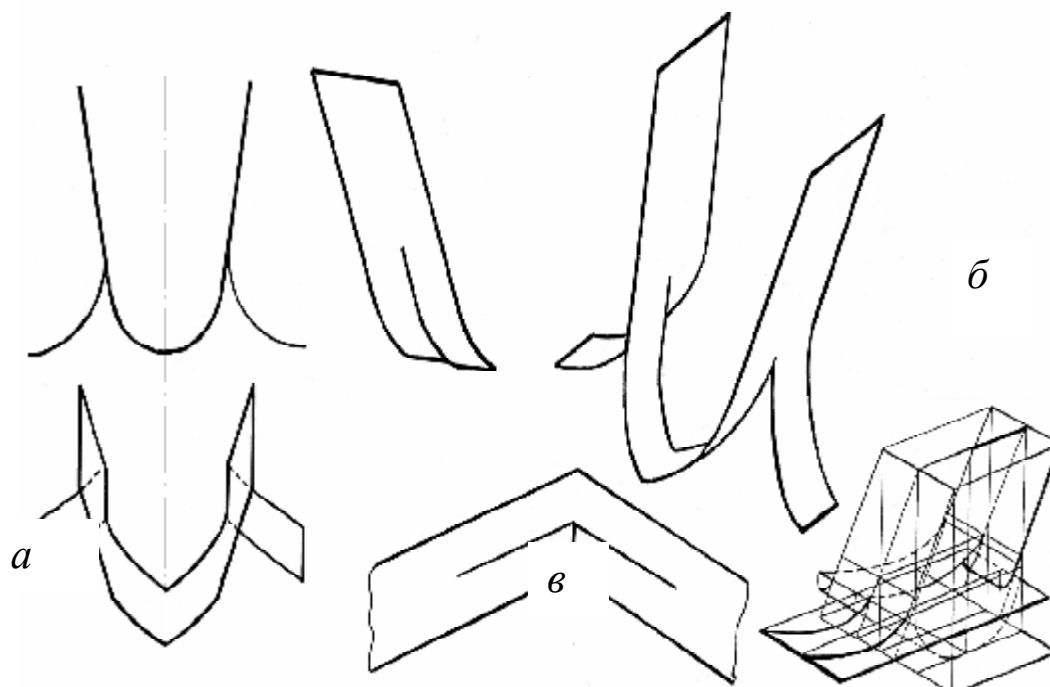


Рис. 4. Почвообрабатывающая саморазвёртывающаяся скоба:
***a* – ортогональные проекции; *б* – наглядные изображения**
(аксонометрия); *г* – развёртка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корабельский В.И. Обоснование формы и параметров почвообрабатывающих органов с помощью геометрического моделирования основных технологических требований: Дис... доктора техн. наук по специальности 05.05.01 «Механизация с.- х. производства». – Челябинск, 1988. – 506 с.
2. Разработка почвообрабатывающих машин и орудий по условиям сохранения экологии почвы / Корабельский В.И., Кобець А.С., Адамчук В.В., Гуков В.Я., Сокол С.П. // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / Институт геотехнической механики НАНУ. – Днепропетровск, 2006. – Вып. 63. – С. 167–171.
3. Корабельский В.И., Погорелый В.В. Технологические основы формообразования криволинейных рабочих органов рыхлителей // Труды Таврической гос. агротехн. академии. – Мелитополь, 2006. – Вып.40. С. 74–82.

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА ЦЕНТРОИДНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ

В.П. Табацков, кандидат технических наук, доцент
Николаевский государственный аграрный университет
Э.Г. Бергер, кандидат технических наук, профессор
Г.Е. Диневич, кандидат технических наук, доцент
Е.Э. Бергер, кандидат технических наук, доцент
Херсонский национальный технический университет

В роботі розглянуто одну з основних задач ТММ – задачу про відтворення наперед заданої траєкторії, де на практиці йде обробка складних криволінійних профілів в машинах-автоматах, роботах та маніпуляторах

В настоящее время широко внедряется наиболее прогрессивная по производительности обработка криволинейных поверхностей методом обкатки. При этом инструмент и изделие представляет собой взаимоогнбаемые профили. Наиболее благоприятные условия обработки создаются в случаях, когда поверхности изделия и инструмента представляют собой центроиды заданного относительного их перемещения.

Вопросами обработки сложного профиля занимались Боренштейн Ю.П., Дружинский И.А., Карелин В.С., Кулик В.К., Литвин Ф.Л., Швед Г.Л. и другие ученые.

В связи с этим в последнее время большое внимание уделяется исследованию такого рода механизмов, вопросам их синтеза, конструирования и практического применения.

Рассмотрим одну из основных задач ТММ – задачу о воспроизведении заданной траектории, применяющуюся в практике обработки сложных криволинейных профилей, в машинах-автоматах, робототехнике [1].

Постановка задачи: спроектируем центроидный механизм, т.е. определим центроидную пару по заданной рулетке. Задача имеет множество решений, поэтому на движение шатунной плоскости можно накладывать дополнительные условия, например, задать вторую рулетку или одну из центроид, или принять определенный закон движения [2, 3].

Пусть рулетка R задана уравнением:

$$\rho = \rho(\varphi). \quad (1)$$

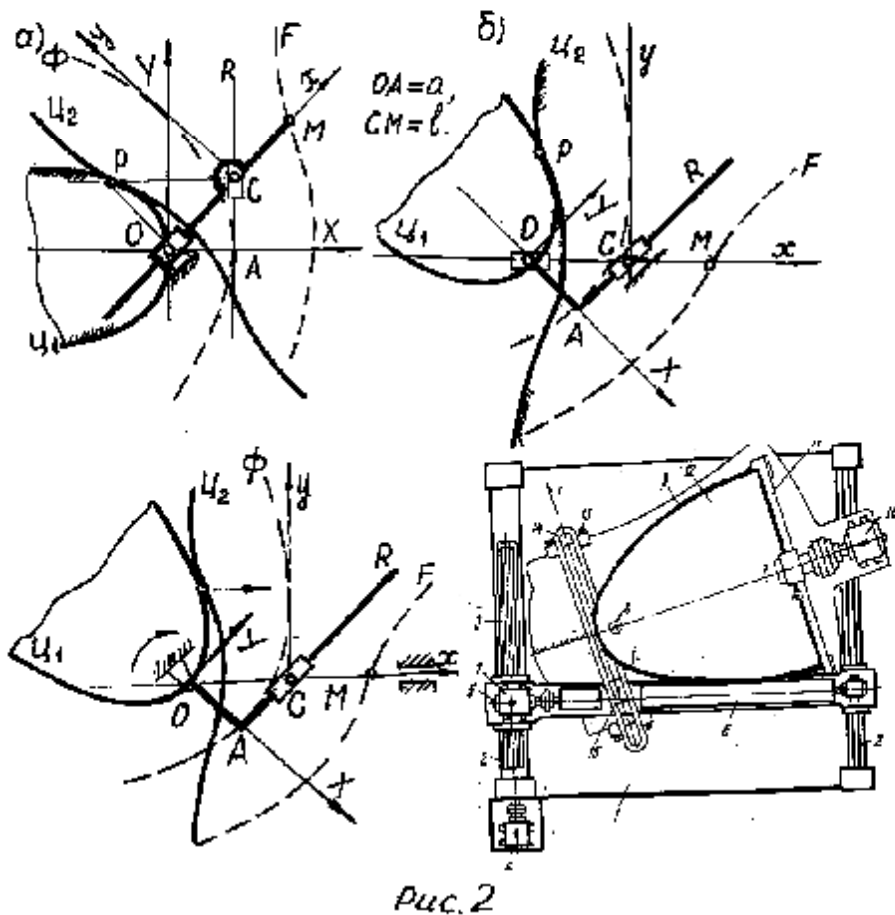
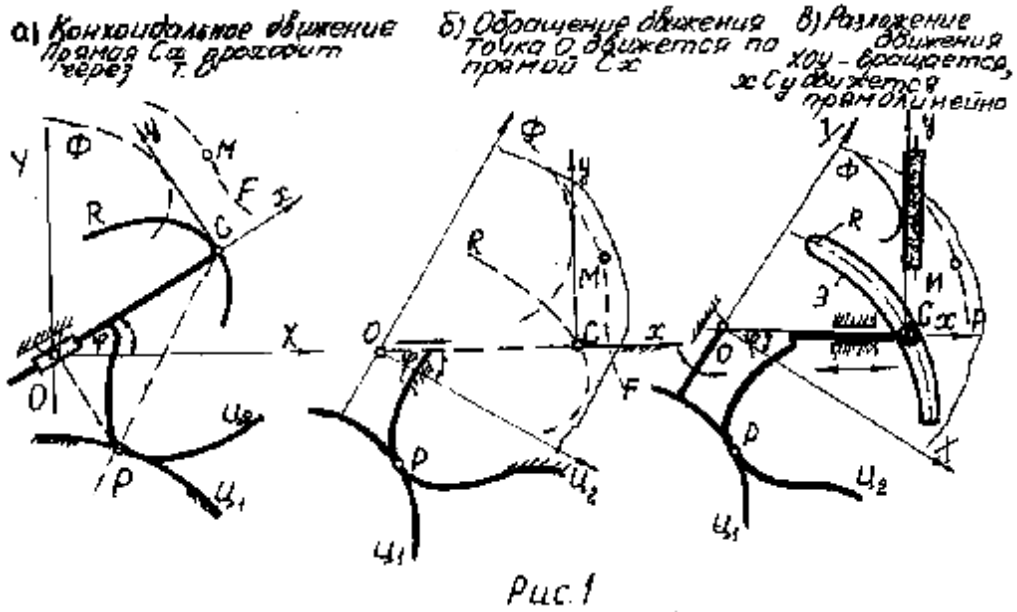
С точки зрения технологичности последующей обработки по заданной рулетке R принято условие конхоидального движения плоскости xCy, при котором некоторая прямая шатунной плоскости, например Cx, всегда проходит через постоянную точку O неподвижной плоскости опоры XOY – рис. 1.

При этом мгновенный центр скоростей распределяется пересечением нормали к кривой R (CP) и перпендикуляра к прямой Cx (OP); центроиды определяются как траектории центра P в неподвижной XOY и в подвиж-

ной xCy системах координат. Откуда параметрические уравнения неподвижной (ζ_1) и подвижной (ζ_2) центроид, исходя из (1), получаем в виде:

$$\zeta_1(XOY): X = \rho' \cdot \cos \varphi; Y = -\rho' \cdot \sin \varphi; \quad (2)$$

$$\zeta_2(xCy): x = -\rho; y' = -\rho', \quad (3)$$



где $\rho' = \frac{d\rho(\varphi)}{d\varphi}$.

Таким образом заданное движение плоскости xSy обеспечивается качением подвижной центроиды Π_2 по неподвижной Π_1 . При этом сохраняется конхоидальность движения и точка S описывает заданную рулетку R . Произвольная точка $M(x_M, y_M)$ плоскости xSy будет описывать ортоконхоиды кривой R , выраженные параметрическими уравнениями вида:

$$\begin{aligned} X &= [\rho(\varphi) + x_m] \cdot \cos \varphi - y_m \cdot \sin \varphi; \\ Y &= [\rho(\varphi) + x_m] \cdot \sin \varphi + y_m \cdot \cos \varphi, \end{aligned} \quad (4)$$

а точка на оси Sx ($y_N=0$) – конхоиду кривой R по уравнению:

$$\rho = \rho(\varphi) + x_m. \quad (5)$$

Согласно принципа двойственности всякая кривая может образовываться как огибающая семейства касательных к ней прямых [1]. Следовательно, прямые плоскости и xSy , перемещаясь относительно плоскости XOY , огибают на ней некоторые кривые. Так, прямая, заданная уравнением $y = kx + b$ (на рис. 1 не показана), огибает кривую, уравнение которой определяется исключением параметра φ из системы.

$$\begin{aligned} X + kY &= [k \cdot \rho(\varphi) - b] \cdot \sin \varphi + k \cdot \rho' \cdot \cos \varphi; \\ kX - Y &= [k \cdot \rho(\varphi) - b] \cdot \cos \varphi - k \cdot \rho' \cdot \sin \varphi. \end{aligned} \quad (6)$$

Вывод уравнений кривых значительно упрощается, если использовать прямолинейные (тангенциальные или плюккеровы) координаты u, v . При этом тангенциальные уравнения огибаемых кривых имеют вид [3]:

$$u^2 + v^2 = \frac{1 + k}{k \cdot \rho(\varphi) + b}, \quad (7)$$

где $\operatorname{tg} \varphi = \frac{v}{u}$.

В частном случае прямая Sy огибает на XOY кривую Φ – антиподеру заданной кривой R , т.е. кривая R является подерой кривой Φ относительно точки O . Тангенциальное уравнение кривой Φ имеет вид:

$$u^2 + v^2 = \frac{1}{\rho^2(\varphi)}; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{v}{u}. \quad (8)$$

В некоторых случаях огибания кривых режущим инструментом может являться широкий резец, камень или круг, и тогда обработка ведется высокопроизводительным методом обкатки [1]. При нарезании некруглых зубчатых колес инструментом является червячная фреза.

В рассмотренной схеме образования кривых пирующие элементы (точки или прямые) совершают сложное плоскопараллельное перемещение вместе с подвижной плоскостью xSy . При обработке криволинейных профилей инструмент должен снабжаться приводом, обеспечивающим движение резания. Такое сложное движение инструмента вместе с его приводом усложняет конструкцию устройств для обработки, ухудшает их динамические характеристики, снижает жесткость системы и, следовательно, точность обработки. Для избежания этого необходимо, чтобы режущий инструмент

был связан с неподвижной плоскостью или с плоскостью совершающей простейшее перемещение – вращательное или прямолинейное. Поэтому при проектировании устройств для обработки криволинейных профилей рекомендуются следующие преобразования движения плоскостей xSu и XOY :

1. Обращение движения (инверсия). Плоскость xSu , несущая инструмент с его приводом, закрепляется неподвижно, а плоскость XOY , несущая изделие (заготовку), раскрепляется – рис. 1б. При этом центроиды меняются ролями: неподвижная центроида Π_1 становится подвижной, и наоборот.
2. Разделение движения. Сложное конхоидальное движение плоскости xSu разделяется на ее прямолинейное движение и на вращение (поворот) плоскости XOY , которая закрепляется шарнирно (рис. 1в).

В обоих случаях относительное движение звеньев сохраняется, и все кинематические кривые (в том числе и центроиды Π_1, Π_2) остаются прежними.

Пример. Рассмотрим конхоидальный циркуль (рис. 2а).

Рулетками точек C и M являются соответственно прямая R ($\rho = \frac{a}{\cos \varphi}$) и конхоида Никомеда F .

Прямая Su , согласно (8), огибает параболу с тангенциальным уравнением $u = a(u^2 + v^2)$ или, в точечных координатах: $Y^2 = -4a \cdot x$.

Центроидами в данном движении, согласно (2) – (3), являются: неподвижная Π_1 – парабола $Y^2 = -a(X + a)$; подвижная Π_2 – сирена $x^4 = a^2(x^2 + y^2)$.

Качением центроиды Π_2 по неподвижной Π_1 обеспечивается конхоидальное движение плоскости xSu ; а в устройстве для обработки – подача инструмента к заготовке, связанной с неподвижной плоскостью.

Преобразования движения:

1. Инверсия – рис. 2б. Получаем известный механизм Лебо. Центроиды Π_1 и Π_2 меняются ролями: качение Π_1 по Π_2 обеспечивает подачу заготовки на инструмент, установленный с его приводом на неподвижной плоскости.

2. Разделение движений – рис. 2в. Получаем механизм поворотной кулисы. Центроида Π_1 поворотная, а Π_2 – движется прямолинейно. Вариант устройства для обработки показан на рис. 2г (авт. св. № 1033293, 1983г.) [4].

Приведенные примеры показывают, что описанный метод позволяет использовать известные кинематические схемы механизмов, и на их основе получать новые патентоспособные конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов для воспроизведения плоских кривых. М.: Науки, 1959.
2. Табацков В.П. К вопросу геометрического определения центроид. // Республиканский сб. «Прикладная геометрия и инженерная графика». - Вып. 16. – К.: Будівельник, 1973.
3. Бергер Э.Г., Табацков В.П., Бергер Е.Э. Геометрия формообразования криволинейных профилей. // Вестник ХГТУ. Херсон, 2000. - № 3.
4. Материалы патентной литературы.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІОННО-ПЛАЗМОВОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ ЖАРОМІЦНИХ І ЖАРОСТІЙКИХ СПЛАВІВ НА АДГЕЗІЙНУ МІЦНІСТЬ ПОКРИТТІВ

*С.І.Шкурат, кандидат хімічних наук, доцент
Національний кораблебудівний університет*

ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

П.М.Полянський, асистент

Миколаївський державний аграрний університет

Розглянуто основні схеми одержання технологічного іонного струменя та дослідження впливу іонного травлення на стан поверхні матеріалів

Ресурсо- і енергозберігаючі екологічно чисті технології у сучасному машинобудуванні набувають все більшого значення. До них повною мірою можна віднести технології плазмового модифікування поверхні матеріалів, в тому числі іонно-плазмові методи. Типовою рисою іонно-плазмових методів обробки поверхні є безпосереднє перетворення електричної енергії у енергію технологічного впливу, яка ґрунтується на структурно фазових перетвореннях у поверхневому шарі деталі, що обробляється.

Основною перевагою іонно-плазмових технологій є можливість досягнення високого рівня фізико-механічних властивостей поверхні, при цьому ці технології дозволяють забезпечити:

- високу адгезію покриття до підкладки;
- рівномірність покриття за товщиною на великих площинах;
- зміну складу покриття в широкому діапазоні у межах одного технологічного циклу;
- високу чистоту поверхні;
- екологічну чистоту виробничого циклу.

В цьому звіті розглянуто один з аспектів практичного застосування іонно-плазмових технологій, тобто підготовка поверхні для нанесення теплозахисних покриттів на деталі гарячого тракту ГТД.

На деталі гарячого тракту (соплові та робочі лопатки) газотурбінного двигуна за прийнятою технологією для захисту від високотемпературної газової корозії наносять композиційне металокерамічне захисне покриття типу CoNiCrAlY-ZrO_2 , яке створюється електронно-променевим або плазмовим напиленням. Від впровадження іонно-плазмової обробки поверхні деталей гарячого тракту при створенні теплозахисних покриттів можна очікувати підвищення їх фізико-механічних властивостей та покращення структури.

В цьому напрямку найбільш цікавими, з точки зору практичного використання, є методи іонно-плазмового очищення, травлення і полірування

поверхні деталей з жароміцних сплавів, як спосіб попередньої підготовки поверхні безпосередньо перед нанесенням теплозахисного покриття.

Іонно-плазмове очищення полягає в спрямуванні на поверхню іонного струменя, під впливом якого з неї відділяються забруднення. Найчастіше для цієї мети у якості плазмоутворюючого газу використовують аргон [6]. При травленні поверхні збільшують інтенсивність іонного струменя і час технологічного впливу на поверхню заготовки, при цьому досягають розпилення поверхневого шару певної товщини. Іонне полірування відбувається при спрямуванні іонного струменя під гострим кутом до поверхні при певних режимах. При усіх перелічених видах обробки відбувається розпилення поверхні заготовки внаслідок бомбардування іонами.

1. Основні схеми одержання технологічного іонного струменя

За принципом одержання іонного струменя розпилювачі можна поділити на два основних типи:

- плазмоїдні, у яких мішень знаходиться у газорозрядній плазмі, яка створюється за допомогою тліючого дугового або високочастотного розряду. Розпилення відбувається внаслідок бомбардування мішені іонами, що вилучаються з плазми;

- автономні джерела без фокусування і з фокусуванням іонних пучків, які бомбардують мішень.

1.1. Плазмоїдна схема розпилення

В найбільш простому випадку система розпилення складається з двох електродів, які розташовані у вакуумній камері (рис. 1).

Мішень, що розпилюється розташовують на катоді.

В камері створюють вакуум, а потім наповнюють робочим газом (частіше всього аргон) до тиску 1,33 Па. На електрод з підкладки подають негативний потенціал, запалюють газорозрядну плазму і бомбардуванням іонами проводять очистку від поверхневих забруднень. Далі можна негативний потенціал прикласти до мішені і розпилювати її.

Розпилені частки рухаються крізь плазму розряду, осаджуються на деталях і утворюють покриття. Більша частина енергії іонів, які бомбардують мішень, до 25 %, переходить в тепло, яке відводиться водою, котра охолоджує катод.

Основні переваги:

- простота конструкції;
- можливість впровадження у будь-яку вакуумну схему;
- можливість одержання покриттів з тугоплавких металів, сплавів та хімічних сполук.

Недоліки:

- потребує тільки електропровідної мішені.
- низька потужність і щільність іонного струменя.

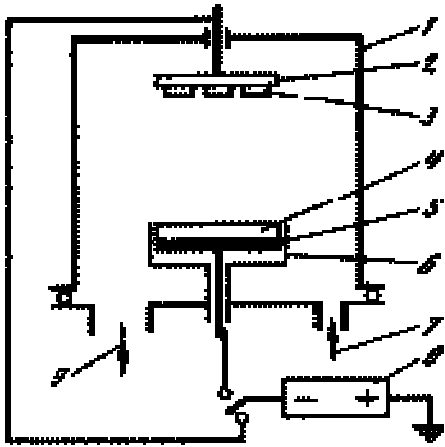


Рис. 1. Принципова схема розпилення: 1- камера; 2- утримувач підкладки; 3- деталі (підкладки); 4- мішень; 5- катод; 6- екран; 7- підвід робочого газу; 8- джерело живлення; 9- відкачка.

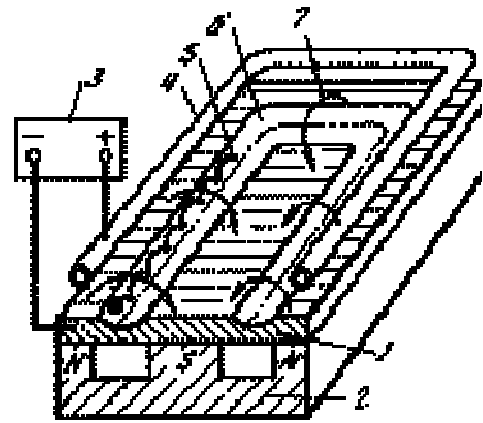


Рис. 2. Схема магнетронної системи з плоскої мішенню: 1- катод (мішень); 2- магнітна система; 3- джерело живлення; 4- анод; 5- траєкторія руху електрона; 6- зона розпилення; 7- силова лінія магнітного поля.

1.2. Магнетронне розпилення

Нанесення покриттів у вакуумі за допомогою магнетронних систем полягає в розпиленні твердої мішені іонами інертного газу, які утворюються в плазмі аномального тліючого розряду при накладанні на нього магнітного поля, силові лінії котрого ортогонально перетинають силові лінії магнітного поля.

Основними елементами магнетрона є катод-мішень, анод і магнітна система (рис. 2). Силові лінії магнітного поля замикаються між полюсами магнітної системи. Поверхня мішені, розташована між системами входу і виходу силових ліній магнітного поля, інтенсивно розпилюється і має вигляд замкнутої доріжки, геометрія якої визначається формою полюсів магнітної системи. При подачі постійної напруги між мішенню (негативний потенціал) і анодом (позитивний потенціал) виникає неоднорідне електричне поле і збуджується тліючий розряд. Наявність замкнутого, магнітного поля дозволяє локалізувати плазму розряду безпосередньо біля мішені. Емітовані з катоду під дією іонного бомбардування електрони захоплюються магнітним полем і їм надається складний циклоїдальний рух по замкнених траєкторіях біля поверхні мішені. Електрони опиняються ніби у западні, яка створюється з одного боку магнітним полем, яке їх повертає на катод, а з другого боку - поверхнею мішені, яка їх відштовхує. Електрон циркулює в цій западні до тих пір, поки не відбудеться декілька іонізуючих зіткнень з атомами робочого газу, внаслідок яких він втрачає одержану від електричного поля енергію. Таким чином, більша частина енергії елек-

трона перед тим, як він потрапить на анод, використовується на іонізацію, що значно збільшує ефективність процесу іонізації і приводить до зростання концентрації позитивних іонів біля поверхні мішені. Це, у свою чергу, приводить до збільшення інтенсивності іонного бомбардування мішені і значне зростання швидкості травлення (полірування) підкладки або осадження покриття.

Основні переваги:

- висока щільність іонного струменя і, як наслідок цього, висока продуктивність процесу;
- можливість обробляти великі поверхні будь-яких матеріалів (провідники, діелектрики);
- стабільність та надійність у роботі.

Недоліки:

- потребує додаткової системи охолодження мішені.

2. Вплив іонного травлення на стан поверхні матеріалів

Як було зазначено раніше, при бомбардуванні поверхні прискореними іонами відбувається її очищення від забруднень. Ефективність очищення поверхні залежить від багатьох факторів: щільності іонного струменя, матеріалу підкладки, температури поверхні, тиску і виду плазмоутворюючого газу та інше.

Щільність іонного струменя є одним з важливіших параметрів іонного джерела і процесу іонного травлення. В першу чергу цей параметр значною мірою визначається конструктивними особливостями іонного джерела і може в певному діапазоні регулюватися. Ефективність травлення знаходиться у прямій залежності від щільності іонного струменя. Однак, при високій щільності іонного струменя може відбуватися розігрів підкладки, що може бути небажаним у певних випадках. Для зменшення температури підкладки при використанні іонних струменів високої щільності застосовують додаткові системи охолодження, що може ускладнити конструкцію обладнання. Крім того, при достатньо високій щільності іонного струменя процес травлення підкладки може бути ускладнений небажаними процесами іонної імплантації, проникненням іонів вглиб підкладки і дифузійним насиченням.

Матеріал підкладки при звичайних режимах незначною мірою впливає на швидкість іонного травлення. При малих енергіях іонів більш ефективно травляться легкі матеріали, однак ця вибірковість зникає при збільшенні кінетичної енергії іонів за рахунок збільшення потенціалу зсуву. При певних режимах травлення вибірковість цього процесу взагалі можна невеликувати, тобто перейти до режиму полірування.

Температура поверхні. Підвищення температури поверхні сприяє ефективності іонного травлення. В звичайних умовах травлення з часом температура поверхні зростає, оскільки кінетична енергія іонів перетво-

рюються на теплову. Реальна температура поверхні складається внаслідок балансу між енергією, яка підводиться до підкладки іонами та розсіюється внаслідок тепловідводу.

Тиск у робочому об'ємі. Стабільний іонний струмінь можливо одержати лише у певних межах тиску робочого газу. При тиску робочого газу вище за $3 \cdot 10^{-3}$ мм.рт.ст. розряд магнетрона стає нестабільним і може перейти у дугову форму [1]. Іонне травлення проводиться в діапазоні тиску від $5 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст. [2,3]. Збільшення тиску робочого газу призводить до збільшення швидкості травлення, яка у випадку плазмоїдної схеми становить 1,0 мкм/год, а при використанні магнетронних іонних джерел досягає 60 мкм/год. [4,5].

Тип робочого газу для іонного травлення. Найбільш широко для іонного травлення зазвичай використовують аргон, як найбільш доступний інертний газ. Але можливо і використання криптон, при цьому зростає ефективність процесу. Окрім інертних газів можливо використання і інших – азоту, кисню та галогенів тощо. Плазмовий струмінь неінертних газів вступає в хімічну взаємодію з матеріалом підкладки, при цьому відбувається так зване реакційне травлення, ефективність якого може бути набагато вище за травлення за допомогою інертних газів. Слід відзначити, що реакційне плазмове травлення на відміну від звичайного іонного носить доволі специфічний характер і не має такої універсальності яка характеризує травлення за допомогою інертних газів.

Протравлена іонним струменем металева поверхня характеризується особливим лускатим мікрорельєфом (рис. 3), як відмічають автори роботи [1].

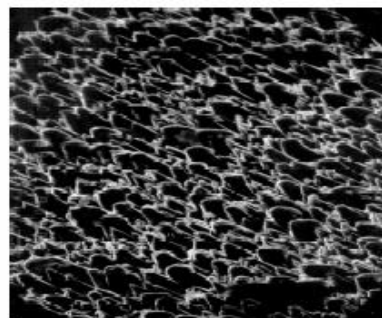


Рис. 3. Поверхня міді після іонного травлення

3. Умови експерименту

Іонне травлення модифікує поверхню і, як наслідок, у випадку його застосування перед нанесенням покриттів є підвищення адгезії та міцності отриманих покриттів [7]. З метою дослідження впливу іонного очищення поверхні на адгезію металевих покриттів було проведено напилення Al, Ni, Au, Cu, C на підкладки з Ni, нержавіючої сталі, бронзи і скла методом термічного розпилення на установці ВУП-5 з попереднім іонним очищенням та без нього. Вибір вказаних матеріалів для підкладки ґрунтується на тому, що основу більшості жароміцних сплавів становить нікель, типовим прикладом жаростійкого матеріалу є аустенітна сталь X18H9T, інші матеріали взято для порівняння.

Іонне очищення проводилось за допомогою спеціальної приставки в плазмі тліючого розряду протягом 15-20 хвилин при остаточному тиску $5 \cdot 10^{-5}$ мм.рт.ст. і напрузі зсуву 1000 В.

Температура підкладки при іонному очищенні і напиленні покриттів не перевищувала 40 °С, тобто попереднє іонне очищення і напилення покриттів здійснювалось без термічної активації. За таких умов адгезія покриттів досить низька - набагато менша за міцність обраних матеріалів, що дозволяє застосувати для оцінки її зміни під впливом іонного очищення простий метод сколювання по границі розподілу підкладка-покриття під дією індентора або шляхом загинання на оправці певного радіусу. В усіх випадках полірована поверхня підкладок перед нанесенням покриттів знежирювалась органічними розчинниками.

Товщина одержаних покриттів становила 10-15 мкм. Адгезія одержаних покриттів оцінювалась за відносною п'ятибальною шкалою:

- 5 – нема порушень цілісності покриття;
- 4 – є незначні порушення (тріщини або сколи) на площі до 10 %;
- 3 – відлущення на площині 20-50 %;
- 2 – відлущення на площині 50-70 %;
- 1 – відлущення на площині більше 90 %.

4. Результати випробувань

Результати визначення відносної адгезії металевих покриттів представлено у таблиці. В дужках вказано оцінку адгезії покриття на підкладках без попереднього іонного очищення.

Таблиця

Адгезія металевих покриттів

Підкладка	Покриття				
	Ni	Al	Cu	Au	C
Ni	5(4)	5(3)	5(4)	4(3)	2(1)
X18H9T	5(3)	4(2)	4(2)	4(3)	-
Бронза	4(2)	4(2)	5(3)	4(2)	-
Скло	3(1)	3(1)	3(1)	3(1)	2(1)

Як видно з представлених даних, попереднє іонне очищення підкладки приводить до підвищення адгезії на 1-2 бали. Найбільш значне зростання адгезії відмічається у випадках різнорідних матеріалів підкладки та покриття.

Висновки

Як свідчать оглянуті літературні дані та проведені експерименти, додаткове іонне очищення сприяє підвищенню адгезії металевих покриттів на різних за природою підкладках, в тому числі і на підкладках за складом, подібним до жароміцних та жаростійких сплавів. Від впровадження іонного очищення в технологію одержання електронно-променевих покриттів на деталях з жароміцних сплавів цілком імовірно очікувати підвищення адге-

зії, що покращить якість і вихід годної продукції. Найбільш доцільним для цього застосовувати іонні джерела магнетронного типу, які легко масштабуються і можуть бути вмонтовані в існуюче обладнання, також відрізняються високою ефективністю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пронин В.А., Гончаров В.Н., Липин А.В. и др. Использование метода ионного осаждения для модификаций поверхности трековых мембран // Письма в ЖТФ. 2002, т. 28. Вып. 1. - С. 11-14.
2. Пронин В.А., Гончаров В.Н., Липин А.В. и др. Ионно-лучевой метод модификации поверхности трековых мембран // ЖТФ. 2001. Т. 71. Вып. 11, - С. 96-100.
3. Бузаев С.П., Ковшаров Н.Ф., Ладыженский О.Б., Сочугов Н.С. Технологическая установка „ВНУК” для нанесения теплоотражающих покрытий на архитектурные стекла // Докл. VI конф. «Модификация свойств конструкционных материалов пучками заряженных частиц» - Томск, 23-29 сентября, 2002. С. 43-46.
4. Ионные инжекторы и плазменные ускорители. Под. Ред. А.И. Морозова и Н.Н.Семашко. - М: Энергоиздат, 1990.
5. Ивановский Г.Ф., Петров В.И. Ионно-плазменная обработка материалов. - М.: Радио и связь, 1986. - 232 с.
6. Ладыженский О.Б., Заславский В.М., Ковшаров Н.Ф., Распутин Р.М., Сочугов Н.С. Ионно-плазменная обработка поверхности как способ увеличения адгезии металлических пленок. Устройство дугогашения для мощных магнетронных распылительных систем // Докл. VI конф. «Модификация свойств конструкционных материалов пучками заряженных частиц» - Томск, 23-29 сентября, 2002.- С. 552-554.

УДК 631.3:635.1/8

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ І ДОРОБКИ НАСІННЯ ОВОЧЕ-БАШТАННИХ КУЛЬТУР

С.І.Пастушенко, доктор технічних наук, професор

К.М.Думенко, старший викладач

А.С.Пастушенко, студент

А.О.Дубовик, студент

Миколаївський державний аграрний університет

У статті на основі розробленого технологічного комплексу машин представлено нову універсальну, енергоефективну, мобільну технологічну лінію для виділення і доробки насіння овоче-баштанних культур

Постановка проблеми. Насінництво овоче-баштанних культур Півдня України до теперішнього часу майже повністю зникло як галузь. Одним з важливих питань цієї проблеми є отримання насіння овоче-баштанних культур механізованим шляхом. Про його пріоритетність гово-

рять відсутність на ринку України насінневого матеріалу вітчизняного виробництва у достатній кількості від потреби. Основна маса насіння цих культур (до 80 %) є імпортованою із-за кордону (Голландія, Угорщина, Румунія, Болгарія та інші). Решту потреби в насінневому матеріалі дрібні господарства забезпечують власноруч, витрачаючи на отримання 1 кг насіння 3...20 люд.-год (рис. 1). Забезпечити потребу в насінні власного виробництва основним областям неможливо, витрачаючи таку кількість людської праці, якщо врахувати те, що за середніми статистичними показниками кількість необхідного насіння по кожній культурі складає від 3 до 158 т насіння на рік (табл).

Проблемами механізації процесів отримання насіння овочевих культур займалися провідні вчені: І.Ф.Анісімов, В.П.Медведєв, А.В.Дураков, В.А.Лудилів та деякі інші. Більшість обладнання, яке залишилося у спеціалізованих господарствах Півдня України на теперішній час, є морально та фізично застарілим. В результаті чого більшість отриманого насіння не відповідає агротехнічним вимогам, в зв'язку з тим, що з'являється велика кількість частинок рівновеликих за розміром з насінням. Чистота насіння складає лише 78...86 %, а втрати сягають 15...20 % [1, 2]. Крім того, обладнання для отримання насіння даних культур потребує великої кількості води та, в основному, адаптоване для отримання насіння на стаціонарних лініях, що потребує додаткових транспортних витрат та приводить до підвищення собівартості виробництва.

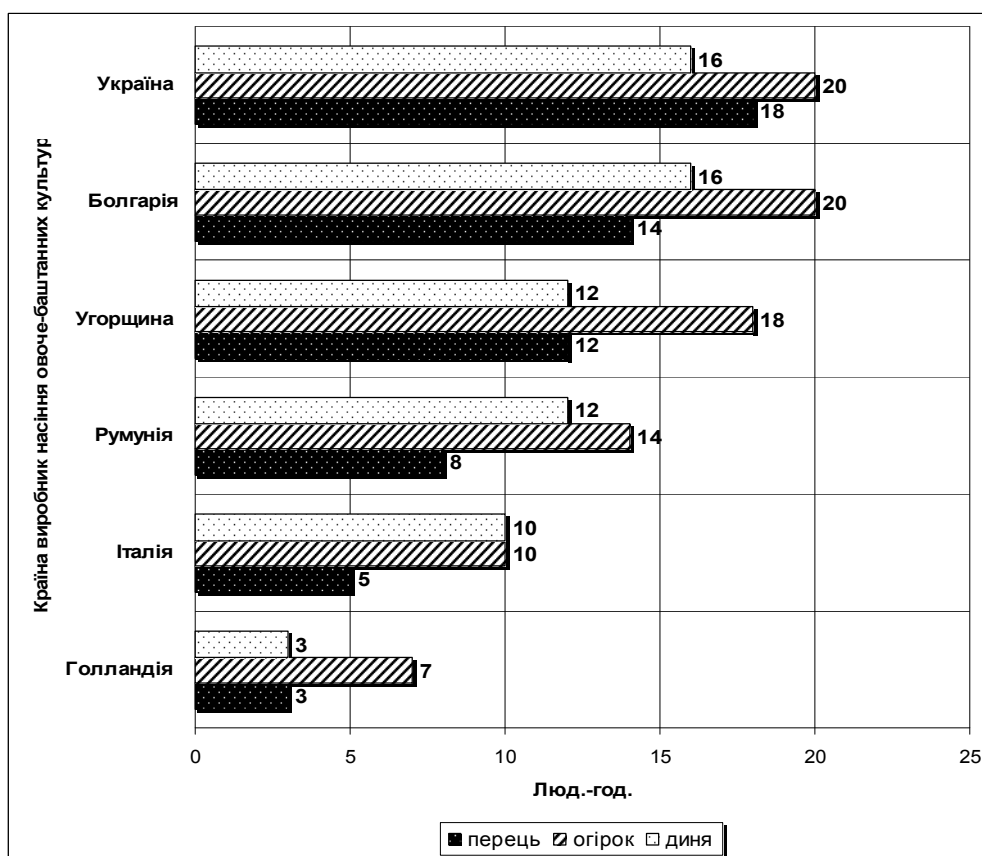


Рис. 1. Витрати людської праці на отримання 1 кг насіння

Аналіз останніх досліджень і публікацій та виділення невирішеної частини загальної проблеми. Дослідження присвячені проблемам отримання насіння овоче-баштанних культур зустрічаються в літературі наприкінці 80-х та початку 90-х років минулого століття. Це в основі своїй публікації, що присвячені досить застарілим технологіям, які не використовуються зараз, оскільки не задовольняють сучасні агротехнічні вимоги щодо якості отриманого насіння та його собівартості.

Таблиця

Зведені усереднені статистичні показники по Україні для перцю, дині та огірка

Культура	Площа посівів, тис.га	Валовий збір, тис.ц	Врожайність, ц/га	Потреба в насінниках, тис.ц	Потреба в насінні, кг	Площа під насінниками, га
Солодкий та гострий перець	7,42	730,7	88,5	19,6	2967	213,93
Огірки	52,72	582,3	57,0	1054,4	158160	18498,25
Дині	10,71	5656,5	107,7	285,6	42840	397,77

За останні 16 років Української державності повністю відсутні будь-які дослідження, наукові публікації, пов'язані з проблемою механізації процесу отримання насіння перцю, дині та огірка. Хоча за цей час у виробництві з'явилася достатня кількість нових продуктивних сортів даних культур, для яких відсутні показники фізико-механічних характеристик, що є основою досліджень, пов'язаних з розробкою сучасного обладнання для механізації процесу виробництва насіння овоче-баштанних культур.

Існуючі показники фізико-механічних характеристик плодів і насіння овоче-баштанних культур, які були отримані у 80-х, 90-х роках минулого століття, не відображають реалії сучасних сортів. Тому спиратися на ці дані, обираючи технологію і засоби механізації процесу виділення насіння, не є вірним.

В зв'язку з цим виникає нагальна необхідність, по-перше, у проведенні комплексних досліджень в області фізико-механічних властивостей перспективних сортів перцю, дині та огірків, які є районованими і найбільш використовуваними в теперішній час на Півдні України. По-друге, у створенні нового мобільного технологічно- і енергоефективного обладнання для виробництва насіння овоче-баштанних культур. Вирішення цієї двоєдиної проблеми має важливе народногосподарське значення, оскільки якісний насінневий матеріал – це одна з основних умов, що дозволяє підвищити врожайність та знизити собівартість вирощуваної продукції.

Враховуючи те, що спосіб виділення насіння шляхом подрібнення насінників, який використовувався у попередньому обладнанні, не є

обов'язковим, оскільки є енерговитратним і призводить до появи великої кількості дрібних домішків, варто перейти до ударного або давильного способу дії робочих органів. Тому найбільш відповідальним і важливим завданням, яке потребує якісного вирішення, є теоретичні дослідження, пов'язані з обґрунтуванням вибору конструкції обладнання для механізації процесу отримання насіння овоче-баштанних культур.

Викладення основного матеріалу досліджень. Проблемною науково-дослідною лабораторією конструювання енергоефективної сільськогосподарської техніки і технологій факультету механізації сільського господарства Миколаївського ДАУ розроблено технологічну лінію (рис. 2), яка комплектується комплексом машин для отримання насіння перцю, огірка та дині, що мають ударний та давильний типи робочих органів. Також ведеться робота з розроблення обладнання, що забезпечує доочищення насінної маси механічним та гідропневматичним способами.

Технологічний процес отримання насіння солодкого та гострого перцю наступний – насінні плоди подаються в машину 1, яка відділяє харчові коробочки від серцевини з насінням (робоча маса), після чого робоча маса транспортером 2 подається у машину для отримання насіння солодкого та гострого перцю 3 (Патент України № 17351 [3]). Виділене насіння з домішками подається у шнек 7, де під час транспортування у ньому воно знаходиться в киплячому шарі, який створюється калорифером 8. Підсушена маса з домішками подається у діелектричний сепаратор 9, який ділить її на фракції з кондиційним насінням, домішками та некондиційним насінням.

Для отримання насіння огірка та дині (рис. 2) насінні плоди транспортером 2 подаються у давильний барабан 4, де подріштітний продукт (домішки, насіння, мезга та сік) поступають на доробку в гідропневматичний сепаратор 6, а надріштітний продукт (насіння та відходи) подається у циліндричний механічний сепаратор 5, що знаходиться під кутом α до горизонту. На сепараторі 5 відділяються відходи, а насіння і дрібні домішки поступають на подальшу доробку в гідропневматичний сепаратор 6. Очищене насіння з гідропневматичного сепаратора 6 транспортується шнеком 7, де знаходиться в киплячому шарі, внаслідок чого підсушується і подається у діелектричний сепаратор 9, який розділяє на фракції кондиційного, некондиційного насіння та домішків.

Однією з головних переваг даного технологічного комплексу для отримання насіння овоче-баштанних культур є його мобільність, яка дозволяє переробляти насінні плоди під час збирання в польових умовах. В основному це стосується отримання насіння огірка та дині, насінні плоди яких недоцільно перевозити з поля на бази для отримання насіння через додаткові витрати пального. При цьому використовується мінімальна кількість води для гідропневматичного сепаратора. Вода, що знаходиться в резервуарі з постійним очищенням, циркулює в замкнутому циклі. За одну зміну роботи обладнання в полі витрачається близько 250 літрів води. На-

сінники перцю можна переробляти у польових умовах, але доцільніше це робити на консервних заводах, що дозволяє використовувати коробочку плоду в харчових цілях.

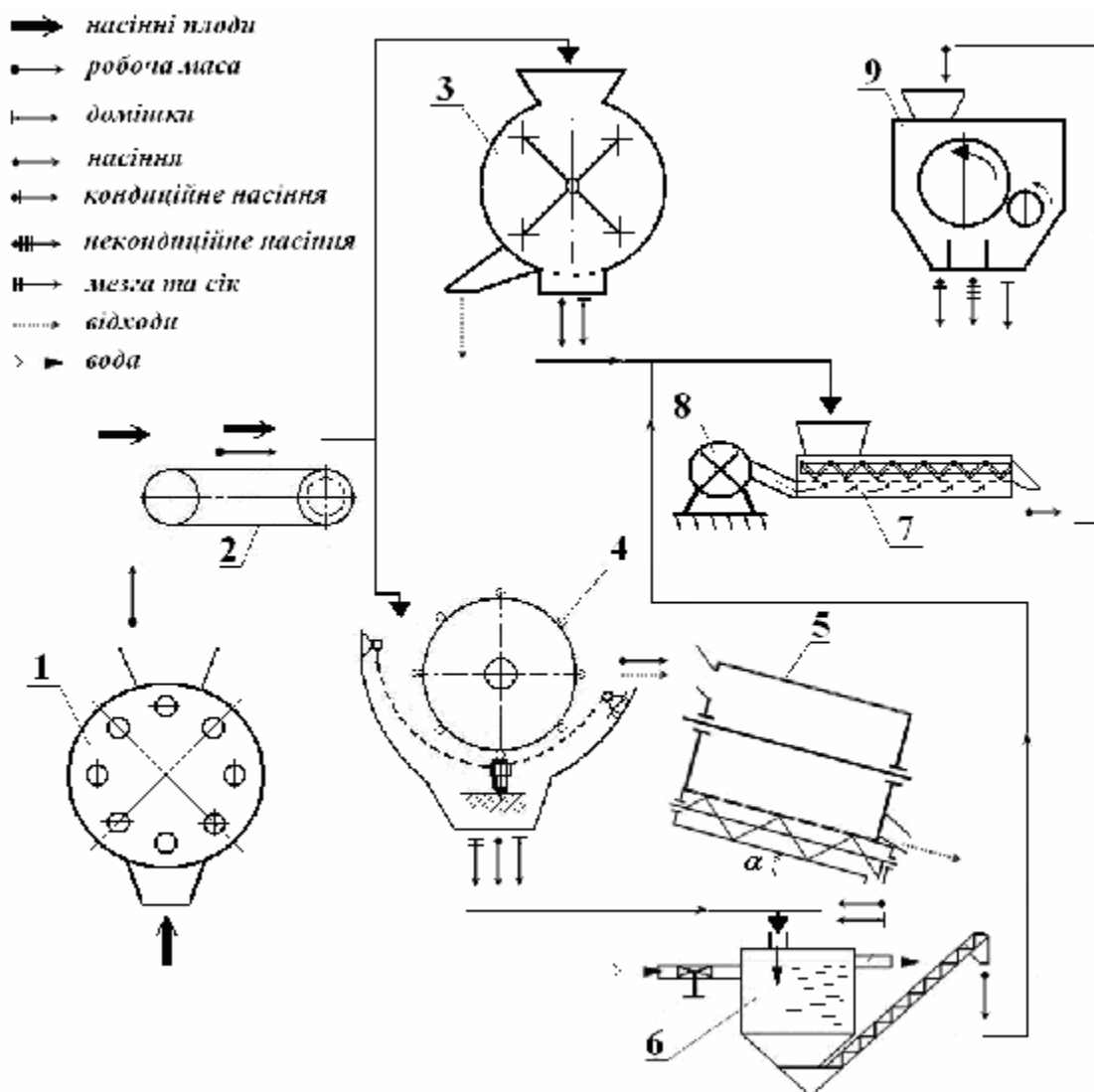


Рис. 2. Технологічна схема отримання насіння овоче-баштанних культур

Технологія отримання насіння солодкого та гострого перцю взагалі не потребує використання водних ресурсів, оскільки відокремлення насінної маси відбувається ударним способом, внаслідок чого кількість дрібних домішок зовсім незначна, а для їх відділення достатньо зменшити вологість неочищеної маси за допомогою підсушування при транспортуванні у киплячому шарі та використати діелектричний сепаратор [4].

До переваг технологічного комплексу машин по виробництву насіння овоче-баштанних культур також варто віднести його універсальність, яка дозволяє переробляти плоди і отримувати насіння трьох овоче-

баштанних культур із різними біологічними особливостями без переналагодження технологічного обладнання.

Крім того, в ряді існуючого обладнання для отримання насіння овоче-баштанних культур даний технологічний набір машин відрізняється мінімізованими показниками енерговитрат. Це обумовлено раціональною конструкцією машин для виділення насіння з насінників, які за принципом своєї дії найбільш близькі до біологічних особливостей насінних плодів культур, що переробляються.

Висновки

Запропонована технологічна лінія має у своєму складі велику кількість стандартного обладнання, що підвищує її економічну ефективність та не призводить до ускладнення конструкції. Вперше при виробництві насіння овоче-баштанних культур в технологічному процесі виділення насіння перцю не використовується вода, а для інших культур потрібна її мінімальна кількість.

Комплекс обладнання технологічної лінії відрізняється від технологій, розроблених раніше універсальністю щодо виду і сорту овоче-баштанних культур, для яких він створений.

Низька інерційність робочих органів обладнання для виділення та очистки насіння робить дану технологію енергоефективною та енергозберігаючою.

Впровадження даної технологічної лінії дозволить забезпечити потреби південного регіону України у необхідній кількості якісним насінним матеріалом овоче-баштанних культур власного виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Медведев В.П., Дураков А.В. Механизация производства семян овощных и бахчевых культур.* - М.: Агропромиздат, 1985. -320 с.
2. *Анисимов И.Ф. Машины и поточные линии для производства семян овоще-бахчевых культур.*- Кишинев: Штиинца, 1987. – 292 с.
3. *Деклараційний патент 17351 Україна, МПК А23N15/00. Машина для отримання насіння солодкого та гострого перцю.* / К.М. Думенко, С.І. Пастушенко, О.В. Гольдшмідт, А.А. Терещенко, П.М. Домчук. – № u200603867; Заявл. 07.04.2006; Опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9.
4. *Пастушенко С.І., Гольдшмідт О.В., Думенко К.М. Аналіз і механіко-технологічна характеристика експериментального пристрою для отримання насіння овочевих культур // Науковий вісник НАУ.* – 2005. – Вип. 80. ч.1.–С. 41–50.

ОЦІНКА ЕКВІВАЛЕНТНИХ НАПРУГ НА ОСНОВІ СИСТЕМОЛОГІЇ

Ю.В.Селезньов, доктор технічних наук, професор

Г.О.Іванов, кандидат технічних наук, доцент

П.Н.Полянський, асистент

А.П.Бойко, асистент

Миколаївський державний аграрний університет

Виконано порівняльний аналіз розрахунків еквівалентних напруг на основі різних гіпотез міцності. Показано переваги розрахунків на основі системології

В даний час відома велика кількість різних теорій (гіпотез) міцності. З них найбільш широке поширення в інженерній практиці одержали 4 теорії (гіпотези) по критерію міцності. В опорі матеріалів використовується макромеханічний підхід, що представляє матеріал як суцільне пружне середовище. Макропідхід також застосовується до композиційних матеріалів, представляючи деталь як суцільне анізотропне середовище з визначеною симетрією структури.

Для оцінки міцності матеріалу конструкції, що знаходиться в складному напруженому стані приходиться вибирати критерії граничних станів, що встановлюють припустимі границі напруг, у яких матеріал може працювати за заданими умовами без руйнування. Граничними є стани, за яких матеріал переходить від пружного до пластичного стану чи руйнується (умова пластичності). Однак досвід показує, що жоден із запропонованих критеріїв не є універсальним. Кожний з них дає задовільні результати для окремих випадків. Вибір того чи іншого критерію залежить від природи матеріалу і характеру навантаження.

Розглянемо найбільш розповсюджені критерії граничних станів.

1. Критерій максимальних напруг: $\sigma_E = \sigma_1$,

Умова міцності в цьому випадку $\sigma_1 = \sigma_E \leq [\sigma]$, $[\sigma] = \sigma_T / [S]$ чи $[\sigma] = \sigma_v / [S]$ (умова пластичності чи міцності).

Цей підхід задовільно описує граничний стан крихких матеріалів.

2. Критерій максимальної деформації: $\varepsilon_1 \leq [\varepsilon] \rightarrow \sigma_E = \sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)$.

3. Критерій найбільших дотичних напружень: $\sigma_E = \sigma_1 - \sigma_3$. Задовільно описує граничний стан пластичних матеріалів (відпущена сталь).

4. Критерій питомої енергії формозміни:

$$\sigma_E = \sigma_i = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1 \cdot \sigma_2 + \sigma_1 \cdot \sigma_3 + \sigma_2 \cdot \sigma_3)}.$$

Добре описує поведінку пластичних матеріалів.

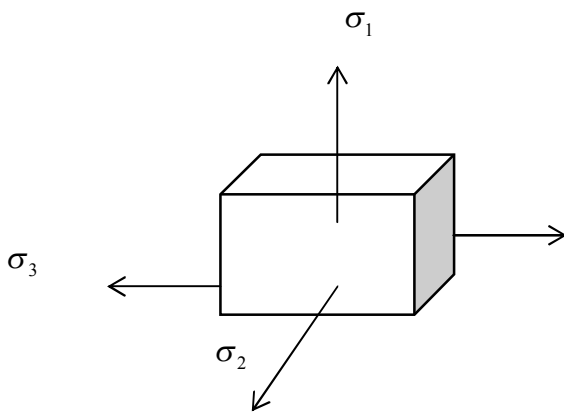


Рис. 1

системи з безліччю входів і виходів (рис. 2).

Відповідно до першої аксіоми, поведінка складної системи однозначно визначається характером зовнішніх впливів (v), внутрішньою структурою (x) і станом системи (u).

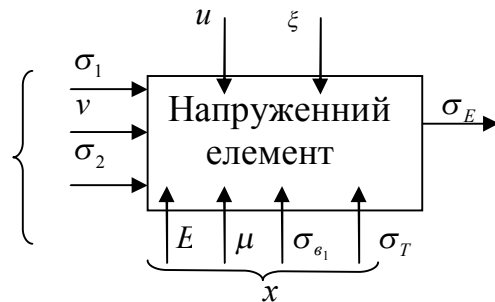


Рис.2

У даному випадку, якщо під поведінкою розуміти граничний стан, який оцінюється еквівалентною напругою, то можна записати

$$\sigma_E = F(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, x, u) \cdot \sigma_E.$$

Системне представлення передбачає множинну дискретну ієрархію. Будь-яка система складається з безлічі підсистем. Мікрорівень визначає властивості макрорівня. З мікропозицій внутрішні напруження, що виникають у матеріалі під дією зовнішніх навантажень, обумовлені силами міжмолекулярної чи міжатомної взаємодії. Ці сили електричного походження:

$$F_M = \frac{a}{r^m} - \frac{b}{r^n},$$

де a, b - експериментальні коефіцієнти, що визначають природу матеріалу; r - відстань між атомами (вузлами кристалічних ґрат) (рис.3).

Перший член характеризує сили притягання, другий - сили відштовхування. У напруженому стані атоми роблять рух відносно положення рівноваги при середній відстані r_0 .

5. Критерій Кулона-Мору: $\sigma_E = \sigma_1 - \chi\sigma_3$ застосовується рідко (для матеріалів, що мають різний опір розтягання і стиску).

$\chi = \sigma_{T+} / \sigma_{T-}$ (для пластичних $\chi = 1$, для крихких $\chi = 0$).

Відомі також і інші критерії. Розглянемо складний напружений стан матеріалу з позиції системології. У цьому випадку напружений елемент конструкції представляється у вигляді складної

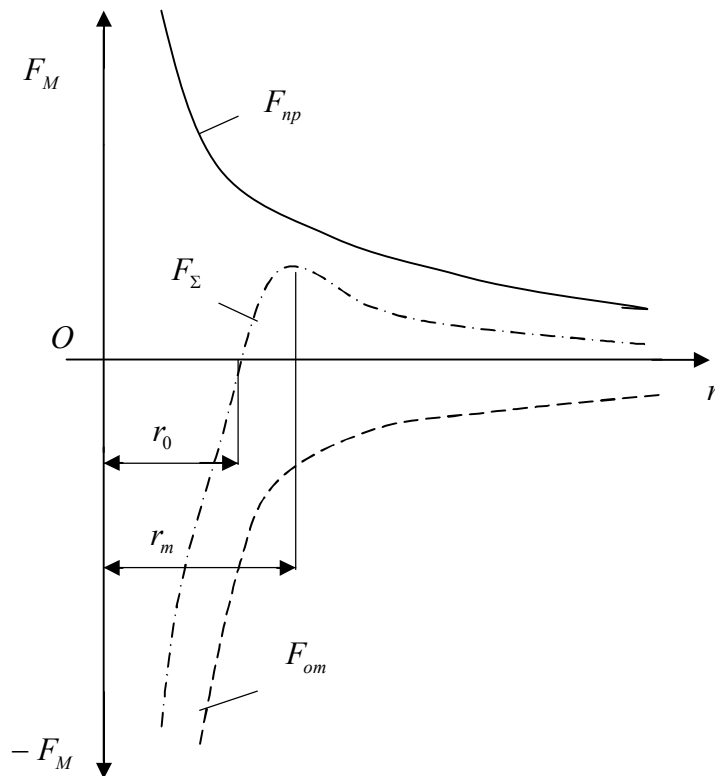


Рис. 3

При стиску $r < r_0$ переважають сили відштовхування, що врівноважують зовнішні сили. При розтяганні $r > r_0$ переважають сили притягання, які зрівноважать зовнішні сили.

Однак при $r = r_m$ результуюча сила притягання досягає максимального значення і подальше збільшення зовнішньої сили вже не зможе бути урівноважено внутрішніми силами міжмолекулярного притягання, що викликає руйнування матеріалу. Отже, міцність матеріалу на макрорівні визначається природою сил на мікрорівні міжмолекулярної взаємодії. Критерієм міцності є сума дискретних сил притягання F_M при відстані між системою атомів $r_m = r$. Відповідно до першої аксіоми поведження, міцність залежить від внутрішньої мікроструктури матеріалу і характеру зовнішніх силових впливів. Якщо в процесі навантаження відстань між частками (вузлами кристалічної структури) не досягає критичної величини, то матеріал зберігає міцність. Таким чином, системно-дискретну гіпотезу міцності можна представити в наступному виді: $r_\Sigma \leq r_m$

Міцність матеріалу в складно-напруженому стані визначається граничною відстанню між дискретними частками (атомами, молекулами, вузлами кристалічних ґрат).

Рівняння міцності в цьому випадку буде мати вид: $r_\Sigma \leq r_m$.

Завдання ідентифікації полягає в тім, щоб знайти перехід з мікрорівня на макрорівень. Використовуємо для цього системно-аксіоматичну методологію (САМ). Згідно з САМ, всі об'єкти дослідження представляються

у вигляді ієрархії складних систем, причому відповідно до першої аксіоми внутрішні мікроструктури визначають функціональні властивості макро-структури. Стосовно матеріалу деталей це можна виразити в такий спосіб: механічні характеристики матеріалу деталей однозначно визначаються їх внутрішньою структурою, тобто природою і розташуванням дискретних макро- і мікрочастинок.

До макрочасток належать полікристали, матриця і наповнювач у виді волокон чи орієнтованих монокристалів. До мікрочастинок належать відносяться молекули, атоми, іони речовини, певним чином орієнтовані в просторі і утворюючи кристалічні ґрати з безупинно коливними вузлами. За певних умов система може накопичувати і віддавати потенційну енергію, визначаючи пружні властивості макроречовини. Системно-аксіоматичний аналіз умов деформації в локальній небезпечній ділянці показав можливість представлення відносного переміщення сусідніх мікрочастинок у вигляді двох складових: ковзання по похилій площині спайності під кутом α - Δx і переміщення в напрямку, перпендикулярному цій площині - Δy . Збільшені відстані між двома частками може бути представлене

$$\text{у вигляді } \Delta r = \sum_{i=1}^3 \overline{\Delta x}_i \cdot \cos \alpha + \sum_{i=1}^3 \overline{\Delta y}_i \cdot \sin \alpha .$$

Тоді умову міцності можна виразити в такий спосіб $\sum \overline{\Delta x} \cdot \cos \alpha + \sum \overline{\Delta y} \cdot \sin \alpha \leq \Delta x_p \cdot \cos \alpha + \Delta y_p \cdot \sin \alpha$.

Використовуючи закон пружної деформації, після ряду перетворень, одержимо $k_1(\overline{\sigma}_1 + \overline{\sigma}_2 + \overline{\sigma}_3) + k_2(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \leq [\sigma_p]$,

$$\text{де } k_1 = \frac{1}{1 + \frac{G}{E} \operatorname{tg}^2 \alpha}; \quad k_2 = \frac{1}{1 + \frac{E}{G} \operatorname{ctg}^2 \alpha}; \quad k_1 + k_2 = 1.$$

Наведений аналіз показує, що для квазіізотропних тіл найбільш небезпечною буде октаедрична площина ковзання при $\alpha = 35^\circ$, $\operatorname{tg}^2 \alpha = 0.5$. Для цього випадку умова міцності буде мати вид

$$k_1 \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2 - \sigma_1 \cdot \sigma_3 - \sigma_2 \cdot \sigma_3} + k_2(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \leq [\sigma]$$

Коефіцієнти k_1, k_2 (характеристики структури матеріалу) можна виразити через коефіцієнт Пуассона μ :

$$\frac{E}{G} = 2(1 + \mu); \quad k_1 = \frac{1}{1 + \frac{1}{4(1 + \mu)}}; \quad k_2 = \frac{1}{1 + 4(1 + \mu)}.$$

Для сталі при $\mu = 0.29$, $k_1 = 0.84$, $k_2 = 0.16$.

Розглянемо деякі окремі випадки.

1. Вал піддається крутінню і вигину $\sigma_E = k_1 \sqrt{\sigma_u^2 + 3\tau^2} + k_2 \sigma_u \leq [\sigma]$.

2. Циліндрична судина (казан, балон) підданий внутрішньому тиску $\sigma_1 = 2\sigma_2$; $\sigma_3 = 0$; $\sigma_E = k_1 \frac{\sigma_1}{2} \sqrt{3} + k_2(\sigma_1 + 0.5\sigma_1)$.

Для порівняння наведемо результати розрахунків за різними гіпотезами міцності. За першою: $\sigma_E = \sigma_1$; за другою: $\sigma_E = 0.855\sigma_1$; за третьою: $\sigma_E = \sigma_1$; за четвертою: $\sigma_E = 0.865\sigma_1$.

За пропонованою дискретно-системною (ДСГ): $\sigma_E = 0.966\sigma_1$.

Як видно, результати нової гіпотези міцності найбільше близько збігаються з результатами першої і третьої гіпотез міцності, що одержали найбільше поширення в даному випадку.

3. Розглянемо випадок розтягання деталі з поперечним стиском при $\sigma_1 = \sigma$; $\sigma_2 = 0$; $\sigma_3 = -\sigma$.

Результати розрахунків для цього випадку:

а) за першою теорією міцності: $\sigma_E = \sigma$;

б) за другою теорією міцності: $\sigma_E = 1.3\sigma$;

в) за третьою теорією міцності: $\sigma_E = 2\sigma$;

г) за четвертою теорією міцності: $\sigma_E = 1.73\sigma$.

д) за системно-дискретною гіпотезою (СДГ) міцності: $\sigma_E = 1.73\sigma$.

Як видно з порівняння, результати, отримані за різними теоріями міцності значно відрізняються один від одного, результати СДГ збіглися з результатами четвертої теорії міцності, що найбільше точно відповідає дійсності в даному окремому випадку.

4. Розглянемо випадок тривісного рівномірного розтягання, коли $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma$: а) за першою теорією міцності: $\sigma_E = \sigma$;

б) за другою теорією міцності: $\sigma_E = 0.4\sigma$;

в) за третьою теорією міцності: $\sigma_E = 0$;

г) за четвертою теорією міцності: $\sigma_E = 0$.

д) за системно-дискретною гіпотезою (СДГ) міцності: $\sigma_E = 0.48\sigma$.

Як видно з порівняння, результати формул СДГ найбільше близько збігаються з результатами другої теорії міцності, третя і четверта теорії міцності зовсім непридатні для даного випадку, тому що допускають необмежене збільшення напруг. Результати першої теорії в даному випадку не відповідають експериментальним даним. При рівномірному тривісному стиску ліва частина формули буде негативною, що говорить про скорочення відстані між розглянутими точками. Це значить, що умова міцності не може бути порушена за будь-якого значення стискаючого навантаження. Ці ж висновки впливають із третьої і четвертої теорії міцності стосовно даного випадку, у той час, як інші теорії міцності дають неправильні результати. З розгляду ряду прикладів видно, що відповідні теорії міцності

придатні тільки для окремих випадків завантаження, у той час, як СДГ придатна для усіх випадків складного напруженого стану, тому що враховує одночасно дію дотичних і нормальних напруг.

ЛІТЕРАТУРА

1. Клар Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач, пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1990. - 539 с.
2. Селезнев Ю.В. Оптимизация управления проектами при организации и развитии совместных предприятий на основе системного подхода. - Николаев: РИО УГМТУ, сб. научных трудов вып. 1. 2000. - С. 157-163.
3. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. Пер. с англ. - М.: Мир, 1967. - 343 с.
4. Хубка В.А. Теории технических систем. - М.: Мир, 1987. - 208 с.

УДК 621.001.25

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ДИЗАЙН ПРИСТРОЮ ТИПУ СКОБА-ПЛУГ ДЛЯ ОБРОБКИ СХИЛІВ ЧЕРЕЗ БЕРМУ

В.І.Корабельський, доктор технічних наук, професор

Л.В.Лось, доктор технічних наук, професор

С.П.Сокол, старший викладач

Львівська філія Українського науково-дослідного інституту проогнозування та випробування техніки і технгології для сільськогосподарського виробництва ім. Л.Погорілого

*Проведено аналіз можливостей обробітку ґрунту на схилах.
Запропоновано конструкцію спеціальної скоби-плуга для глибинного обробітку схилів через берму*

Головною складністю таких технологічних дій є постійна загроза умов для змиву родючого шару ґрунту.

Відвальна полицева оранка вверх по схилу недоречна через геометрії нині діючих поверхонь плугів (циліндричні, циліндроїдальні та інші). Зміна вказаної геометрії на незакономірні форми [6] суттєвого ефекту не дала: нова поверхня функційно працювала й відгортала пласт вверх по схилу в досить крутих умовах (кутом 15°), але схили не мають постійної крутизни – вони бувають й більш крутими – й мають кут до 0° (або й зовсім нахил в інший бік).

Тому була запропоновано [1, 9, 13] для автоматичної корекції кута нахилу просторового комплексу твірних ліній поверхні культурного плуга (знаємо: циліндроїдальна форма визначається кінематичним набором прямих твірних, розташованих відносно стінки борозни паралельно заданій наперед площині і змінюючи цей кут нахилу до стінки борозни за відповідними законами. [2].

Автоматична зміна цих кутів (згідно з теорією Желіговського В.А.) [5] виконувалася за допомогою механізму автоматичного регулювання розташування колеса у гірських тракторів (МТЗ-82Н), які завжди у роботі були зорієнтовані вертикально своїми площинами колісних кіл (рис. 1 а).

Такий дизайн (функціональне конструювання) не отримав широкої апробації та втілення в практичну роботу через складне виконання автоматичного регулювання орієнтацією робочої поверхні залежно від кута нахилу схилу (його крутизни).

Відвалювання вниз по схилу призводить до нагромадження виділеного із силового моноліту пласта й подекуди армованого кореневидами системами рослинних залишків (що значно ускладнює екологічну ситуацію). Такі технологічні дії ослаблюють та оголюють материкову породу, а згружені вниз рештки талі та дощові води змивають зі схилів в долину.

Виникла дизайн-ідея обробки схилів по паралелях спеціальними скобами (рис. 1) через незначну відстань (берму). Це дозволяє створювати на крутих ділянках горизонтальні прямолінійні канали, наповнені інтенсивно подрібненим ґрунтом. Таке розпушування виконується за рахунок дії незакономірних деформаторів (рис. 2), які мають складну геометричну форму – знизу кривизна поверхні зі знаком “+”, а вверху по ходу пласта – зі знаком “-”.

Ця поверхня каналового типу визначається просторовою твірною лінією АВ та набором поперечних розрізів, що плавно змінюють свою кривизну як за параметром, так і позначково (з “+” на “-”). Незакономірна каналова форма поверхні [15, 16] потребує за технологією виготовлення гарячої штамповки (пуансон та матриця), яка досить коштовна, тому така незакономірна поверхня може бути замінена декількома розгорнутими формами листового розкрою (рис. 2). Скоба-плуг змакетована в натуральну величину, тому що криволінійні форми складно піддаються масштабуванню.

Основний деформатор має зверху дві люстерно (дзеркально) симетричні поверхні, так звані “вуха”, що блокують зверху пласт, натискаючи паралельно гравітаційним силам на нього, – й заставляючи більш активно й результативно діяти при цьому нижній деформатор.

Макетне зображення пристрою (рис. 3) дає можливість виконати конструкційні дії з реалізації технічної ідеї в металевому виготовленні (пошуковий макет був виготовлений з пінопласту та картону). Якщо зверху зображено (рис. 3) деформатор складної незакономірної форми в розрахунковому теоретичному виді (ливарні або штампувальні технології виготовлення), то знизу поданотехнічні креслення для виготовлення таких форм за допомогою холодного гнуття (що значно дешевше).

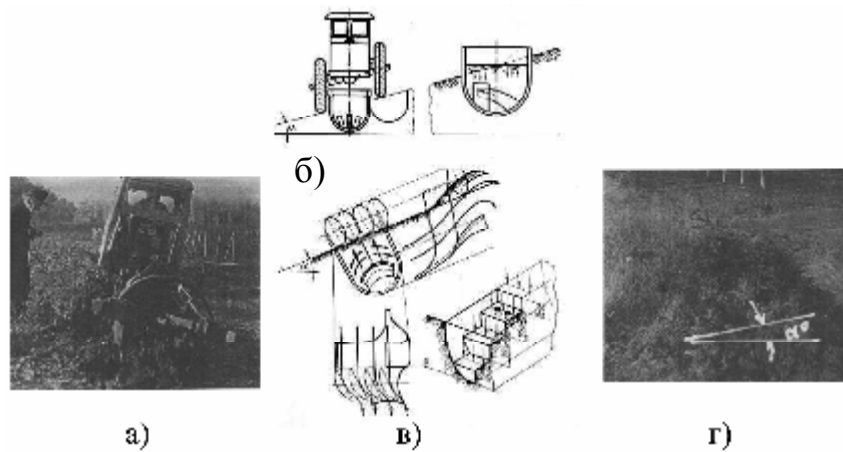


Рис. 1. Скоба-плуг для обробки схилів через берму: а) розташування робочих органів (РО) без берми; б) дзеркально-асиметрична скоба; в) приорювання дискове (мульчування) верхнього шару; г) зняття агротехнологічних даних якості розпушення. Зліва – дослід на схилах півдня України (Одеська обл.)

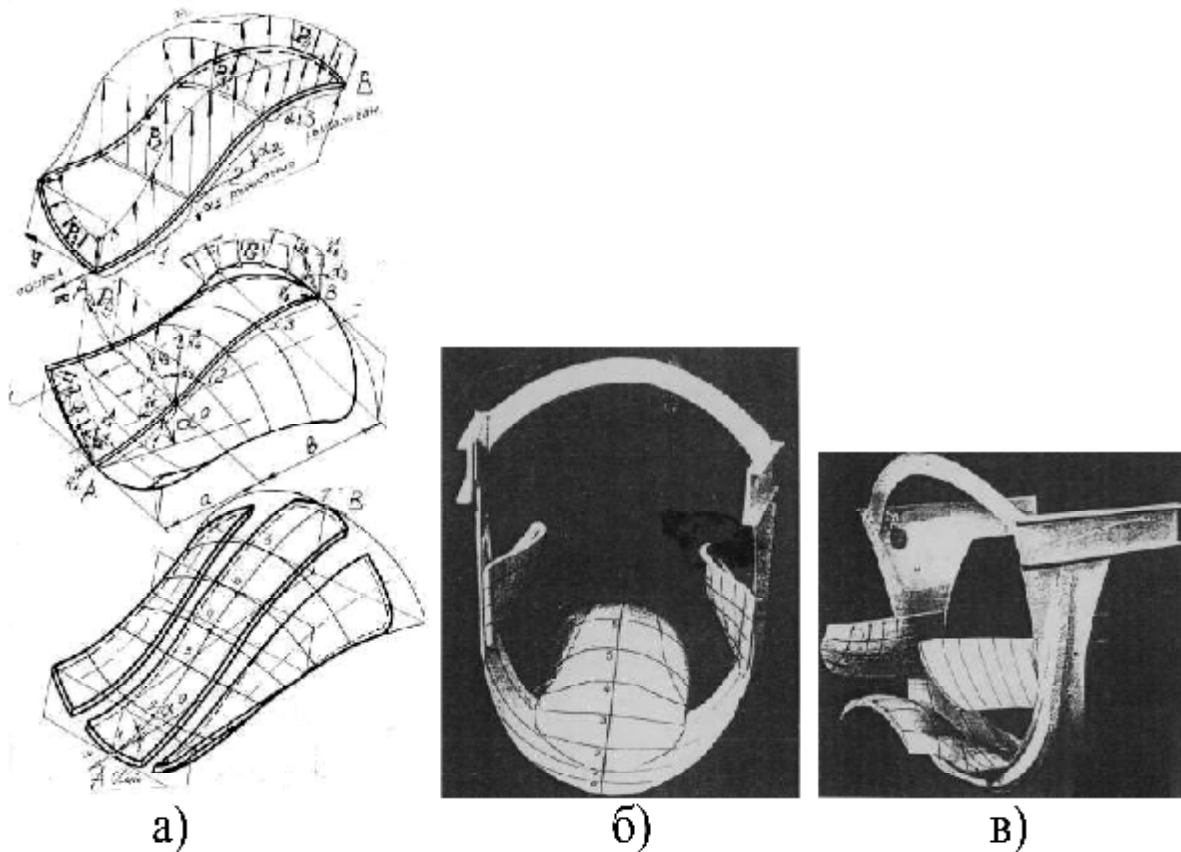


Рис. 2. Геометрична форма деформаторів скоби-плуга, що використовується на обробці схилів: а) пів незакономірної поверхні з розтином по просторовій твірній лінії (крива Гауса); б) каналова знакозмінна поверхня; в) апроксимація складної нерозгорнутої форми відрізками холодно гнутих смуг.

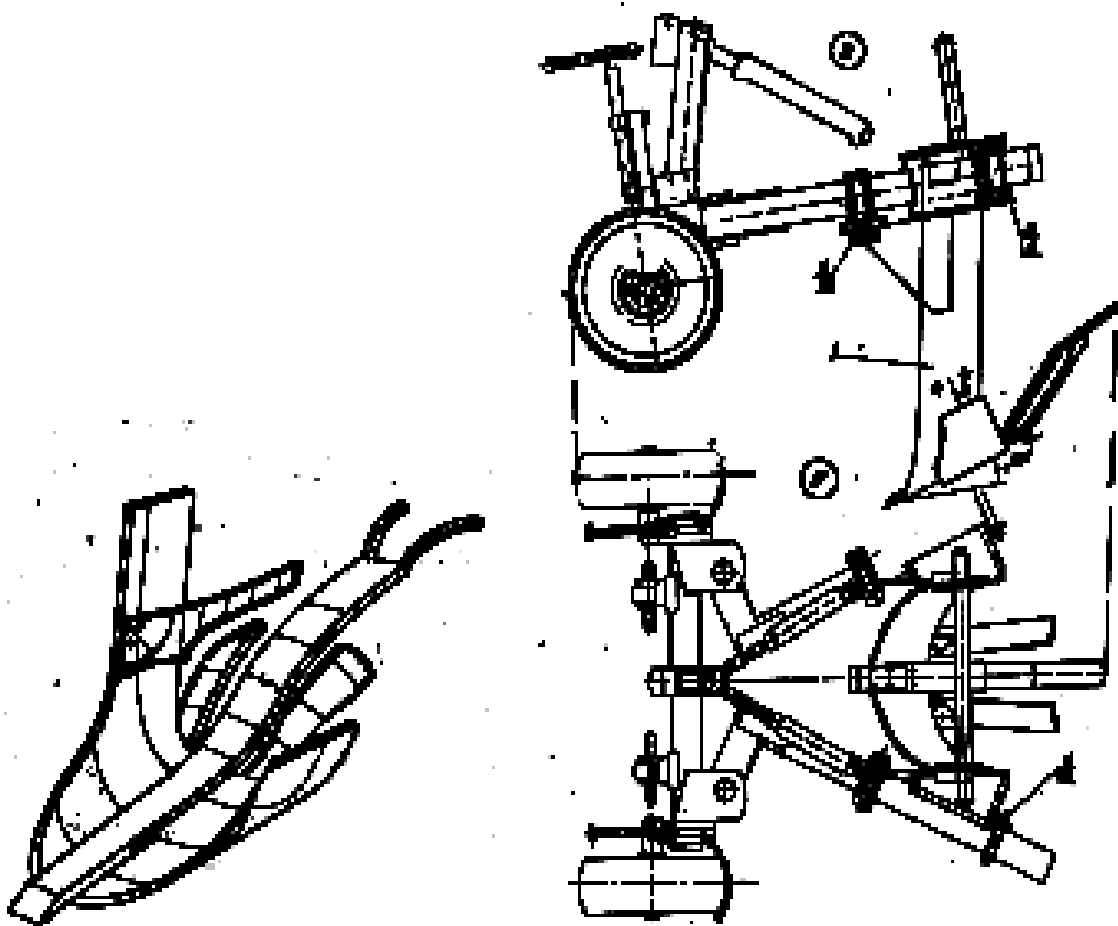


Рис. 3. Макет скоби-розпушувача для обробітку щільних ґрунтів і викопування саджанців, виконаний з плоскої смуги (“Одесаґрунтотомаш”) та пристосування ПРВМ-15000 для викопування саджанців винограду, розроблене ГСКТБ ПО

Новий пристрій типу скоба-плуг може кріпитися й на будь-якій спробній рамі (Львівська філія УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого, Залужний В.І., Сало Я.М.). Наприклад, консольно на брусі з обох сторін трактора. Ширина цього трактора буде визначати параметр берми (крім цього, скоби можуть пересуватися по брусіві в площині оптимальних розмірів берми залежно від крутизни схилу та фізико-механічних властивостей місцевого ґрунту) [17].

З’явилась ідея дизайну (Корабельський В.І., Олійник Е.П.) асиметричного головного деформатора (рис. 5), що складається з двох частин, в якій одна частина деформатора рихлить та піднімає пласт, а друга – підгортає землю в утворену попередньою частиною порожнину (пустоту), тим самим вирівнюючи загальний профіль борозни на схилі (рис. 1, б).

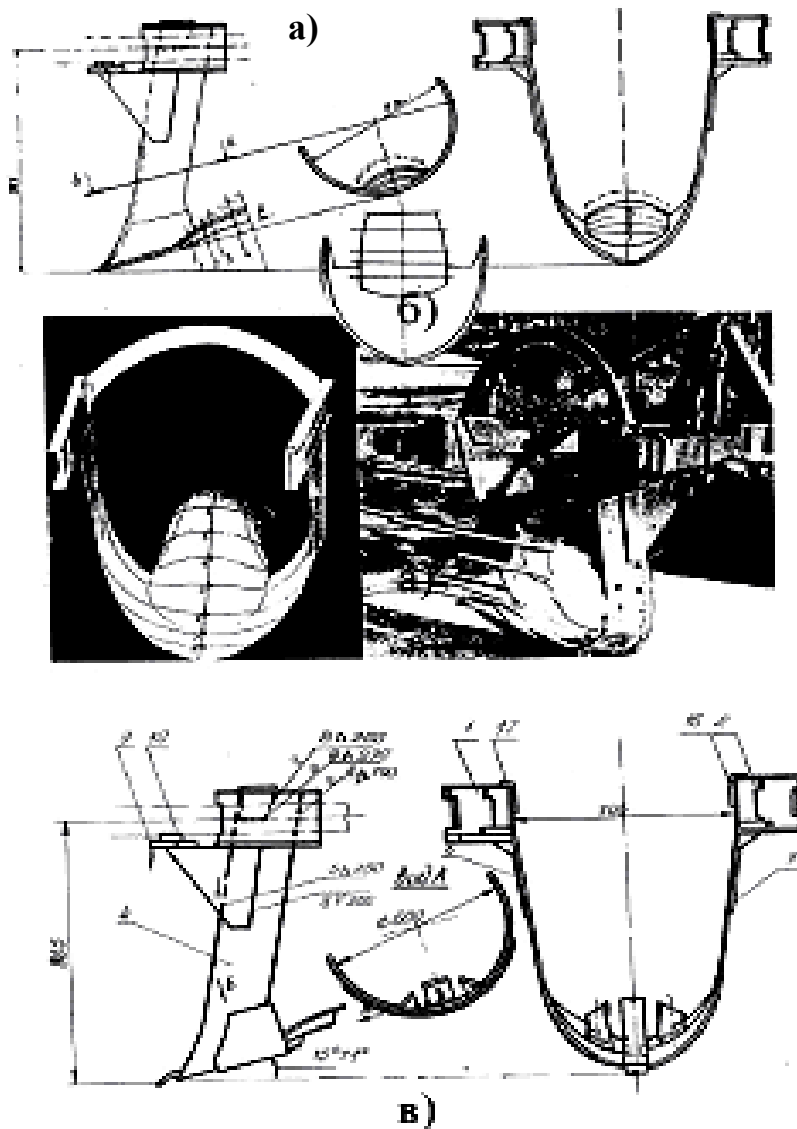


Рис. 4. Стадії дизайн-конструювання згідно технічними умовами заводу-виготовлювача: а) теор. макет; б) збірне креслення згідно з теорією технічного рішення; в) заміна форм, що виливаються або штампуються (пунсон, матриця) розгорнутими смугами (холодне гнуття)

Така організація розрихлення обсягу моноліту на схилах сприяє затриманню дощових та талих вод.

Асиметричний деформатор потребує “рояльного” розташування для зміни в роботі двох люстерно-симетричних скоб (щоб не робити зайвого неробочого проходу) – в цьому ефективність нового технологічно-функціонального дизайну [1, 4, 6, 9, 13, 15, 16].

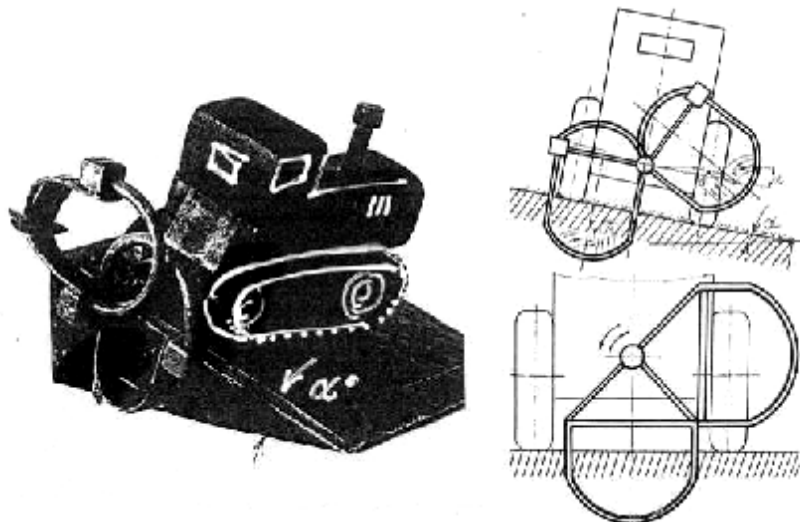


Рис. 5. Люстерно-симетрична скоба для вирівнювання профілю борозни (мікротерасування за один прохід скоби-плуга), це так зване “ро-яльне” розташування органів (обертовий плуг) для зменшення холостих проходів трактора

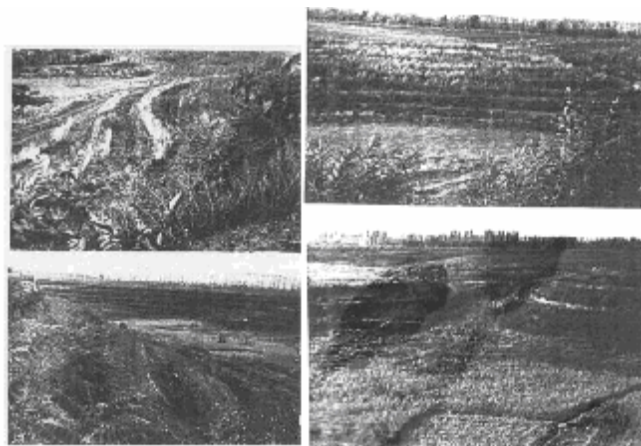


Рис. 6. Реальні спроби мікротерасування схилів з виконанням паралельних борозен через берму (затримання вологи талих дощових вод та їх акумуляція)

На рис. 6 – фотографічні (південь України, червоноземи) ілюстрації обробки схилів скобою-плугом через берму різної величини (рельєф місцевості різний).

Робота виконується на кафедрі “Комп’ютерних технологій в дизайні” (проф. Корабельський В.І., доц. Олійник Е.М.) Національного авіаційного університету (Київ) та Львівській філії УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого (сmt. Магерів) при підтримці ННЦ ІМЕСГ (УААН) – Адамчук В.В.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветохин В.И. Обоснование формы и параметров рыхлительных рабочих органов с целью снижения энергозатрат на обработку почвы. Дис. канд. техн. наук. – М.: ВИСХОМ, 1992.

2. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Т.2. – М.: Колос, 1968.
3. Гячев Л.В. Теория лемешно-отвальных поверхностей. - Зерноград, 1961.
4. Данченко В.Н. Совершенствование процесса заделки семян сахарной свеклы в почву и рабочих органов для его выполнения: Дис. канд. техн. наук. – Харьков, 1984.
5. Желиговский В.А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии сельскохозяйственных материалов. – Тбилиси: Изд-во Груз. с.-г. ИИ-та, 1961.
6. Корабельский В.И. Обоснование формы и параметров почвообрабатывающих органов с помощью геометрического моделирования основных технологических требований. Дис. докт. техн. наук по специальности 05.20.01 "Механизация сельскохозяйственного производства". Чемерштен, 1988. - 506 с.
7. Корабельский В.И., Кравчук В.И., Гурик Н.И. Вопросы адаптации западноевропейской почвообрабатывающей техники по агротехнологическим условиям Украины (с разработкой технолого-конструкционных схем на базе геометрического моделирования конкретных технологических задач). // Труды Таврической государственной агротехнической академии. Мелитополь, 1999. Вып. 4. Т. 5. – С. 19-28.
8. Корабельский В.И., Кравчук В.И., Надкерничная Т.Н. Система функционального конструирования и дизайна сельскохозяйственных машин на основе геометрического моделирования условий агротехнологий и сохранения экологии окружающей среды. // Труды Таврической государственной агротехнической академии. Мелитополь, 1999. Вып. 4. Т. 5. - С. 52-56.
9. Vladimir Kravchuk (Departament "Ukragromash") Working out the Soll Tillage Machinery and Farm Implements under Conditions of Preserving the Ecology of the soll. Wena, 1997.
10. Корабельский В.И. Методические указания по конструированию поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин с заданными свойствами. – К.: КПИ, 1987. – 104 с.
11. Кравчук В.И., Корабельський В.І., Ветохін В.І. Розробка ґрунтообробних знарядь та пристроїв по геометричному моделюванню умов збереження екології. // Міжвідомча науково-технічна збірка "Прикладна геометрія та інженерна графіка", К.: 1998. Вип. 64. - С. 63-65.
12. V.I. Korabelsky, V.I. Kravchuk, N.N. Gurik. Development of working tools for west-europe-made soil tilling machines complying the agrotechnical of the Ukraine
13. Павлоцкий А.С. Конструирование поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих орудий по наперед заданным условиям деформации почвенного пласта: Дис. канд. техн. наук. – К., 1974.
14. Панов И.М., Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М., 1978 г.
15. Хмеленко А.С. Геометрическое конструирование поверхности рабочих органов орудий для обработки солонцов. Дис. канд. техн. наук. – К., 1986.
16. Юрчук В.П. Геометрическое конструирование поверхностей выкапывающих рабочих органов корнеуборочных машин. Дис. канд. техн. наук. – К., 1987.

ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ 3D-БАЗЫ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ СРЕДСТВАМИ ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ КОМПАС-3D

Ю.Ф.Авлукова, старший преподаватель

А.В.Говзич, студент

Т.И.Делендик, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет

В даній роботі обґрунтовано необхідність і розглянуто можливість створення тривимірної бази конструктивних елементів корпусів і кришок циліндрових редукторів. Проведене дослідження може мати практичне застосування в умовах машинобудівного виробництва і дозволяє понизити витрати часу на конструювання і створення деталей

За последние годы значительно вырос уровень использования высоких технологий, позволяющий значительно облегчить труд инженера. Современное машиностроение предусматривает использование трехмерного моделирования объектов в качестве перспективного способа конструирования деталей и механизмов. Это освобождает инженера от рутинной работы за кульманом, зачастую достаточно неудобной, снижает затраты времени на расчеты параметров моделей будущих изделий. На предприятиях республики из множества программ для объемного моделирования достаточно часто используется графическая среда КОМПАС. Она позволяет выполнять создание трехмерных моделей объектов с последующим редактированием их на уровне плоского чертежа, необходимых для изготовления деталей на станках с ЧПУ. Поэтому значительно увеличивается необходимость в использовании программного обеспечения в области конструкторского, компьютерного моделирования. Поскольку, с геометрической точки зрения, любой объект характеризуется сложностью формы и структуры, то система трехмерного твердотельного моделирования предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства. Основная задача, решаемая системой КОМПАС-3D V8 - моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Система КОМПАС-3D V8 позво-

ляет создавать трехмерную модель сборки, объединяющую модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении компонентов и зависимостях между параметрами их элементов

С геометрической точки зрения любой объект характеризуется сложностью формы и структуры (композиции). Форма геометрического объекта является наиболее подвижной, изменчивой характеристикой. Структура выражает относительно устойчивые свойства объекта, определяя взаимное положение компонентов в пространстве. САПР создается для проектирования отдельных типов машин и механизмов. Представителем класса является типовая конструкция, создаваемая на базе анализа имеющихся производственных решений.

В работе создана структурная модель типовой конструкции обобщенного проектного решения корпуса редуктора, включающая его основание, крышку корпуса, проанализированы соединения штифтом и болтом, соединение крышки корпуса с крышкой смотрового люка, проведен поэлементный анализ исследуемых в соответствии с их целевым назначением и даны рекомендации по выбору структурной схемы создаваемой детали. Рассмотрено пошаговое построение трехмерных моделей соответствующих деталей с использованием созданной параметрической базы данных типовых элементов. Данная разработка может использоваться одновременно и как прикладной пример, и как справочное руководство по созданию трехмерной модели детали с базой данных конструктивных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потемкин А. *Инженерная графика. Просто и доступно.* – М.: Лори, 2000.- 492с.
2. *Компас-График V8-3D для Windows. Практическое руководство, ч.1.* - АО АСКОН, 2005.- 601с.
3. *Компас-График V8-3D для Windows. Практическое руководство, ч.2.* - АО АСКОН, 2005.- 468с.
4. *Компас-График V8-3D для Windows. Руководство пользователя, ч.1.* - АО АСКОН, 2005.- 406с.
5. *Компас-График V8-3D для Windows. Руководство пользователя, ч.2.* - АО АСКОН, 2005.- 335с.
6. *Компас 3D для Windows. Руководство пользователя.* - АО АСКОН, 2000. – 194 с.
7. *Приложения Компас V8-3D для Windows. Руководство пользователя.* - АО АСКОН, 2005.- 241с.
8. *Сборочный чертеж и САПР. Методическое пособие по курсу «Начертательная геометрия и черчение» для студентов машиностроительных специальностей. Под ред. Л.С.Шабки.* – Минск: Белорусский политехнический институт, 1989.- 64с.

СОЗДАНИЕ СМАЗОЧНО–ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ МАГНИТНО–АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Л.Е.Сергеев, кандидат технических наук, доцент

В.Е.Бабич, кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный технический университет

Здійснено прогнозування застосування змащувально-охолоджуючих технологічних засобів (СОТС) для магнітно-абразивної обробки (МАО) кольорових матеріалів. Виявлено шляхи інтенсифікації процесу МАО кольорових матеріалів за рахунок зміни як технології виготовлення СОТС, так і створення нових складів конструюванням системи компонентів даних СОТС

Одним из наиболее важных свойств смазочно–охлаждающих технологических средств служит их моющее действие. Однако вопрос прогнозирования его эффективности для магнитно–абразивной обработки (МАО) цветных металлов во многом еще не решен. В качестве такого критерия предлагается использовать безразмерный коэффициент теплоотдачи, устанавливаемый через число Нуссельта. В свою очередь данный коэффициент зависит от показателя динамической вязкости, который определяется через физико–химические показатели СОТС. На основе выявления их связи прогнозируется эффективность применения различных видов СОТС для МАО. Также на базе системного подхода произведена оптимизация составов СОТС и установлены граничные условия их создания. Осуществлена возможность эффективного применения СОТС на основе эмульсолов, полученных по эжекционно-волновой технологии.

Исследование СОТС на результаты магнитно – абразивной обработки представляет интерес в силу реализации возможности воздействия на данный процесс. Необходимость такого исследования обусловлена ростом требований к качеству обработанных изделий и обеспечением заданных характеристик микро– и макрогеометрии поверхностного слоя этих изделий. Установлено, что требуемые свойства финишной обработки обеспечиваются применением соответствующего вида СОТС [1]. Однако, несмотря на большое число разработанных составов СОТС, задача оптимизации их составов для МАО во многом еще не решена. Как правило, такого рода рекомендации носят эмпирический характер, базирующийся на конкретных условиях обработки.

Ранее оценка моющего действия производилась по отдельным физико–химическим характеристикам: поверхностной активности, пептизирующей способности, смачиваемости. Независимо от механизма действия, следует отметить, что только комплексный фактор выявляет эффектив-

ность использования СОТС как одного из важных компонентов рабочей технологической среды: ферро абразивный порошок (ФАП) + СОТС + электромагнитное поле (ЭМП). Необходимость установления этого фактора должна быть связана с наличием критерия, характеризующегося доступностью его определения в условиях производства. Ранее для МАО в качестве СОТС применялись эмульсии на основе эмульсолов ЭТ, ЭГТ, Э – 2. Однако наличие грубодисперсной ($10^{-1} - 10^{-2}$ мм) фазы таких эмульсий приводило к прекращению фильтрации СОТС ферро абразивной «щеткой». Следующий этап исследований показал, что наиболее приемлемой заменой такого рода СОТС являются поверхностно-активные вещества (ПАВ) на базе гликолей. Однако необходимость обработки методом МАО вязких пластичных материалов, в том числе и цветных, требует создания нового типа СОТС. Это обусловлено тем, что синтетические жирные кислоты, на основе которых разработаны широко применяемые СОТС СинМА – 1 и 2 ТУ 38.5901176 – 91 имеют низкую ($70 - 80^{\circ}\text{C}$) термостойкость, вследствие чего происходит падение эффективности моющего действия [2]. Трудность обработки цветных металлов связана с возникновением явления структурной приспособляемости. Повышение показателя термостойкости СОТС для МАО ограничивается реальным набором компонентов. Учитывая изложенное, очевидна целесообразность системного подхода при решении данной задачи и проведения работ, носящих, в основном, качественный характер.

В качестве оборудования применялись установки СФТ 2. 150. 00. 00. 000. для магнитно – абразивной обработки и СФТ 10. 125. 00. 00. 000 для производства СОТС методом эжекционно-волновой технологии. Образцы – прутки диаметром 45 мм. Материал бронза Бр ОФ 10 – 5 ГОСТ 18175 – 78, латунь Л63 ГОСТ 15527 – 70 и медь М3 ГОСТ 859 – 81. СОТС – 5 % водные растворы СинМА – 1 и 2 и Э – 2 ГОСТ 4244 – 75, ФАП – Ж15КТ ТУ 6 – 09 – 483 – 81, размер зерна $\delta = 100/160$ мкм. Шероховатость образцов до обработки $Ra_1 = 0,8 - 1,2$ мкм. Измерение шероховатости до и после обработки производилось на профилографе – профилометре модель 252 «Калибр». Взвешивание образцов осуществлялось на весах аналитических ВЛА – 200 Г. Производительность обработки определялась по величине удельного массового съема материала.

В работе [2] выявлено, что использование СОТС Аквапол – 1 ТУ 38.1011061–86 обеспечивало интенсификацию процесса МАО цветных металлов в сравнении с СинМА-1 и 2. Анализ предполагаемого состава СОТС Аквапол–1 позволил сделать вывод, что наличие в нем нефтяного масла приводит к увеличению дисперсности системы и оптимизации физико-механических показателей для производительности протекания процесса МАО. Другим граничным условием, определяющим эффективность применения СОТС, является система, созданная как эмульсия. Следовательно, движение от этой границы должно быть направлено уже к умень-

шению дисперсности этой системы. Основной вопрос заключается в том, посредством чего можно достигнуть поставленного результата. Проведенные исследования позволили установить, что в первом случае (Аквапол-1) решение обеспечивается путем конструирования системы, т.е., введение в общий состав нефтяного масла как компонента при сохранении всего комплекса технологии изготовления. Во втором - решение уже представляется как изменение технологии при сохранении состава компонентов. Требуемый результат достигается применением эжекционно-волновой технологии для получения эмульсии с дисперсностью 10^{-3} или близкой к этому показателю. Сущность эжекционно-волновой технологии приготовления СОТС заключается в использовании колебаний волн давлением 0,02–0,1 МПа и частотой 1–2 кГц и кавитации. Отличительной особенностью эжекционно-волновой технологии является то, что реализуется рационально организованная циркуляция компонентов смеси с отбором эмульсола из поверхностного слоя и активным смешиванием с водой. Данная технология обеспечивает средний диаметр частиц 1-5 мкм. Однородность эмульсии достигается 3-5 кратностью протекания смеси через эжекторную камеру. Испытания СОТС Э-2, приготовленной с использованием эжекционно-волновой технологии, показали, что по производительности и качеству МАО цветных материалов эта эмульсия превышает аналогичные показатели СОТС СинМА-1 и 2 в среднем на 20 %.

Установлено, что число Нуссельта уменьшается при увеличении этого показателя [3]. Это приводит к росту температуры в пограничном слое между жидкостью и поверхностью твердого тела. Как указывалось выше, в таком случае применение СОТС Аквапол-1 в сравнении с СинМА-1 обеспечило рост эффективности и качества обработки цветных материалов при прочих равных условиях протекания процесса МАО.

В результате сопоставления полученных показателей можно прогнозировать степень влияния СОТС на интенсивность обработки методом МАО (в данном случае моющего действия) цветных материалов. Например, μ СОТС «Аквапол - 1» равен $1200 \cdot 30 = 3,6 \cdot 10^4$, а μ СинМА - 1 и 2 – $900 \cdot 100 = 9 \cdot 10^4$. Таким образом, зная представленные физико-химические характеристики различных СОТС, производится достаточно несложный прогноз эффективности финишной обработки различных цветных сплавов и металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов А.Г. Дальский А.М. *Научные основы технологии машиностроения* – М.: Машиностроение, 2002. - 684 с.
2. Ящерицын П.И., Стулий А.А., Сергеев Л.Е. и др. *Магнитно 0- абразивная обработка цветных материалов с использованием СОТС «Аквапол - 1» // Весці НАН Беларусі, серыя фіз. – тэхн. навук: 2000. № 4: С. 62–65.*
3. *Смазочно-охлаждающие технологические средства / Справочник под ред. Энтелуса С.Г. и Берлинера Э. Г. - М.: Машиностроение, 1986.*

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАЛОВ В ТРАКТОРОСТРОЕНИИ

Ю.Ф.Авлукова, старший преподаватель

А.А.Кодолич, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет

Упровадження комп'ютерних технологій можливо при використуванні комплексного підходу, що пов'язує в єдину систему питання моделювання об'єктів і процесів проектування в машинобудуванні, створення інтегрованого програмного середовища, а також експлуатації цього середовища в проектних підрозділах. Практична реалізація даного підходу розглянута на прикладі конструювання валу

Поверхности деталей машиностроительных конструкций являются результатом определенного способа их изготовления и обработки. Например, при обработке резанием поверхности образуются в результате взаимного перемещения заготовки и режущего инструмента на металлорежущих станках. При литье под давлением поверхности и объемы детали образуются путем заполнения жидким материалом формообразующей полости на литьевых машинах. Конструктор, создавая конструкцию детали, всегда предполагает определенную технологию ее изготовления. Соответственно, его представление о геометрии детали всегда неразрывно связано, прежде всего, с процессом формообразования. С точки зрения сложности решения проектных задач и средств, используемых для их решения, можно выделить четыре уровня сложности. К первому, наиболее простому уровню, относятся задачи, которые решаются без непосредственного использования математических моделей проектируемого объекта и средств вычислительной техники. Ко второму уровню могут быть отнесены задачи, которые уже требуют построения математических моделей, однако, могут быть решены аналитическими методами без привлечения вычислительной техники. К третьему уровню сложности относятся задачи, в основе которых лежат математические модели, реализуемые с помощью ЭВМ. Наконец, к четвертому, наиболее сложному случаю, относятся проектные задачи, решаемые в рамках систем автоматизированного проектирования.

В работе рассмотрены основные конструктивные элементы деталей – тел вращения типа вала с указанием их функционального назначения и определением соответствующих размеров. Вал представляет собой деталь наивысшего уровня сложности по вышеуказанной классификации. Его конструирование включает прочностные расчеты, расчеты на жест-

кость и колебание, аналитический выбор конструкции в соответствии с назначением.

Каждый этап проектирования детали решает различные задачи. Так, на этапе эскизного проектирования валов ориентировочно намечается конструкция, определяются диаметры отдельных участков. Далее уточняются размеры, согласовываются непосредственно с деталями, устанавливаемыми на вал, учитывается вид и расположение опор, конструкция уплотнения, технология изготовления.

Под исходными данными следует принять:

- расчетные данные (параметры), полученные из условий прочности, жесткости, устойчивости и выносливости;
- расчетные данные из условий компоновки вала и узлов;
- параметры деталей, закрепляемых на данном валу (посадочные диаметры и ширина подшипников, ступиц зубчатых колёс, фланцев и т.д.).

Далее составляется структурная (рабочая) схема синтезируемого вала с выделением участков по функциональному назначению. При этом определяются габаритные размеры границ этих участков. Одновременно определяется масштаб изображения модели вала в заданном формате чертежа сборочной единицы, после чего делается анализ моделируемого объекта на возможность применения конкретных конструктивных элементов, помещенных в банке данных (библиотеке конструктивных элементов).

Назначаются местные системы координат для каждого конструктивного элемента, исходя из структурной (рабочей) схемы вала, затем производится приведение базовых систем координат конструктивных элементов вала, осуществляемое вызовом соответствующих конструктивных элементов из базы данных с присваиванием идентификаторам размеров конкретных численных значений на исходных данных. При вызове конструктивных элементов необходимо указывать адрес привязки, т.е. идентификатор соответствующей местной системы координат.

Далее производится окончательное формирование пространственной модели вала объединением всех элементов в единое целое и присваивание этой модели идентификатора для синтеза чертежа сборочной единицы. Выполняется чертеж вала, причем изображение может быть различным.

Характерной особенностью современного состояния науки и техники является применение компьютерных технологий в машиностроении, требующее использования достижений различных научных областей: общих теорий проектирования и программирования, теории проектирования отдельных видов машин и приборов, технологии машиностроения, теории человеко-машинных систем и т.д. Компьютерные системы проектирования и производства, с одной стороны, сами являются сложным объектом проектирования, а с другой - должны моделировать процесс проектирования современных машин и приборов.

Успешное решение проблем реализации и внедрения компьютерных технологий на наших промышленных предприятиях возможно лишь на путях комплексного подхода, увязывающего в единую систему вопросы моделирования объектов и процессов проектирования в машиностроении, создания интегрированной программной среды, а также эксплуатации этой среды в проектных подразделениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1969. - 560 с.
2. Добровольский В.А. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1992. – 504 с.
3. Компас-График V8-3D для Windows. Практическое руководство, ч. 1. - АО АСКОН, 2005. - 601 с.
4. Компас-График V8-3D для Windows. Практическое руководство, ч. 2. - АО АСКОН, 2005. - 468 с.
5. Компас-График V8-3D для Windows. Руководство пользователя, ч. 1. - АО АСКОН, 2005. - 406 с.
6. Компас-График V8-3D для Windows. Руководство пользователя, ч. 2. - АО АСКОН, 2005. - 335 с.
7. Компас 3D для Windows. Руководство пользователя. - АО АСКОН, 2000. - 194 с.
8. Приложения Компас V8-3D для Windows. Руководство пользователя. - АО АСКОН, 2005. - 241 с

УДК 744.62(07)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Ю.Ф.Авлукова, старший преподаватель

М.Е.Петрикевич, студент

Ю.В.Игнатъев, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет

Проведений аналіз засобів і методів автоматизованого проектування дозволяє зробити висновок про необхідність використання як двовимірного, так і тривимірного моделювання в графічному середовищі КОМПАС-3D. Розглянуто особливості створення зображень деталей машинобудівного профілю різними методами, висловлено вимоги до ескізів при тривимірному моделюванні

Проектирование сложных объектов и решение основных задач проектирования невозможно сегодня без систем автоматизированного проектирования (САПР), систем управления базами данных (СУБД) и систем управления данными о проекте (PDM). Необходимость в вышеупомянутых системах постоянно увеличивается. Однако, не менее важным фактором, определяющим успешное решение задачи проектирования, является ис-

пользование соответствующих методологий, позволяющих за короткие сроки создавать высококачественные проекты.

При выполнении технических чертежей оказывается необходимым иметь наряду с комплексным чертежом данного оригинала и более наглядное его изображение, обладающее свойством обратимости. С этой целью применяют чертеж, состоящий только из одной параллельной проекции данного оригинала, дополненной проекцией пространственной системы координат, к которой предварительно отнесен изображаемый оригинал. Метод получения однопроекционного обратимого чертежа называется аксонометрическим. Таким образом, построение аксонометрических проекций сводится к применению координатного метода на проекционном чертеже. Для создания твёрдотельной модели используется перемещение или вращение плоских контуров. Плоский контур, в результате перемещения которого образуется объёмное тело – модель, являющаяся проекцией основания модели или её элемента на плоскости проекций, либо на грани модели. Перемещение контура принято называть операцией. Операции имеют дополнительные возможности, позволяющие изменять параметры построения, а, следовательно, и самой модели. В контур можно скопировать изображение из ранее созданного чертежа или фрагмента. Создание объёмной модели начинается с построения плоского контура, на одной из стандартных плоскостей проекций.

Одной из самых перспективных в развитии программ является система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Основные компоненты КОМПАС-3D - собственно система трехмерного твердотельного моделирования, чертежно-графический редактор и модуль проектирования спецификаций. Система предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа.

При проектировании изделий можно выделить два подхода к конструированию на основе компьютерных технологий. Первый подход базируется на двумерной геометрической модели и использования компьютера как электронного кульмана. Хотя, таким образом можно значительно ускорить процесс проектирования, но кардинального изменения в технологии проектирования не происходит, сохраняются все недостатки традиционного способа проектирования. Центральное место в этой технологии занимает чертеж. Процесс проектирования соответствует традиционному способу проектирования. В основе другого подхода лежит пространственная геометрическая модель изделия, которая является более наглядным способом представления оригинала и более мощным и удобным инструментом для решения геометрических задач. Чертеж в этих условиях играет вспомогательную роль, а способы его создания основаны на методах ком-

пьютерной графики и получаются автоматически из пространственной модели оригинала. Под моделью понимается совокупность сведений, однозначно определяющих ее форму. Двумерные модели (2D) позволяют формировать и изменять чертеж, а трехмерные модели (3D) служат для представления изделия в пространстве. Трехмерные модели задаются различными способами. В КОМПАС-3D в любой момент возможно изменение параметров любого элемента (эскиза, операции, сопряжения) модели. После задания новых значений параметров модель перестраивается в соответствии с ними. При этом сохраняются все существующие в ней связи, а так же ассоциативные связи с созданным на базе данной модели двумерным чертежом.

Конструктор сам, в силу производственной необходимости, например, наличие станков с ЧПУ и графического пакета, имеющего на них выход, и других факторов, определяется с выбором техники выполнения чертежей. В силу вышеизложенного, позволительно сделать вывод о допустимости использования как двух, так и трехмерного моделирования и необходимости освоения различных методик создания чертежа средствами автоматизированного проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потемкин А. *Инженерная графика. Просто и доступно.* – М.: Лори, 2000. – 492 с.
2. *Компас-График V8-3D для Windows. Практическое руководство, ч. 1.* - АО АСКОН, 2005. - 601 с.
3. *Компас-График V8-3D для Windows. Практическое руководство, ч. 2.* - АО АСКОН, 2005. - 468 с.
4. *Компас-График V8-3D для Windows. Руководство пользователя, ч. 1.* - АО АСКОН, 2005. - 406 с.
5. *Компас-График V8-3D для Windows. Руководство пользователя, ч. 2.* - АО АСКОН, 2005. - 335 с.
6. *Компас 3D для Windows. Руководство пользователя.* - АО АСКОН, 2000. - 194 с.
7. *Приложения Компас V8-3D для Windows. Руководство пользователя.* - АО АСКОН, 2005. - 241 с.

НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ ФЕРРОПОРОШКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ И ЭНЕРГИИ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ НА ДЕТАЛИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Л.М.Кожуро, доктор технических наук, профессор

А.В.Миранович, аспирант

А.Г.Зеленцов, аспирант

Д.В.Счастный, аспирант

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Приведено порівняльні характеристики магнітних систем на електричних та сталих магнітах, показані результати випробувань ефективності їх роботи, а також продуктивності наплавки пористості покриття та інтенсивності посадочних місць під підшипники кочення валів коробок передач автомобілів КамАЗ

Учитывая, что одной из основных причин недостаточной долговечности деталей машин автотракторного и сельскохозяйственного производства при эксплуатации чаще всего является преждевременный износ их рабочих поверхностей, то основное внимание следует уделять созданию новых и совершенствованию существующих технологических методов.

Перспективным направлением повышения надежности и долговечности деталей машин является целесообразное применение различных методов наплавки, основанных на использовании электродуговых разрядов, которые позволяют получать требуемые свойства рабочих поверхностей деталей, а также обеспечивают минимальный расход наплавочных материалов и электроэнергии [1]. Одним из таких методов является процесс восстановления и упрочнения деталей автотракторной техники путем нанесения защитных покрытий из композиционных ферропорошков с использованием электрических разрядов и энергии постоянных магнитов.

Опыт эксплуатации установок показывает, что актуальными для нанесения высокопрочных покрытий в электромагнитном поле являются вопросы создания высокопроизводительного оборудования и совершенствования конструкций отдельных систем и элементов.

Известно [2], что при наплавке для процессов формообразования и легирования поверхностного слоя изделия используются электромагнитные потоки в рабочей зоне, которые являются наиболее технологичными и легкоуправляемыми. Так как связкой композиционного порошка на железной

основе служит энергия магнитного поля, то появляется возможность существенным образом изменить условия восстановления и упрочнения деталей.

Так, в качестве устройств формирующих электрическое и магнитное поля в рабочей зоне, используются электрические магниты на выпрямленном или пульсирующем токе. Их использование выявило ряд таких недостатков, как сложность конструкции и габариты электромагнитов, потребление электроэнергии и получение периодически изменяющейся во времени магнитной индукции в рабочем зазоре. Эти недостатки отрицательно влияют на показатели качества наносимого покрытия и производительность процесса наплавки.

Опыт применения установок на электрических магнитах и их анализ позволил наметить основной путь реализации метода – создание компактной магнитной системы на основе магнитотвердых материалов. Применение постоянных магнитов по сравнению с электрическими позволяет создавать конкурентоспособное оборудование, которое обеспечивает повышение качества нанесенного покрытия и производительности процесса наплавки.

Сравнительные характеристики электрических и постоянных магнитов приведены в табл. 1

Таким образом, в результате проведенного сравнительного анализа источников магнитного поля выявлена перспективность применения магнитотвердых материалов. Система с постоянными магнитами позволяет отказаться от потребления электроэнергии, уменьшить габаритные размеры и массу, обеспечить надежность в работе и простоту управления. С целью повышения эффективности процесса наплавки в электромагнитном поле создано устройство для нанесения покрытий, у которого источником магнитного поля в рабочем зазоре является магнитотвердый материал ЮНДК 24.

Применяемая конструкция магнита создает конфигурацию магнитных потоков, которая обеспечивает требуемую величину магнитной индукции в рабочем зазоре. Величина магнитной индукции регулируется от 0,4 до 0,8 Тл. При этом величина рабочего зазора остается постоянной. В этом случае магнитное поле по длине рабочего торца полюсного наконечника приближается к однородному. Это обстоятельство стабилизирует режим короткого замыкания, позволяя получить устойчивый процесс наплавки и равномерное распределение жидкой фазы композиционного порошка по обрабатываемой поверхности заготовки.

Сравнительные характеристики магнитных систем

Характеристика	Магнитная система с использованием	
	электрических магнитов	постоянных магнитов
Питание электрическим током	Требуются электроконтактные устройства, источник питания, пульт управления и электроизмерительная аппаратура	Не требуется
Значения магнитной индукции в рабочем зазоре, Тл	0,4...1,2	0,4...0,9
Возможность управления магнитной индукцией в рабочем зазоре	Бесступенчатое регулирование при помощи изменения электрического тока в намагничивающих катушках	Бесступенчатое регулирование при помощи частичного шунтирования или нейтрализации магнитного потока
Габаритные размеры	Увеличенные	Небольшие
Возможность выключения магнитного поля в рабочей зоне	Осуществляется выключением питания намагничивающих катушек	Осуществляется методами шунтирования или нейтрализации магнитного потока

С целью проверки эффективности работы установки с использованием постоянных магнитов по обеспечению стабильности и устойчивости наплавки проведены сравнительные испытания. Они предусматривали наплавку порошка Fe-2%V на оптимальных режимах [2, 3] на две партии образцов по 50 штук в каждой на установках с постоянными и электрическими магнитами. Производительность наплавки определяли методом взвешивания массы заготовки до и после наплавки. Пористость покрытий определяли методом гидростатического взвешивания.

Установлено, что разброс значений производительности процесса и пористости покрытий для постоянных магнитов находился соответственно в пределах 254...263 мг и 6...9 %; для электромагнитов соответственно – 203...221 мг и 8...15 %.

Исследования в условиях производства РУП «Завод Минскагропромаш» предусматривали сравнительные испытания износостойкости посадочных мест под подшипники качения валов коробок передач автомобилей КамАЗ. Сравнивали валы, изготовленные по типовой технологии и упрочненные на установке с постоянными магнитами. Пробег автомобилей

составил 5000...6000 км. В процессе испытаний установлено, что интенсивность изнашивания посадочных мест, изготовленных по типовой технологии и технологии упрочнением на установке с постоянными магнитами, составила соответственно: 8,2...10,1 мкм/1000 км и 6,7...7,9 мкм/1000 км.

Полученные результаты исследований показывают, что использование магнитотвердых материалов в магнитной системе установки позволяет повысить производительность наплавки до 25 %, снизить пористость покрытия до 6...9 %, уменьшить износ посадочных мест под подшипники качения валов в 1,4 раза по сравнению с заводской технологией и обеспечить устойчивость и стабильность процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кожуро Л.М., Чемисов Б.П. *Обработка деталей машин в магнитном поле.* – Мн.: Навука і тэхніка, 1995. – 232 с.
2. Ящерицын П.И., Кожуро Л.М., Ракомсин А.П. *Технологические основы обработки изделий в магнитном поле.* – Мн.: ФТИ НАНБ, 1997. – 416 с.
3. Кожуро Л.М., Тризна В.В., Миранович А.В. *Моделирование процесса восстановления деталей машин с применением гибкого производственного модуля на постоянных магнитах//Моделирование сельскохозяйственных процессов и машин: Материалы 3 респ. науч.-техн. конф., Мн., 13-15 ноября 2002 г / Минсельхозпрод РБ, БГАТУ. – Мн., 2002. – С. 84-86*

УДК 001.891.3

АНАЛИЗ ВЫБОРА СТЕПЕНИ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНАХ КОНТАКТА ПРИ РАСЧЕТАХ В ПАКЕТЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА SAMSEF

М.Н.Ерохин, доктор технических наук, профессор

А.Н.Самойленко, аспирант

Московский государственный агроинженерный университет им. В.П.Горячкина

Наводиться аналіз напруги в зонах контакту, залежно від вибору ступені елементів в об'ємах кінцево-елементних моделях під час розрахунків в пакеті SAMSEF. Для аналізу отриманих результатів розглядається розподіл еквівалентних напруг Мізеса в подовжньому та діагональному напрямках. На основі результатів даються рекомендації щодо використанню різних типів елементів в зонах контакту для розрахунків об'ємних кінцево-елементних моделей

В пакете конечно-элементного анализа SAMSEF для конечных элементов (вне зависимости от их топологии) вводится такое понятие, как степень (Degré) элемента [2, 3]. Имеется три типа Degré:

Degré 2 Explicit – конечные элементы с промежуточными узлами (например, 2D – элемент оболочки построен на 8 узлах (4-х угольный) или на

6 узлах (3 – треугольный). Возможно искажение ребер элементов Degré 2 Explicit для более точного приближения к геометрии. Все узлы, как угловые, так и промежуточные, являются равноценными.

Degré 2 Implicit – конечные элементы, не имеющие промежуточных узлов, но дающие такие же по точности результаты, как элементы Degré 2 Explicit. SAMCEF на этапе формирования матрицы жесткости добавляет промежуточные узлы. Они используются только во время расчета.

Degré 1 – классический тип конечного элемента, построенного только на угловых узлах, находящихся в углах.

Быстрое изменение степени модели Degré 1/Degré 2 Implicit позволяет для больших задач проводить быстрый проверочный расчет в Degré 1 для полной проверки сетки, граничных условий и т.д., а затем – запускать проверенную модель на расчет в Degré 2 Implicit.

При приложении узловых граничных условий или связей на сетку из элементов Degré 2 Implicit в этой зоне происходит всплеск напряжений, не соответствующих реальности. Кроме того, для задач динамики и устойчивости неправильный выбор степени элементов в зоне граничных условий может привести к потере сходимости решения.

Для исключения этих проблем элементы в зонах приложения следующих граничных условий:

- контакты (все типы);
- MPC (многоточечное закрепление);
- узловые силы;
- закрепления и перемещения

должны быть Degré 1 [2, 3]. Для сеток из 3D-элементов, облитых 2D-мембранами в зонах приложения вышеперечисленных граничных условий достаточно изменить степень только для 2D-мембран (степень -Degré 1).

Целью многих конечно-элементных задач является анализ напряжений в зонах контакта. Поскольку элементы Degré 1, которые необходимо использовать в контактной зоне, дают менее точные результаты, то возникает вопрос о том, где должна проходить граница между элементами Degré 1 и Degré 2 Implicit в контактной зоне, являющейся объектом исследования. Ниже приводятся результаты исследования этого вопроса на тестовой задаче.

Исследовался контакт двух деталей. Общий вид модели показан на рис. 1. Нижняя деталь закреплена, а верхняя давит на нее. Модели выполнены из 3D-элементов и облиты 2D-мембранами для уточнения напряжений на поверхности деталей (в том числе – в зоне контакта).

Было исследовано 3 варианта.

Вариант 1. Модель выполнена из элементов со степенью Degré 2 Explicit (элементы имеют промежуточные узлы). На поверхности – мембраны Degré 2 Explicit. Данная модель является наиболее точной.

Вариант 2. Модель выполнена из 3D-элементов со степенью Degré 2 Implicit. На поверхности – мембраны Degré 2 Implicit, в зоне контакта - мембраны Degré 1. Граница элементов Degré 1 и Degré 2 совпадает с границей контакта (рис. 2, а).

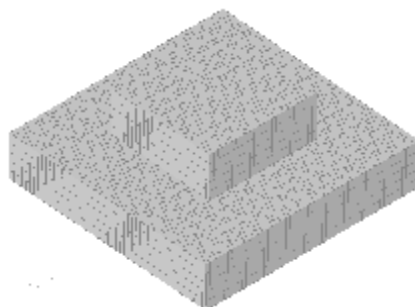


Рис. 1. Модель для анализа

Вариант 3. Модель выполнена из 3D-элементов со степенью Degré 2 Implicit. На поверхности – мембраны Degré 2 Implicit, в зоне контакта - мембраны Degré 1 (рис. 2, б). Граница элементов Degré 1 и Degré 2 перекрывает границу контакта на 1 ряд элементов.

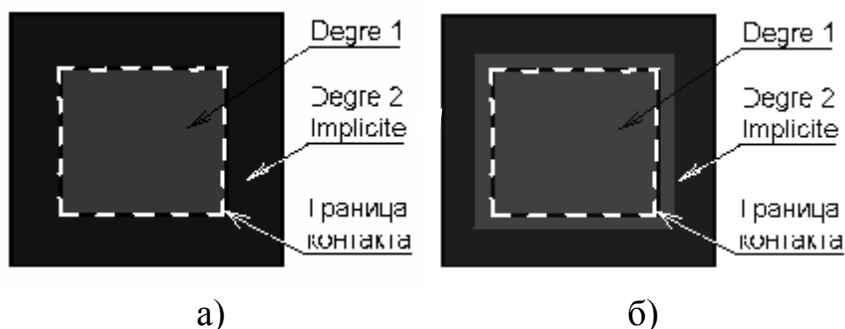


Рис. 2. Граница контактной зоны и граница между элементами Degré 1 и Degré 2 Implicit (а), элементами Degré 1 и Degré 2 Implicit (дополнительный ряд элементов Degré 1, (б))

Для всех трех моделей количество элементов – одинаково. Определялось преимущество моделей вариант 2 и вариант 3 на основе сравнения их с эталонной моделью вариант 1.

Для трех вариантов получены следующие результаты. Максимальные значения эквивалентных напряжений Мизеса [2, 4] приведены в табл. 1.

Таблица 1

Максимальные значения эквивалентных напряжений Мизеса	
Вариант	Напряжения Мизеса, МПа
1	366
2	327
3	302

Сравнение распределения эквивалентных напряжений в продольном и диагональном направлениях показано на рис. 3 (а) и 3 (б). Полученные результаты качественно совпадают для всех вариантов. Вариант 3 (с дополнительным рядом элементов Degré 1) дает существенно большее отклонение по напряжениям по сравнению с эталонным вариантом. Такой “разброс” результатов можно связать с различными видами функций формы (ФФ) для различных типов элементов [3]. Отметим, что ФФ элемента Degré 1 изменяются линейно вдоль координатных линий $\xi=const$ и $\eta=const$. Однако, они не являются линейными полиномами как в случае треугольного линейного элемента [3]. Для элементов Degré 2 Explicit и Degré 2 Implicit ФФ изменяются по квадратичному закону вдоль координатных линий $\xi=const$ и $\eta=const$, и в общем случае имеют более сложный вид, по сравнению с ФФ элемента Degré 1. Построение ФФ – важное условие для обеспечения сходимости метода конечных элементов.

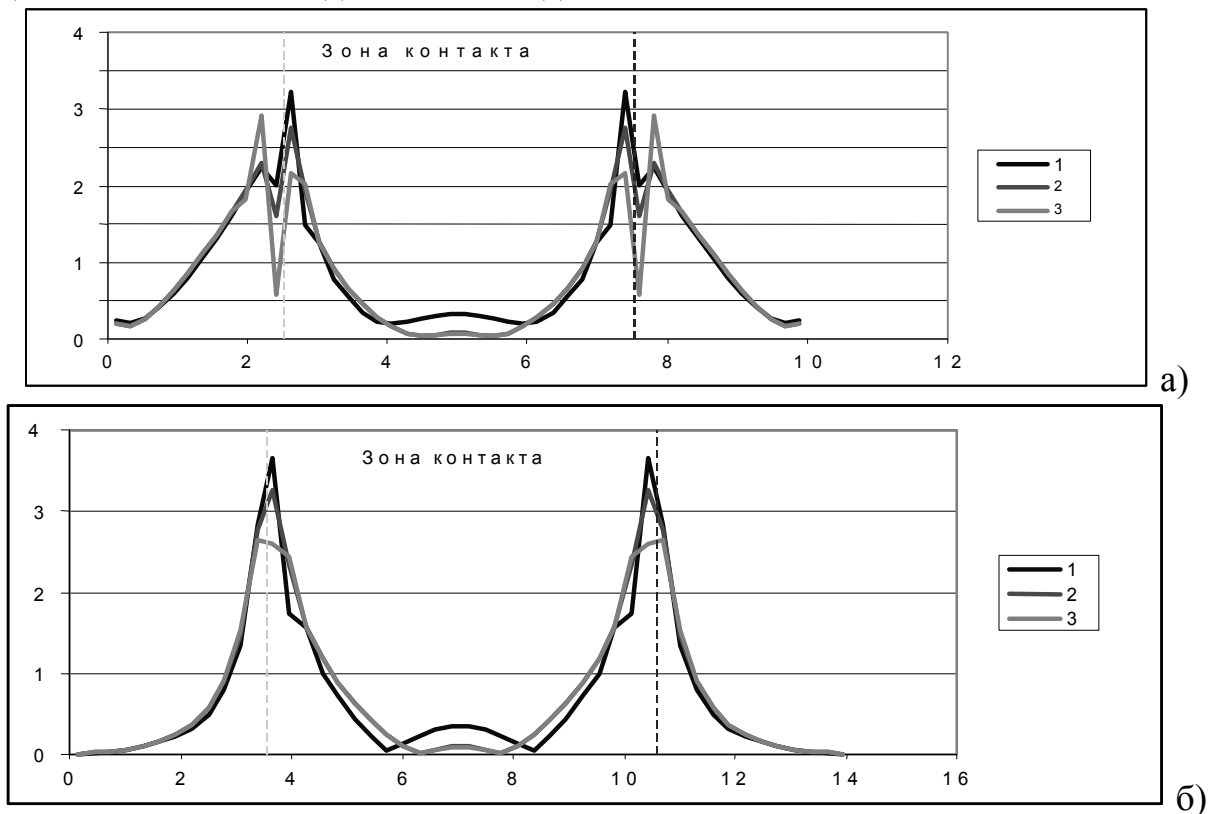


Рис. 3. Распределения эквивалентных напряжений в продольном (а) и диагональном направлениях (б)

Более простой вид ФФ приводит к значительному уменьшению времени расчета модели, однако, как видно из рис. 3, немного занижает результаты по напряжениям. Модель, выполненную с элементами Degré 1, можно рассматривать как вариант, дающий минимальное значение напряжений в зонах контакта, т.е. “оценку снизу”. Для более точного расчета в зоне контакта необходимо использовать элементы высшего порядка. На

основании этого можно сделать вывод, что в зоне контакта граница контакта должна являться и границей элементов Degree 1, и Degre 2 Implicit.

ЛИТЕРАТУРА

1. Детали машин и основы конструирования /Под ред. М.Н. Ерохина. – М.: Колос, 2004. – 462 с.
2. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 448 с.
3. Секулович М. Метод конечных элементов / Пер. с серб. Ю.Н.Зуева. Под ред. В.Ш. Барбакадзе. – М.: Стройиздат, 1993. – 664 с.
4. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 512 с.

УДК 621.787.4

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ОБКАТУВАННЯ ГВИНТОВИХ ПАР НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ В УМОВАХ ПІДВИЩЕНОЇ ЗАПИЛЕНОСТІ

Б.І.Бутаков, доктор технічних наук, професор

В.О.Артюх, інженер

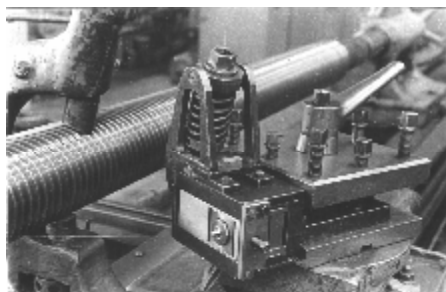
А.А.Кулик, студент

Миколаївський державний аграрний університет

В статті проведено аналіз ефективного використання обкатування деталей роликами на зносостійкість гвинтових пар в умовах абразивного зношування. При аналізі досліджень було виявлено, що зносостійкість гвинтів після обкатування підвищується в обох випадках, але більшою мірою в парі із бронзовими гайками

Для того, щоб перевірити вплив обкатування на підвищення зносостійкості деталей в умовах абразивного зношування, були проведені дослідження в промислових умовах зносостійкості гвинтових пар на кантователі опок [1, 2].

Обкатування здійснювалось за 5 проходів на кожну сторону профілю різьби (рис. 1). Подача огинання на кут 30° здійснювалася перед кожним проходом ролика. Зусилля обкатування складало 5-7 кН. Швидкість обкатування складала 30 м/хв [3, 4].



**Рис.1. Обкатування трапецеїдальної різьби Т_р 160×16×2
ходового гвинта кантователя опок**

Схему навантаження гвинтових пар представлено на рис. 2.

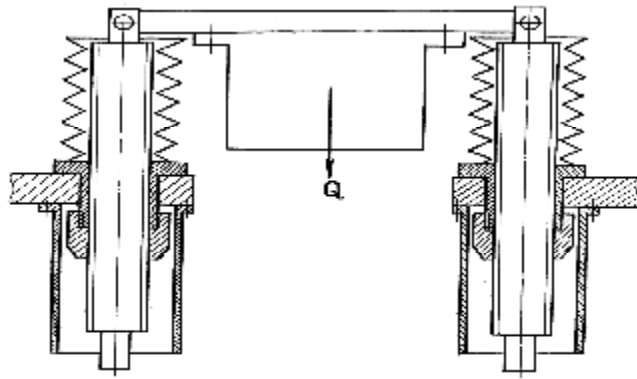


Рис.2. Схема навантаження гвинтових пар

Дані про зношування обкатаних гвинтових пар кантователя опок наведено в таблиці.

Таблиця

Зношування гвинтових пар кантователя опок

Деталь, що зношується	Матеріал гайки	Марка	Необкатаний гвинт		Обкатаний гвинт		Відносне збільшення строка служби при зношуванні, %
			Тривалість роботи, змін	Знос, мм	Тривалість роботи, змін	Знос, мм	
Гвинт	Бронза	АЖМЦ 10-3-1,5	144	0,64	289	0,68	78
			268	0,68	404	0,88	
					268	0,34	
					315	0,40	
	Чавун	СЧ21-40	225	0,64	186	0,61	54
			156	1,02			
			108	0,70			
			255	0,48			
			255	1,08			
			162	0,74			
			160	0,44			
228	0,94						
Гайка	Бронза	АЖМЦ 10-3-1,5	106	6,1	144	3,8	76
	Чавун	СЧ21-40	192	7,7	225	4,4	60
Надставка бронзова	Бронза	АЖМЦ 10-3-1,5	38	6	126	6,2	114
			60	7,2	98	3,2	
					60	3,5	
					46		

Зношування гвинтів за міжремонтний період складає 0,4 – 1мм. Заміна бронзових гайок чавунними призводить до збільшення зносу гвинтів на 35 – 50 %.

При однаковому зношуванні стійкість обкатаних гвинтів, що працюють з бронзовими гайками, вища, ніж необкатаних, на 78 %, працюючих з чавунними гайками - на 54 %. Зношування чавунних гайок, що працювали з необкатаним гвинтом, як видно із рис. 3, відбувалося практично до стирання витків.

На рис. 4 представлено перерізи надставок, що встановлені в роботу з новими гайками і є свідками їх зношування. Як видно, надставки, що працювали з обкатаними гвинтами, мали менший знос ніж ті, що працювали з необкатаним гвинтом.

Відносне збільшення зносостійкості гайок в результаті обкатування гвинтів таке ж, як і для самих гвинтів.

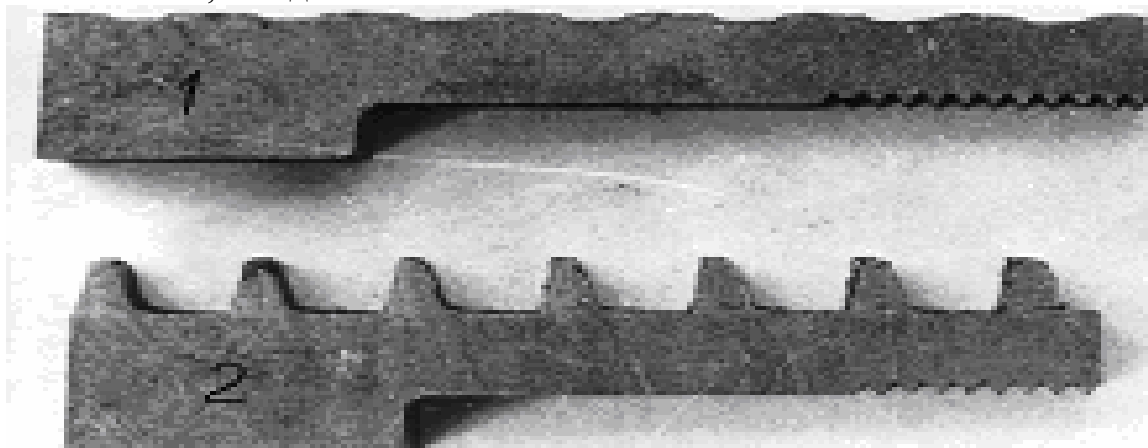


Рис. 3. Переріз чавунних гайок: 1 – після 192 змін роботи з необкатаним гвинтом (знос склав 7,2 мм); 2 – після 225 змін роботи з обкатаним гвинтом (знос склав 4,4 мм)

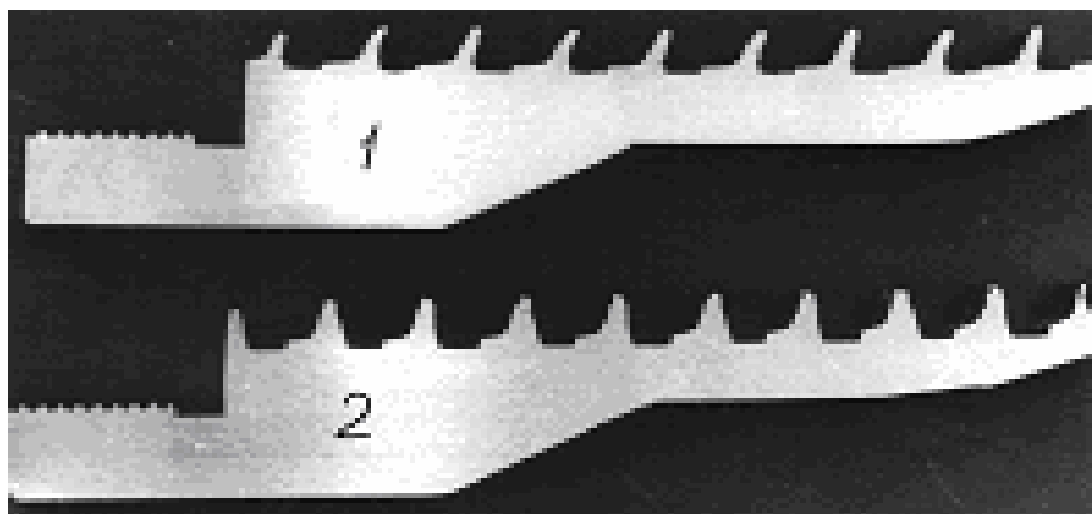


Рис. 4. Переріз бронзових надставок: 1 – після 106 змін роботи з необкатаним гвинтом (знос склав 6,1 мм); 2 – після 114 змін роботи з обкатаним гвинтом (знос склав 3,8 мм)

ЛІТЕРАТУРА

1. Бутаков Б. И., Овчинников Ю.Г., Удодов А.Т. Повышение износостойкости подвижных соединений обкатыванием деталей роликами // Проблемы трибологии. – 2003. – №2. – С. 209 – 214.
2. Школьник Л.М., Шахов В.И. Технология и приспособления для упрочнения и отделки деталей накатыванием. – М.: Машиностроение, 1964. – 184 с.
3. Маталин А.А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин. – К: Техника, 1971. – 144 с.
4. Бабей Ю.И., Бутаков Б. И., Сысоев В.Г. Поверхностное упрочнение металлов. – Київ.: Наук. думка, 1995. – 256 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОФИЛИРОВАННЫХ ПОДШИПНИКОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

В.В.Мамарин, кандидат технических наук, доцент

В.А.Артюх, инженер

А.Е.Березанский, студент

Николаевский государственный аграрный университет

Розглянуто вплив похибки виготовлення конусної поверхні шпильки на основні робочі характеристики підшипників. Дано рекомендації за призначенням поля допуску поверхні конусів

При определении несущей способности профилированного подшипника и основных его характеристик [1] предполагалось, что поверхность шипа геометрически правильная круглая коническая поверхность и что шип и подшипник абсолютно жестки, а их оси и образующие конусов строго параллельны.

Между тем, неточности при обработке и монтаже подшипников создают отклонения от расчетной формы смазочного зазора, которые могут существенно изменить несущую способность и режим трения в смазочном слое.

Чтобы правильно оценить степень надежности, с какой сделан расчет по основным характеристикам подшипников с профилированным смазочным слоем, и дать достаточно строгое обоснование системы допусков на изготовление и сборку подшипников, необходимо с помощью гидродинамической теории рассмотреть такие случаи, когда поверхности шипа и вкладыша отклоняются от расчетной правильной геометрической формы.

Это исследование поможет увязать расчет и конструирование профилированных подшипниковых узлов с технологией их изготовления.

Ввиду трудностей полного решения указанного вопроса в этой статье рассматривается влияние на гидродинамику слоя смазки лишь наиболее важных видов отклонений от расчетной формы поверхностей шипа и вкладыша, а также их взаимного расположения, возникающих от неточности обработки и сборки подшипников.

Стандарт СТ СЭВ 301-76 «Допуски формы и расположения поверхностей» предусматривает, что фактическая поверхность шипа подшипника может иметь отклонение формы как в продольном, так и в поперечном сечении. В поперечном сечении наблюдается овальность и огранка, а в продольном - бочкообразность, седлообразность и конусообразность.

Следует заметить, что при обработке валов на токарных станках значительно чаще встречаются погрешности в продольном сечении, обусловленные отклонением от параллельности оси шпинделя направлению дви-

жения суппорта в горизонтальной плоскости, интенсивным износом резцов, нежесткостью механизма подачи станка и так далее...

Правильное и более полное нормирование точности формы и расположения поверхностей является одним из основных факторов повышения качества машин и механизмов.

Некоторые указания на ориентировочное определение несущей способности опор трения с учетом овальности шипа и подшипника можно найти у А.К.Дьячкова. Вопросы, связанные с распределением давления в смазочном слое при непараллельности поверхностей шипа и вкладыша подшипника, осветил М.В.Коровчинский [2].

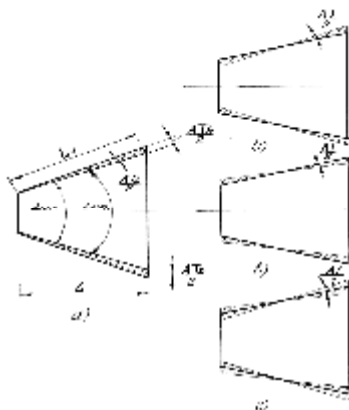


Рис. 1. Схемы расположений полей допусков конусов

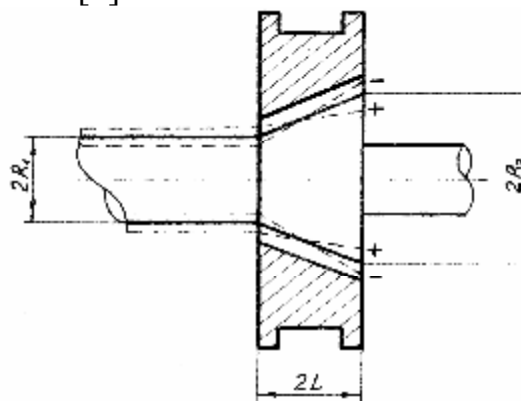


Рис. 2. Погрешность конусности поверхности шипа относительно вкладыша подшипника

Влияние погрешности конусности на работу подшипника аналогично влиянию непрямолинейности, то есть при значительной конусности возможны перегрузки части опорной поверхности, металлический контакт и перегрев, в то время как ее другая часть практически не несет нагрузки.

Согласно стандарта ГОСТ 8908-81 возможны различные варианты заданий расположения полей допусков для углов конусов. Рекомендуемые этим стандартом расположения полей допусков представлены на рис. 1.

Для исследования были выбраны варианты расположения допусков, изображенные на рис. 1,б и 1,в, которые позволяют достаточно полно проследить влияние различных расположений полей допусков на рабочие характеристики конусных профилированных подшипников (рис. 2).

В случае, если цапфа обработана с некоторой погрешностью конусности, безразмерная толщина смазочного слоя в профилированном подшипнике может быть описана уравнением:

$$H = H_i \pm \frac{W}{S \cdot m}, \quad (1)$$

где H – безразмерная толщина смазочного слоя;

H_i – уравнение, описывающее изменение безразмерной толщины смазочного слоя;

W – безразмерная координата, изменяющаяся в интервале ± 1 ;

S – коэффициент, учитывающий величину конусности в долях от минимальной толщины смазочного слоя;

m – коэффициент сужения смазочного слоя.

Подставив выражение (1) в систему уравнений для определения коэффициентов C_K , полученное в [1], произведя ряд преобразований, интегрирования и подстановок, опущенных ввиду их громоздкости, находим выражение для определения коэффициента C_K .

$$C_K = \frac{\sigma^2 \left(\frac{2}{\Pi} - \frac{4}{\Pi^2} \right) + \frac{2(-1)^{K+1}}{\Pi}}{1 - \frac{1}{\sigma^2 + \lambda^2} \left\{ \left(\frac{\sigma^2}{3} + 1 \right) \Pi \cdot \Phi \pm \frac{\sigma}{S \cdot m} \left(\frac{3}{2} + 2\Pi^2 \right) I + \frac{1}{S^2 \cdot m^2} \left[\sigma^2 \left(1,5 - \frac{9}{4\Pi^2} + \frac{3}{5} \Pi^2 \right) + \frac{3}{2} + \Pi^2 \right] \cdot Ю \pm \frac{\sigma}{S^3 \cdot m^3} \left[\frac{3}{2} + \frac{2}{5} \Pi^2 - \frac{9}{4\Pi^2} \right] \cdot Я \right\}} \quad (2)$$

где

$$\Pi = \frac{2K-1}{2} \cdot \pi; \quad \Phi = \frac{\int_0^{2\pi} P_\infty^2 \cdot H^3 \cdot d\varphi}{\int_0^{2\pi} P_\infty \frac{\partial H}{\partial \varphi} \cdot d\varphi}; \quad I = \frac{\int_0^{2\pi} P_\infty \cdot H^2 \cdot d\varphi}{\int_0^{2\pi} P_\infty \frac{\partial H}{\partial \varphi} \cdot d\varphi};$$

$$Ю = \frac{\int_0^{2\pi} P_\infty^2 \cdot H \cdot d\varphi}{\int_0^{2\pi} P_\infty \frac{\partial H}{\partial \varphi} \cdot d\varphi}; \quad Я = \frac{\int_0^{2\pi} P_\infty^2 \cdot d\varphi}{\int_0^{2\pi} P_\infty \frac{\partial H}{\partial \varphi} \cdot d\varphi}.$$

Безразмерная координата W изменяется в пределах ± 1 , коэффициент S для оценки влияния погрешности конусности принимается равным $S = 2, 4, 6, 8$.

Вычисления характеристик профилированных подшипников, проведенные для различных форм зазоров, показали, как в зависимости от величины погрешности конусности изменяются несущая способность, температурный режим смазочного слоя и другие характеристики подшипника. Согласно полученным расчетным данным, существенно влияет не только величина погрешности конусности, но и направление ее расположения, т.е. знак плюс или минус в выражениях (1) и (2).

При увеличении масляного зазора на большом диаметре конуса и сужении в противоположном направлении в результате погрешности конусности (знак $+$ в выражениях (1) и (2)) наблюдается падение несущей способности профилированных подшипников, достигающее при $S=2$ до 30 %.

При сужении масляного зазора на большом диаметре конуса и расширении зазора по направлению к меньшему диаметру (знак $-$) в выраже-

ниях (1) и (2)) имеет место некоторое увеличение несущей способности подшипников, достигающее при максимальном эффекте 8,5 %.

С ростом коэффициента сужения смазочного слоя m влияние погрешности конусности несколько снижается, но остается достаточно сильным (уменьшение несущей способности до 20 %).

Температура смазочного слоя подшипника в обоих случаях различного расположения поля допуска погрешности конусности по сравнению с номинальной изменяется незначительно, в пределах одного градуса, и этим изменением можно пренебречь. Столь же незначительно меняется расход смазки (в пределах до 1 %). Не оказывает существенного изменения на степень влияния погрешности изменение частоты вращения вала.

Более значительно сказывается форма профиля масляного зазора. Так, для подшипника с профилем масляного клина, изменяющегося по уравнению $H = m^{\varepsilon^2 - 2\varepsilon}$, влияние погрешности конусности более выражено, чем для профиля, изменяющегося по $H = m^{-\varepsilon}$.

Полученные результаты вычислений дают основания утверждать, что при задании допуска на изготовление шипа по предложенной на рис. 1, б схеме и нахождении величин $AT_h/2$ и $AT_D/2$ в пределах половины величины минимального масляного зазора, технологические погрешности конусности не только не будут снижать несущей способности подшипника, но даже в какой-то степени будут повышать запас несущей способности подшипника.

В соответствии со стандартами СТ СЭВ 178-75 и ГОСТ 8908-81 «Нормальные углы и допуски углов» наиболее распространенные радиально-упорные подшипники с диаметрами от 50 до 500 мм должны, согласно изложенным выше рекомендациям, изготавливаться по степеням точности АТ6 и АТ7, что является вполне реально достижимым в производственных условиях настоящего времени.

В качестве примера можно привести из табл.3 ГОСТ 8908-81 для конических деталей длиной до 100 мм, соответствующих степени точности изготовления АТ6, допуск угла конуса $AT_\alpha = 160$ мкрад = 33" или $AT_h = 10-16$ мкм, или $AT_h/2 = 5-8$ мкм, т.е. в пределах половины величины минимального масляного зазора.

Для подшипников сравнительно малой длины и диаметром до 50 мм достаточной является 8-я степень точности изготовления конуса шипа, т.е. АТ8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевченко Д.Д., Соловьев С.И., Мамарин В.В. Конусный гидродинамический подшипник скольжения // Труды НКИ. - 1984. - Вып. 81. С. 82-89.
2. Коровчинский М.В. Прикладная теория подшипников жидкостного трения. - М.: Машиностроение, 1974. - 286 с.

ПЕРСПЕКТИВИ СТРУКТУР З НАДАННЯ ПОСЛУГ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

*М.В.Молодик, доктор технічних наук, професор, член-кор.
УААН*

*І.Л.Роговський, старший науковий співробітник
Український науково-дослідний інститут продуктивності
агропромислового комплексу*

Проведено узагальнення технологічних особливостей існуючих виробничих структур технічного обслуговування сільськогосподарських машин та запропоновано перспективу їх розвитку

Технологічною основою забезпечення працездатності машин в умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва є запровадження регламентованої стратегії технічного обслуговування з визначеними видами, диференційованими об'ємами і періодичністю виконання заходів на підставі об'єктивних показників технічного стану машин із застосуванням сучасних комплектів засобів техобслуговування в польових і стаціонарних умовах [1].

При цьому в системі технічного обслуговування виділяється нормативна періодичність [2], умови проведення технічного обслуговування і технологія виконання кожного виду його та нормативи середньої трудомісткості [3]. Однак фактичні об'єми конкретної сільськогосподарської машини визначаються лише на основі оцінки її технічного стану [4].

Основною і вирішальною в системі технічного обслуговування була, є і буде база машиновикористувача, незважаючи на суттєві зміни у створенні і функціонуванні нових агроформувань. До виробничої мережі цього рівня і надалі належатимуть: майстерня загального призначення і машинний двір на основній садибі господарства, пункти технічного обслуговування машин та тваринницького обладнання дочірних населених пунктів, навіси та майданчики для зберігання машин, майданчики для регулювання машин і комплектування агрегатів, майданчики для зовнішнього миття, склади для зберігання запасних частин та комплектуючих, мобільні засоби технічного обслуговування і усунення несправностей. Безумовно, що типорозміри зазначених техобслуговуючих об'єктів будуть змінюватися залежно від перерозподілу земельних угідь, а їх власниками можуть бути як суто господарства, так і приватні формування.

До складу виробничої бази техобслуговуючого забезпечення районного техсервісного комплексу повинні увійти підрозділи бывшего ремонтно-технічного підприємства: станції технічного обслуговування тракторів, енергонасичених і складних збиральних машин, автомобілів, обладнання тваринницьких ферм, спеціалізовані ремонтні майстерні, і на їх основі – філія регіонального фірмового (ділерського) технічного центру та її виробничі пункти в го-

сподарствах, підприємство з прийомки, підготовки потриманих машин, обміну вузлів та агрегатів, підприємство з виготовлення запасних частин, а також обслуговуючі техсервісні кооперативи, машинно-технологічні станції з виробничим підрозділом, механізований автотранспортний підрозділ, автотранспортний цех, приватні техобслуговуючі підприємства, торговий дім, сервісно-консультативна та дорадча служби. Схему структур з надання послуг технічного обслуговування сільськогосподарських машин зображено на рис.



Рис. Схеми структур з надання послуг технічного обслуговування машин

Якість техобслуговуючих робіт досягатиметься шляхом суттєвої організаційно-економічної перебудови існуючих сервісних структур, технічного переоснащення всіх ланок техобслуговуючої бази. Прогресивна система технічного обслуговування має базуватися на створенні безмонопольної мережі підприємств з системою маркетинго-інформаційного та консультаційного сервісу власників сільськогосподарських машин, до якої входитимуть технічні центри підприємств-виробників, підприємства та бази матеріально-технічного постачання, техобслуговуючі служби господарств, приватні та інші сервісні формування.

В умовах України основне навантаження із формування системи матеріально-технічних ресурсів для АПК належатиме державним структурам та органам місцевого самоврядування.

Роль первинної ланки фірмового маркетингу, як системи матеріально-технічного забезпечення, відіграватимуть філії техцентрів, а також районні бази матеріально-технічного забезпечення, що матимуть безпосередні виробничі зв'язки з регіональними техцентрами. Обласні бази матеріально-технічного забезпечення розвиватимуть маркетингові стосунки безпосередньо з техцентрами виробників машин або через дилера. Крім бази матеріально-технічного постачання фірмового напряму (магазини, склади, бази) до складу системи входитимуть формування – торгові доми, постачальницько-збутові підприємства (акціонерні, лізингові, приватні).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Технічний сервіс // Книга: Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу / Редкол.: М.В. Зубець, В.П. Ситник, В.О. Круть. – К.: Аграрна наука, 2004. – С. 682–686.*
2. *Шмат К.І., Діневич Г.Ю., Карманов В.В., Іванов Г.І. Технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки. – Херсон: Олді-плюс, 2004. – 203 с.*
3. *Роговський І.Л. Методично-технологічний підхід до технічного обслуговування сільськогосподарських машин // Вісник Львівського державного аграрного університету: Серія "Агроінженерні дослідження". – Дубляни: ЛДАУ, 2006. – Вип.10. – С. 86–92.*
4. *Роговський І.Л., Голопапа В.М. Методологія настанов з технічного обслуговування нових марок сільськогосподарських машин // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Спеціальний випуск 4 (18). Том 1. – 2002. – С. 244–248.*

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПЕРЕМЕННОГО НАТЯЖЕНИЯ ГУСЕНИЦЫ

*Е.Е.Александров, доктор технических наук, профессор
В.В.Пидашов, аспирант*

*Национальный технический университет "Харьковский
политехнический институт"*

Розглянуто вплив змінного натягнення гусениці на динаміку гусеничної машини під час її руху по перетнутій місцевості. Наведено послідовність розрахунку натягнення на різних ділянках гусеничного обводу.

При исследовании динамики гусеничной машины важным фактором является учёт влияния натяжения гусеничного обвода. Гусеница позволяет не только повысить проходимость машины, но и ограничивает перемещение опорных катков при движении по неровностям. При анализе работы гусеницы различают свободный участок, состоящий из рабочего и свободного провисающего, и разостланный на грунте опорный участок. Гусеница является деформируемой в продольном направлении с нелинейной зависимостью между растягивающим усилием T и удлинением Δl . Удлинение Δl_1 одного трака представляется параболической зависимостью в широком диапазоне изменения T [1]:

$$\Delta l_1 = c_1 T + c_2 T^2. \quad (1)$$

Для гусеницы с открытыми шарнирами коэффициенты c_1 и c_2 положительны, т.е. податливость гусеницы возрастает с увеличением натяжения. Для гусениц с резинометаллическими шарнирами $c_2 < 0$. Большое натяжение гусеницы оказывает значительное влияние на реакции, действующие со стороны грунта на крайние опорные катки, уменьшая их на соответствующие величины. Натяжение гусеницы под крайним катком равно натяжению гусеницы соответствующего наклонного участка гусеницы. В работах [1, 2] приведен порядок определения реакций грунта с учётом натяжения гусеницы для крайних опорных катков.

При анализе математической модели колебаний корпуса гусеничной машины при движении по пересечённой местности возможны три варианта учёта натяжения гусеницы: переменное натяжение, статическое натяжение и натяжение отсутствует [2]. Рассмотрим первый наиболее трудный случай. Натяжение участков гусеницы различно, т.к. рабочий и свободный провисающий участки разделяются ведущим колесом, которое вращается неравномерно в процессе движения машины по неровностям. Эти участки в зависимости от их статического натяжения имеют определённые стрелы провисания и деформируются в продольном направлении в соответствии с (1). При анализе натяжения гусеницы пренебрегают её звенчатостью и из-

гибной жёсткостью, предполагая, что гусеница – растяжимая в соответствии с (1) лента. Звенчатость гусеницы не учитывается, т.к. она вызывает высокочастотные периодические натяжения участков, частоты которых на один - два порядка выше частот, обусловленных неровностями грунта. В связи с этим звенчатость не влияет на плавность хода и нагруженность ходовой системы, обусловленной колебаниями корпуса при движении по неровностям. Запишем зависимость между предварительным натяжением гусеницы T_0 , длиной провисающего участка и параметрами ходовой части в состоянии покоя машины:

$$s_i - a_i = \rho^2 a_i^3 24T_0^2, \quad (2)$$

где a_i – расстояния между поддерживающими катками, s_i – длина провисающего i -го участка между поддерживающими катками. Произведя суммирование (2) по всем провисающим участкам, натяжение которых T_0 одинаково, получим:

$$\sum (s_i - a_i)_0 = \frac{\rho}{24T_0^2} \sum a_i^3. \quad (3)$$

Здесь устанавливается зависимость между длиной, которую могут выдать провисающие участки нерастяжимой гусеницы и предварительным натяжением T_0 . Статическое натяжение будет изменяться при движении машины в силу таких факторов: изменяются длины хорд наклонных участков гусеницы; удлиняются участки гусеницы вследствие воздействия динамического натяжения $\rho V^2/g$; изменяется длина рабочего участка гусеницы при неравномерном движении центра тяжести корпуса машины и неравномерном вращении ведущего колеса. Определим удлинение рабочего участка гусеницы вследствие двух последних причин при установившемся движении машины со скоростью V :

$$Vt + x - (\omega_{\text{вк}} t + \theta)R_1 = x - R_1\theta,$$

где R_1 – радиус ведущего колеса, $\omega_{\text{вк}}$ – угловая скорость вращения ведущего колеса. Увеличение натяжения рабочего участка гусеницы T_6 (на шестиопорной машине с задним расположением ведущего колеса) приводит к вытягиванию некоторой длины Δ_3 гусеницы из-за дополнительного растяжения разостланного участка, примыкающего к рабочему. Составим уравнение, аналогичное (3), для рабочего участка гусеницы, учитывая приращение длины $\sum (s_i - a_i)_0$ за счёт перечисленных явлений и, как следствие, возникновения нового статического натяжения T_6 :

$$\begin{aligned} & - \sum (s_i - a_i)_0 - \Delta_2 + \Delta_3 + x - \theta R_1 + n_p \left[c_1 \left(T_6 + \frac{\rho}{g} V^2 \right) + \right. \\ & \left. + c_2 \left(T_6 + \frac{\rho}{g} V^2 \right)^2 - c_1 T_6 - c_2 T_0^2 \right] = \frac{\rho^2}{24T_0^2} \left(\sum a_i^3 + 3a_6^2 \Delta_2 \right), \end{aligned} \quad (4)$$

где Δ_2 – удлинение хорды наклонной части рабочего участка, Δ_3 – удлинение

ние рабочего участка, обусловленное удлинением участка гусеницы, при-
мыкающего к заднему, опорному катку, вследствие роста T_6 , n_p – число
звеньев рабочего участка гусеницы. Из (4) найдём статическое натяжение
 T_6 рабочего участка, сгруппировав члены с одинаковой степенью T_6 :

$$T_6^4 + D_3 T_6^3 + D_2 T_6^2 - D_0 = 0; \quad D_3 = \left(\frac{c_1}{c_2} + 2 \frac{\rho}{g} V^2 \right); \quad D_0 = -\frac{\rho^2}{24 n_p c_2} \left[\sum a_i^3 + 3 a_6^2 f_2(Z_6) \right];$$

$$D_2 = \frac{1}{n_p c_2} \left[\sum (s_i - a_i)_0 + n_p \left(c_1 \frac{\rho}{g} V^2 + c_2 \frac{\rho^2}{g^2} V^4 \right) - n_p (c_1 T_0 + c_2 T_0^2) + f_1(Z, \varphi, x, \theta) \right]. \quad (5)$$

Из (5) следует, что натяжение T_6 является функцией обобщенных ко-
ординат Z, φ, x, θ , определяющих положение корпуса машины, характери-
стик податливости гусеницы c_1 и c_2 и скорости движения машины. Анало-
гично (4), (5) можно составить уравнения для переднего наклонного участ-
ка. В работе [2] приведен алгоритм решения уравнения четвертой степени
(5).

Если в процессе движения машины натяжение гусеницы не достига-
ет больших величин, зависимость между T и Δl_1 в (1) можно представить
линейно. Следовательно, $c_2 = 0$. В этом случае исходное уравнение (4) для
рабочего участка гусеницы и для переднего наклонного упрощается [2].
Уравнение (4) справедливо при определении натяжения участков гусеницы
для переднего и заднего ведущих колёс. При заднем расположении веду-
щего колеса рабочий участок будет состоять из провисающего участка ни-
же колеса. Тогда при определении натяжения T_6 вместо $\sum (s_i - a_i)$, $\sum a_i^3$ будет
лишь по одному слагаемому $(s_6 - a_6)_0$, a_6 . При расчёте натяжения свобод-
ных участков гусеницы появляются суммы $\sum (s_i - a_i)_0$, $\sum a_i^3$ вместо членов
 $(s_1 - a_1)$, a_1^3 . Для машины с задним ведущим колесом и гусеницей с рези-
нометаллическим шарниром особенно важно учесть удлинение Δ_3 , обу-
словленное дополнительным растяжением разостланного участка гусени-
цы в случае значительного увеличения натяжения T_6 . Учёт Δ_3 , необходи-
мость которого обусловлена большой продольной жёсткостью рабочего
участка вследствие его малой длины, существенно изменит эту жёсткость
и определит изменение натяжения разостланного участка гусеницы, свя-
занного с образованием силы тяги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аврамов В.П. Динамика гусеничной транспортной машины при прямоли-
нейном движении по неровностям. – К.: УМК ВО, 1992. – 100 с.
2. Аврамов В.П., Калейчев Н.Б. Динамика гусеничной транспортной машины
при установившемся движении по неровностям. – Харьков: Вища школа,
1989. – 112 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Е.Е.Александров, доктор технических наук, профессор

С.В. Стримовский, аспирант

Харьковский национальный технический университет «ХПИ»

Запропоновано методикy вибору мікропроцесорної техніки при проектуванні електронної апаратури управління для транспортних засобів. Вказано перспективи застосування "інтелектуальних" силових модулів і спеціалізованих мікросхем для подальших розробок

Электронные системы управления получили широкое распространение на современных транспортных средствах. К ним относятся системы управления двигателем, трансмиссией, подвеской, тормозной системой и др. Это связано с тем, что применение электроники позволило значительно расширить количество контролируемых параметров объекта управления и увеличить скорость обработки информации. В зависимости от того, каким объектом на транспортном средстве необходимо управлять, к электронной аппаратуре управления (ЭАУ) предъявляются соответствующие требования по надежности, скорости и количеству обрабатываемой информации, быстродействию, возможности самотестирования, диагностике объекта и системы управления. Рассмотрим основные моменты, которые необходимо учитывать на этапе проектирования ЭАУ для транспортных средств.

К узлам транспортных средств предъявляются требования высокой надежности в чрезвычайно жестких окружающих условиях: устойчивость к воздействию температур, влажности, вибрации, пыли и электрических помех. Столь высокие требования по надежности приводят к необходимости применения современных технологий при проектировании электронной аппаратуры на транспортные средства. Элементная база, используемая для проектирования электронных приборов на транспортные средства, должна удовлетворять общим требованиям – это широкий диапазон изменения температуры ($-50\div+150$ °С) при высокой относительной влажности (до 80 %), значительные вибрационные нагрузки с максимальным ускорением до 50g в широком спектре частот, подверженность агрессивному воздействию окружающей среды.

Появление микропроцессорной техники значительно упростило разработку ЭАУ для транспортных средств. Структура построения электронного блока управления (ЭБУ) на основе микро-ЭВМ показана на рис. Микро-ЭВМ может быть сформирована на основе микропроцессора или микроконтроллера.

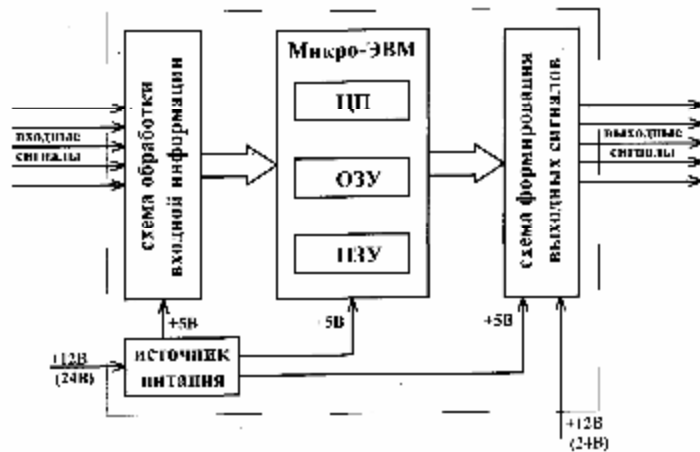


Рис. Структурная схема ЭБУ

Эффективность работы электронных систем управления в первую очередь зависит от вычислительной способности и производительности ЭАУ. Одной из важных задач при проектировании ЭАУ для транспортных средств является правильный выбор микропроцессора или микроконтроллера, на основе которого будет построена аппаратура. С одной стороны, Микро-ЭВМ в ЭБУ должна удовлетворять по скорости и количеству обрабатываемой информации, разрядности данных, поскольку электронные системы управления на транспортных средствах являются системами реального времени. С другой стороны, проектирование быстродействующей системы управления, удовлетворяющей требованиям надежности для транспортных средств, приводит к значительному увеличению стоимости системы. Поэтому для построения Микро-ЭВМ необходимо иметь краткую спецификацию электронной системы управления, где описаны функции, которые она должна выполнять, её структура, типы входных и выходных устройств (датчиков и исполнительных механизмов), функции схем управления, последовательность действий и время реакции системы. Также необходимо знать номенклатуру выпускаемых микропроцессоров и микроконтроллеров, их архитектуру и стоимость. Например, к основным характеристикам микроконтроллеров относятся: архитектура построения, разрядность данных, рабочая тактовая частота, объём памяти программ, объём памяти данных, наличие дополнительных устройств интегрированных на кристалле.

На основе всей выше перечисленной информации проводится детальный анализ, в результате которого отбирается несколько типов микропроцессоров или микроконтроллеров, пригодных для построения данной системы и на них проводится предварительное проектирование схемы ЭБУ. Поскольку выбор микроконтроллера (микропроцессора) в конечном итоге определяет характеристики электронной системы управления, то необходим тщательный анализ схем электронных блоков выполненных на базе того или иного микроконтроллера (микропроцессора) и на его основе - выбор оптимального варианта.

Например, в результате проведенного анализа [1] существующих микропроцессорных систем управления двигателем и трансмиссией транспортных средств можно сделать вывод о том, что для проектирования ЭБУ данного вида систем следует применять 8-разрядные или 16-разрядные микроконтроллеры RISC-архитектуры. В качестве 8-разрядных микроконтроллеров RISC-архитектуры можно взять новое семейство микроконтроллеров фирмы Atmel – AVR или PIC-контроллеры фирмы Microchip. Быстродействие этих микроконтроллеров позволяет в ряде случаев применять их в устройствах, для реализации которых ранее можно было применять только 16-разрядные микроконтроллеры. Это позволяет существенно удешевить разрабатываемый ЭБУ. Если все-таки быстродействия или производительности 8-разрядных микроконтроллеров RISC-архитектуры не достаточно, то можно применить 16-разрядные сигнальные микроконтроллеры фирм Texas Instruments, Motorola, Analog Devices.

Для увеличения надежности ЭАУ на транспортных средствах ее схемы формирования выходных сигналов предлагается проектировать на основе “интеллектуальных” ключей [2]. Под названием “интеллектуальный” подразумевается полностью защищенный прибор с интегрированными элементами диагностики. В отличие от силовых полевых транзисторов они защищены от переплюсовки, перегрева, перенапряжения, перегрузки по току, электростатического разряда, содержат датчики тока – то есть являются средством для конструирования практически безотказных устройств. Такого рода ключи предлагает компания International Rectifier. Также разработано множество специализированных микросхем, которые открывают новые возможности для систем автомобильной электроники [3]. Например, “интеллектуальные” модули IGBT для систем зажигания, драйверы управления дроссельными заслонками, микросхемы преобразователей напряжения и др. являются конкретными примерами инновационных разработок для различных систем управления двигателем.

Анализ конструкций ЭАУ для транспортных средств показывает, что за последние десять лет произошел переход от 8-разрядных однокристальных микро-ЭВМ к 16-разрядным. Кроме того, появление новых специализированных микросхем и “интеллектуальных” силовых модулей, разрабатываемых под требования автомобильной электроники, позволяет инженерам разрабатывать высокоэффективную ЭАУ для транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Е.Е., Стримовский С.В. Выбор микропроцессорной техники для проектирования электронных блоков управления двигателем или трансмиссией транспортных средств / *Механiка та машинобудування*, – 2006. - №1. – С. 224-228.
2. Зыбайло А. Интеллектуальные силовые ключи с программируемой отсечкой тока и их применение в автоэлектронике / *Электронные компоненты Украина*. – 2005. - № 1/2. С. 75-80.
3. Прейшофф К. Управление двигателем с помощью новых мощных полупроводниковых приборов / *CHIP NEWS №2 (12), март, 2002.* – С. 20-23.

ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ НАЧІПНИМ ОБЛАДНАННЯМ ТРАКТОРІВ

О.Я.Ніконов, кандидатр технічних наук, доцент

О.Є.Скворчевський, аспірант

*Національний технічний університет «Харківський полі-
технічний інститут»*

*Розроблено електрогідравлічну схему системи керування на-
чипним обладнанням тракторів. У її складі застосовано багатофунк-
ціональні пропорційні електрогідравлічні перетворювачі. Це дозво-
ляє застосовувати для керування начіпним обладнанням сучасні до-
сягнення автоматизи*

Сучасні тенденції все більшої інтеграції механіки, гідравліки, електротехніки та електроніки не могли не торкнутися тракторобудування, як однієї з найбільших галузей машинобудування. Комбінація найбільш ефективних засобів різних галузей техніки дозволяє створити оптимальну систему керування начіпним обладнанням тракторів, що об'єднує в собі можливість виконання процесів сучасного сільськогосподарського виробництва з паливною економічністю, надійністю, ергономічністю, екологічною безпекою, простотою обслуговування, відносно невеликою вартістю агрегатів та системи в цілому.

Аналітичний огляд конструктивних рішень гідравлічних начіпних систем тракторів показав, що вітчизняні конструкції значно відстають від закордонних, як за своїми гідрокінематичними схемами будови, так і за своєю елементною базою, зокрема електрогідравлічними апаратами [1-5 та інші].

Завданням даної роботи є розроблення раціональної структури електрогідравлічної системи керування начіпним обладнанням тракторів, яка б відповідала сучасним вимогам функціональності, економічності та ергономічності.

Розроблення схеми повинно відбуватися електрогідравлічного приводу повинна відбуватися паралельно з вибором структури і кінематики начіпної системи трактора. В ході аналітичного огляду виділена, як найкраща за своєю гідрокінематичною схемою, начіпна система фірми BOSCH [4, 5], рис. 1.

Керування начіпною машиною або знаряддям здійснюється за допомогою панелі 5 керування, яка встановлена в кабіні тракториста, та керуючого електронного блоку 4. Гідророзподільник 2, що живиться від насосу 1, отримує сигнал керування від електронного блоку 4. Гідроциліндри 3, 11, що зв'язані з гідророзподільником 2 трубопроводами (не позначені), через поворотні важелі 6, 9, що закріплені на валу 7, розкоси 8, 10, приводять до

руху поздовжні тяги 12. Інформація про реальні параметри роботи начіпної машини або знаряддя електронний блок 4 отримує від датчика 13 положення та датчика 14 зусилля. При застосуванні такої схеми можуть бути здійснені, як силовий, так і позиційний спосіб регулювання глибини обробки ґрунту. Крім того, використання гідрокінематичної схеми з двома гідроциліндрами, які керуються гідророзподільником, виконаним за принципом LS [9], дозволяє розвантажити несучі частини трактора від сил, що діють в площині перпендикулярній його руху та здійснити гасіння частини вібрацій, що дозволяє з більшою швидкістю та меншими коливаннями машини рухатись по нерівній місцевості. Реалізація такої системи на базі вітчизняних компонентів дозволить здешевити систему, створити додаткові виробництва та робочі місця на території України. Тому розробка елементної бази та схемних рішень для начіпних систем вітчизняного виробництва є актуальною науково-технічною задачею.

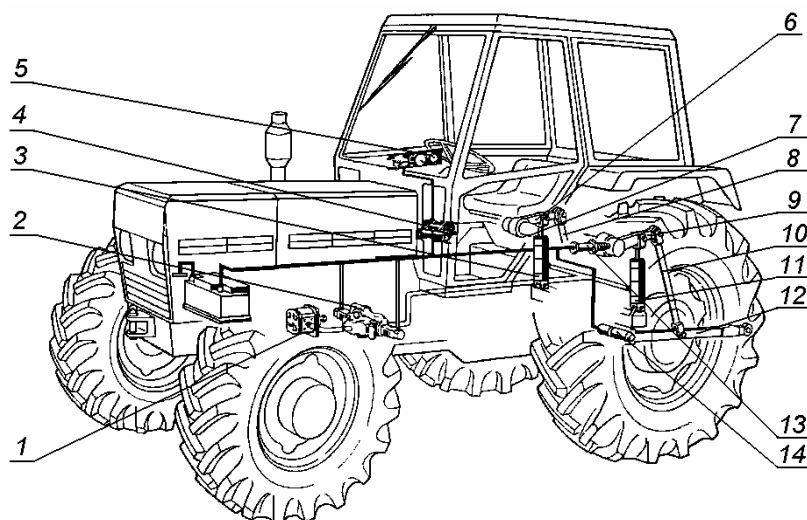


Рис. 1. Гідравлічна начіпна система фірми BOSCH

Вирішенню задачі розробки та дослідження електрогідравлічної елементної бази присвячені ряд робіт автора, зокрема [7, 8, 9]. На основі цієї елементної бази розроблена гідрокінематична схема начіпної системи трактора (рис.2). Вона складається з важелів 1, 9 шарнірно закріплених на валу (не показаний), що через розкоси 5, 13 взаємодіють з нижніми поздовжніми тягами 6, 14. Кінематична система приводиться до руху гідроциліндрами 4, 12, що через поршні 3, 11 та штоки 2, 10 передають зусилля тиску рідини на важелі 1, 9 відповідно. Керування гідроциліндрами 4, 12 здійснюється пропорційними гідророзподільниками. Вони мають у своєму складі основні ступіні 19, 22, гідроклапани різниці тиску 20, 23, логічні клапани «або» 21, 24. Використання даної схеми дозволяє керувати гідроциліндрами незалежно від зміни тиску навантаження [7].

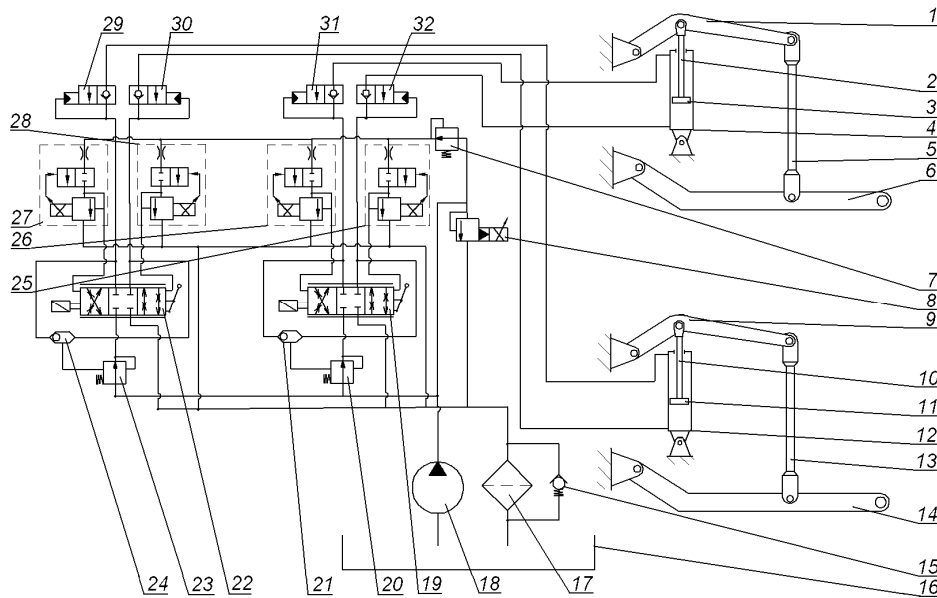


Рис. 2. Гідрокінематична схема керування начіпним обладнанням тракторів

Основні ступіні пропорційного гідророзподільника 19, 22 керуються багатофункціональними пропорційними електрогідравлічними перетворювачами (БПЕГП) 25, 26, 27, 28 [8]. Перетворювачі живляться робочою рідиною з лінії керування (не позначена), постійний тиск в якій підтримується редукційним клапаном 7.

Таким чином, однією з суттєвих переваг розробленої гідрокінематичної схеми є використання пропорційних гідророзподільників, які можуть бути включені в електронні контури регулювання. Це досягається завдяки використанню БПЕГП, що розроблені та досліджується автором.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білоконь Я. Ю. Трактори і автомобілі. – К.: Урожай, 2002.–231 с.
2. Гидравлическое оборудование тракторов и сельскохозяйственных машин.: Каталог. – М.: ЦНИИТЭИавтосельхозмашин, 1989. – 135 с.
3. Hydraulik- und elektronik-komponenten für proportional- und servo-systeme. – Würzburg: Mannesmann Rexroth GmbH, 1988. – 496 p.
4. Electronic-hydraulic hitch control for tractors. Каталог фірми Bosh. – 32 с.
5. Бондарь В. А. Новые решения в гидроприводе тракторов // Промислова гідравліка і пневматика. - 2003. – № 2. - С. 81-86.
6. Jonson O. Load-sensing systems control speed accurately // Hydraulics & pneumatics. – March 1995. – P. 33-36.
7. Скворчевский А.Е. Комплект унифицированного гидравлического оборудования для систем гидроприводов мобильных машин // Східно-європейський журнал передових технологій. - 2004. – № 4. - С. 13-15.
8. Патент України на винахід № 76766. Електрогідравлічний підсилювач. Авт. Скворчевський О. Є., Заявка № 2004021138 від 17.02.2004 МПК (2006) F15B 3/00. Опубл. 15. 09. 2006, бюл. № 9.
9. Патент України на винахід № 75780. Пропорційний електромагніт. Авт. Скворчевський О.Є., Заявка № 20040705646 від 12.07.2004 МПК (2006) H01F7/08. Опубл. 15. 05. 2006, бюл. № 5.

СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАРИКОВЫХ ФРИКЦИОННО–ЭПИЦИКЛИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

С.С.Гутыря, доктор технических наук, профессор

Ю.Б. Морзун, инженер

Одесский национальный политехнический университет

Розглянуто основні параметри навантаженого контакту і запропоновано алгоритм проектування механізмів кулькових фрикційно-епіциклічних передач, що забезпечує можливість досягнення сучасного технічного рівня для силового механічного приводу. Наведено приклад конкурентноспроможної конструкції редуктора. Встановлено напрями для подальшого технічного удосконалення відомих конструкцій

Известные достоинства фрикционных передач (высокая надежность, плавность движения, низкая виброактивность и бесшумность, самопредохранение от перегрузки и поломки), в сочетании с компактностью и многопоточностью эпициклических механизмов, теоретически позволяют получить конкурентноспособные конструкции механического привода. В тоже время применение известных конструкций шариковых фрикционно-эпициклических передач (ШФЭП) ограничено маломощными приводами при отсутствии жестких требований к постоянству частоты вращения ведомого вала [1].

Основным недостатком известных конструкций, помимо упругого проскальзывания тел качения, нагрева и износа рабочих поверхностей, является значительное усилие прижатия Q , превышающее окружное усилие полезной нагрузки F_t более чем в 10 раз, пропорционально увеличивающее нагрузки на валы и их опоры.

С учетом требований энергосбережения не менее важным является показатель энергетической эффективности – механический КПД, системно зависящий от всех видов потерь на трение в передаче, значения которого для известных конструкций не установлены. Также не исследованной является задача обеспечения прочности и износостойкости конструкции поводка-сепаратора в условиях пространственного нагружения, что затрудняет прогнозирование надежности силового привода. Устранение отмеченных недостатков для механизмов на основе ШФЭП является актуальной научно-практической задачей, решение которой позволит существенно расширить область их применения.

Постановка задачи

Для режимов эксплуатации большинства технологических, транспортных и энергетических машин характерны переменные нагрузки и частоты вращения, что обусловлено требованиями высокой энергетической эффективности и производительности соответствующих процессов. В та-

ких условиях конструкции фрикционных передач должны обеспечивать жесткую механическую характеристику $F_t/Q = const$ в широком диапазоне нагрузок и автоматическое изменение усилия прижатия Q в соответствии с величиной вращающего момента внешней нагрузки $T = F_t \cdot d_o / 2$ (d_o – диаметр окружности центров тел качения, рис. 1. Стандартные подшипники, применяемые в качестве основных звеньев таких передач, должны обладать необходимыми грузоподъемностью и долговечностью при условии обеспечения необходимого сцепления $M_{mp} > T$ между вращающимися кольцами и телами качения. В противном случае, эксплуатация ШФЭП будет сопровождаться повышенными потерями на трение и градиентом температур между трущимися деталями $\Delta t \geq 20^\circ$, перегрузкой тел качения и подшипников, что приводит к внезапным отказам, либо понижению расчетного ресурса и КПД привода.

Для решения поставленной задачи необходимо:

- разработать методики расчета основных характеристик и конструктивных параметров ШФЭП;
- предложить технические решения, направленные на повышение нагрузочных и эксплуатационных характеристик силовых приводов с ШФЭП;
- усовершенствовать алгоритм проектирования ШФЭП с учетом всех существенных для технического уровня изделия системных взаимосвязей между основными его свойствами.

Кинематика, кинетостатика, кпд и нагрузочная способность ШФЭП

На основании известных из теории расчета подшипников качения кинематических уравнений, для планетарного механизма ШФЭП с радиально-упорным подшипником и неподвижным наружным кольцом (рис. 1, в) при условии отсутствия всех видов проскальзывания получено:

$$n_c = n_s \cdot K_1; n_{c(в)} = -n_s \cdot K_2; n_{н(с)} = -n_s \cdot K_1; n_m = -n_s \cdot 2 \cdot d_o \cdot K_1 \cdot K_2 / D_m, \quad (1)$$

где n_c , $n_{в}$, $n_{т}$ – частоты вращения соответственно сепаратора, внутреннего кольца и тела качения вокруг своей оси;

$n_{с(в)}, n_{н(с)}$ – частоты вращения сепаратора относительно внутреннего кольца и наружного кольца относительно сепаратора;

$K_1 = (d_o - D_{т} \cdot \cos \alpha) / 2 \cdot d_o$ и $K_2 = (d_o + D_{т} \cdot \cos \alpha) / 2 \cdot d_o$ – параметрические комплексы для конструкции примененного в ШФЭП подшипника;

$D_{т}$ – диаметр тела качения;

α – номинальный угол контакта.

Передаточное отношение одноступенчатого редуктора с ШФЭП определяется с учетом неизбежного проскальзывания в контакте тел качения 2 с водилом-сепаратором h и кольцами 1, 3 по зависимости

$$i_{1h} = n_s / n_c = 2 \cdot d_o / [(d_o - D_m \cdot \cos \alpha) \cdot (1 - \xi)], \quad (2)$$

где ξ – коэффициент проскальзывания, значения которого следует устанавливать по результатам натурных испытаний, $\xi = 0,01 \dots 0,025$.

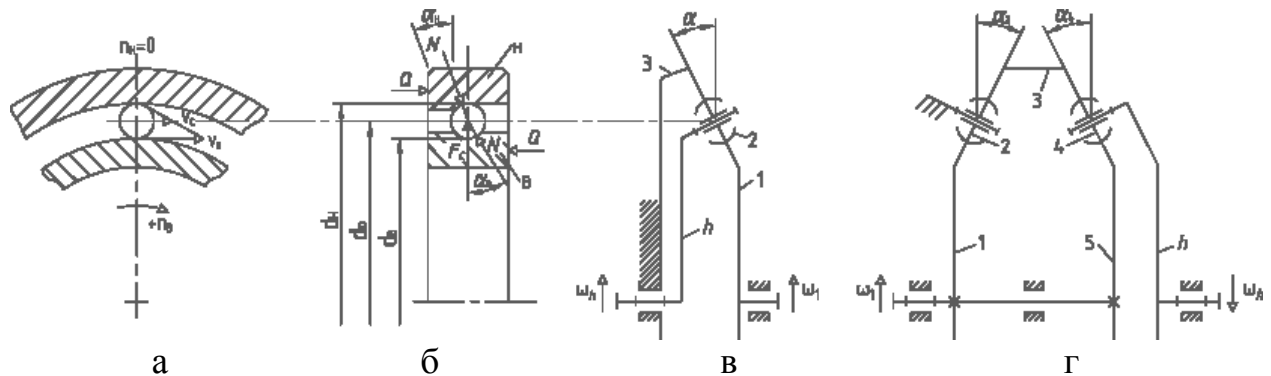


Рис. 1. Схемы расчетных моделей ШФЭП:

а – распределение окружных скоростей; б – нагрузки в контакте тел качения с кольцами; в, г – кинематические модели механизмов планетарного и замкнутого дифференциального

Для одноступенчатых редукторов на основе планетарной ШФЭП, выполненных с применением стандартных радиально-упорных подшипников качения, как показали расчеты, конструктивно достижимый максимум передаточного отношения ограничен величиной $i_{1h} \leq 3,0$.

Высокий уровень концентрации контактной нагрузки вызывает остаточные деформации на поверхностях качения и необратимые изменения их формы. Даже для деталей высокой твердости (HRC 60...62) эти деформации являются ощутимыми уже при нагрузках, соответствующих умеренным значениям максимального давления в контакте (порядка 3 ГПа.) Максимальные напряжения, как правило, возникают в контакте тела качения с внутренним кольцом и определяют предельную статическую грузоподъемность ШФЭП (остаточные деформации не превышают величину $0,0001 \cdot D_T$) по условию

$$\sigma_{max} = 4074 \sqrt[3]{\frac{Q}{z \cdot D_m^2 \cdot \sin \alpha}} \leq [\sigma] = 5000 \text{ МПа}. \quad (3)$$

Расчетное усилие прижатия в фрикционных передачах Q принято определять с учетом приведенного коэффициента трения f' , необходимого запаса сцепления $\beta = 1,25 \dots 2,0$ для предупреждения буксования, неравномерности распределения нагрузки по потокам мощности $K_n = 1,3 \dots 1,5$ и режима работы (динамичности внешней нагрузки) $K_p = 1,0 \dots 1,3$ по формуле [2]

$$Q = F_t \cdot K_n \cdot K_p \cdot \beta / f'. \quad (4)$$

Как показывают результаты многих исследований, основными составляющими потерь на трение при качении в условиях ограниченной смазки упругих тел, рабочие поверхности которых имеют криволинейные образующие, являются гистерезисные потери и потери на дифференциальное проскальзывание [3]. Гистерезисные потери определяются как невоз-

вращенная при разгрузке доля энергии упругой деформации контактирующих тел. Потери от дифференциального проскальзывания являются следствием того, что чистое качение имеет место лишь в двух точках, лежащих на мгновенной оси вращения одного тела относительно другого. Для большинства случаев применения подшипников качения (за исключением высокоскоростных опор) может быть использован приведенный коэффициент трения $f' = 0,06...0,07$ [4]. Существенное повышение коэффициента трения f' можно обеспечить при изготовлении тел качения из металлокерамики, например, марки МК-5.

Предварительный подбор стандартных подшипников-звеньев для механизмов ШФЭП, следует выполнять на основании номинальных каталожных значений их статической грузоподъемности C_0 по условию

$$Q/(z \cdot \sin \alpha) \leq C_0, \quad (5)$$

а расчет долговечности ШФЭП производить исходя из минимальной динамической грузоподъемности C_{\min} подобранных подшипников-звеньев с применением известных зависимостей, рекомендованных ISO [2, 3].

Для шарикового радиально-упорного подшипника, нагруженного преимущественно осевой силой прижатия Q , центробежная сила F_c уменьшает угол контакта α_n шарика с дорожкой качения наружного кольца и увеличивает угол α_b в контакте с внутренним кольцом. В результате линия давления между шариком и желобами колец претерпевает излом ($\alpha_b > \alpha_n$), а трение скольжения повышается. В этом случае точное вычисление нормального усилия N в контакте тела качения с наружным кольцом затруднительно. В условиях действия значительного усилия прижатия Q и при отсутствии зазоров получено

$$N_n = \frac{Q}{z \cdot \sin \alpha} + F_c \cdot \cos \alpha, \quad (6)$$

где $F_c = 2,3 \cdot 10^{-11} D_m^3 \cdot d_0 \cdot n_c^2$; z – число тел качения диаметром D_T .

Одним из важнейших критериев при проектировании механизмов силовых ШФЭП является КПД. В планетарном механизме потери на трение в основном складываются из потерь в контактах основных звеньев: тел качения-сателлитов с кольцами, а также потерь в опорах валов и гидравлических потерь на разбрызгивание масла. Для случаев, когда гидравлическими потерями в передаче можно пренебречь, коэффициент потерь ψ^h равен сумме потерь во фрикционных контактах основных звеньев ψ_3^h и в опорах валов ψ_n^h , т.е.

$$\psi^h = 1 - \eta^h = \Sigma \psi_3^h + \Sigma \psi_n^h. \quad (7)$$

В соответствии с заданными нижними индексами направлением передачи мощности от ведущего звена к ведомому, КПД планетарного механизма ШФЭП определяется по зависимости

$$\eta_{1h} = 1 - \psi^h \cdot \frac{d_n}{d_e} \left/ \left(\frac{d_n}{d_e} + 1 \right) \right. = 0,94 \dots 0,96, \quad (8)$$

при этом потери мощности от упругого скольжения и качения во фрикционных контактах основных звеньев определяются так

$$\begin{aligned} \psi_{зс}^h &\approx 2 \cdot \xi; \\ \psi_{зк}^h &\approx 0,1 \cdot Q \cdot k(n_e + 2 \cdot n_c) / P_1, \end{aligned} \quad (9)$$

где P_1 – мощность на ведущем валу, Вт;

$k = (5 \dots 10) \cdot 10^{-6}$ м – коэффициент трения качения.

Для ШФЭП на основе планетарного механизма потери на трение в опорах основных звеньев обычно незначительны. Исключением являются высокоскоростные мультипликаторы, для которых эти потери могут оказаться относительно большими [2]. Для редуктора с шариковой фрикционно-дифференциальной замкнутой передачей (см. рис. 1, г) передаточное отношение определяется по зависимости

$$i_{1h} = \frac{(D_{e4} + D_{n4})D_{n2}}{D_{e4} \cdot D_{n2} - D_{e2} \cdot D_{n4}}, \quad (10)$$

где D_{e4} , D_{n4} , D_{n2} , D_{e2} – наружные и внутренние диаметры дорожек качения соответственно шариков 4 и шариков 2.

Для конструкций, выполненных с применением стандартных радиально-упорных подшипников качения при углах контакта $\alpha = 12 \dots 36^\circ$, расчетный диапазон достижимых значений передаточного отношения $i_{1h} \leq 23,0$, что более чем вдвое превышает аналогичную величину для двухступенчатых редукторов на основе планетарной ШФЭП. При этом, вследствие потерь на трение в замыкающей передаче, расчетное значение КПД редуктора с замкнутой дифференциальной ШФЭП существенно ниже и не превышает величины $\eta_{1h} = 0,89 \dots 0,91$.

Алгоритм проектирования механизмов с ШФЭП

На примере схемы с дифференциальным замкнутым механизмом ШФЭП (см. рис. 1, г) применен алгоритм системного квалиметрического проектирования, позволяющий на ранних стадиях разработки учесть основные требования к техническому уровню привода. Квалиметрическая модель редуктора представлена в виде неоднородной системы алгебраических уравнений, разработан итерационный алгоритм для установления наиболее эффективных направлений повышения технического уровня проекта [5]. В результате выполненных расчетов с применением уравнений (1) – (10) и в соответствии с показателями современных требований к компонентам механического привода, усовершенствован типовый проект редуктора с ШФЭП со следующими конструктивными особенностями (рис. 2).

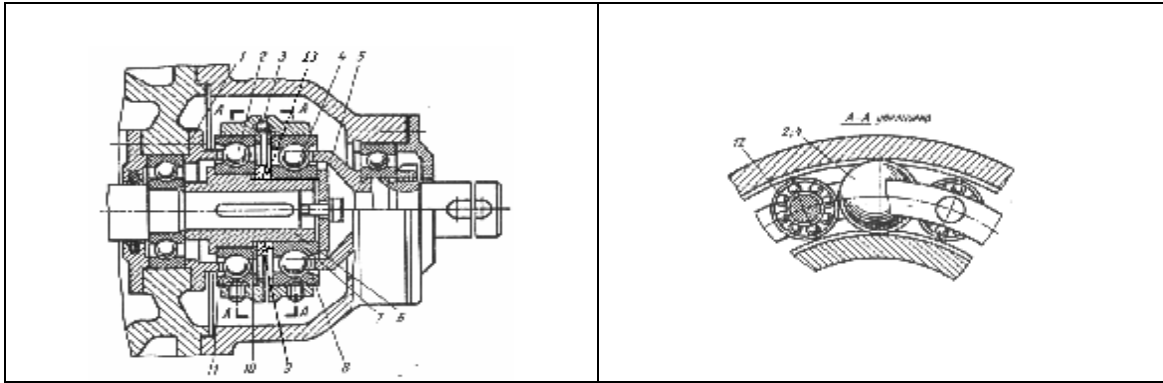


Рис. 2. Чертеж редуктора на основе замкнутой дифференциальной ШФЭП

На ведущем валу двигателя неподвижно закреплены втулка 6 с распорными кольцами 9 и 13, и внутренние кольца 7 и 10 шарикоподшипников. Наружные кольца 8 и 11 подшипников установлены во втулках, между торцами которых расположены в лунках переменной глубины шарики 3, образующие самозатягивающее устройство. При неподвижном поводке 1 тела качения 2 передают движение от внутреннего кольца 10 наружному кольцу 11, образуя при этом замыкающую ступень редуктора – фрикционную передачу с промежуточным звеном. Вращающиеся в разные стороны кольца 7 и 8 второго подшипника приводят в движение сепаратор 5, изготовленный за одно целое с ведомым валом редуктора и являющийся водилом h в дифференциальной ступени. Для повышения прочности массивных сепараторов и снижения потерь на трение между телами качения 2 и 4 установлены малогабаритные шарикоподшипники 12 (см. разрез А-А). Автоматическое поддержание оптимального по условиям трения в контакте тел качения и колец усилия прижатия Q обеспечивается самозатягивающимся устройством 3 и термоупругой конструкцией конических дистанционных втулок 9, материалы которых имеют отличающиеся до 4-х раз значения коэффициента линейного расширения λ_t (пара латунь – молибден).

Выводы

Системное проектирование ШФЭП, включающих стандартные подшипники качения, с учетом кинематических, силовых, энергетических и прочностных параметров нагруженного контакта, обеспечивает достижение современного технического уровня привода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кожевников С.Н., Есипенко Я.И., Раскин Я.М. *Механизмы*. – М., 1976.
2. Заблонський К.І. *Деталі машин*. – Одеса., 1999.
3. Ковалев М.П., Народецкий М.З. *Расчет высокоточных шарикоподшипников*. – М., 1980.
4. Jones A.B. *A general Theory for Elastically Constrained Ball and Radial Roller Bearings // ASME: Journal of Basic Engineering*. – June, 1960.
5. Гутьря С.С. *Управление техническим уровнем передач зацеплением на основе системной квалитетической модели // Труды Одес. политехн. ун-та: Одесса. - Вып. 2 (14). – 2001.*

ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ТРАКТОРА Т-150К З СЕРІЙНИМ ПАЛИВНИМ НАСОСОМ

П.К.Охмат, кандидат технічних наук, професор

В.І.Мельниченко, кандидат технічних наук, доцент

В.М.Яцук, асистент

Дніпропетровський державний аграрний університет

Для визначення впливу регульовальних параметрів ПНВТ НД-22/6Б4 на показники дизеля СМД-62 і трактора Т-150К згідно з відомими методиками на стендах "Моторпал" НС-109, НС-129 і КИ-921М визначались швидкісні характеристики паливного насоса з серійним всережимним регулятором і регулюваннями відповідно до технічних вимог і з експлуатаційними регулюваннями

Одним із способів поліпшення показників роботи сільськогосподарського трактора загального призначення Т-150К є приведення регульовальних параметрів паливного насоса високого тиску (ПНВТ) у відповідність з вимогами заводських інструкцій [1].

Характеристики паливного насоса НД-22

Для визначення впливу регульовальних параметрів ПНВТ НД-22/6Б4 на показники дизеля СМД-62 і трактора Т-150К згідно з відомими методиками [2-4] на стендах "Моторпал" НС-109, НС-129 і КИ-921М визначались швидкісні характеристики паливного насоса з серійним всережимним регулятором і регулюваннями відповідно до вимог (рис. 1) і з експлуатаційними регулюваннями (рис. 2). Дослідження виконувались в лабораторії по випробовуванню паливної апаратури дизелів кафедри "Трактори і автомобілі" ДДАУ та експериментальній лабораторії відділу головного конструктора Чугуївського заводу паливної апаратури. Об'єктами досліджень були понад 50 нових насосів (наробіток від 0,5 до 100 мото-годин) і близько 100 старих насосів (наробіток від 100 до 2500 мото-годин).

Видно, що дослідні ПНВТ мають різний характер протікання швидкісних характеристик і різні регульовальні параметри.

Із загальної кількості паливних насосів для досліджень було відібрано три (рис.3): №1 (269920) – мав наробіток 464 мото-години і найкращу нерівномірність подачі палива, особливо на режимах мінімально-стійкої кількості обертів під навантаженням, мінімально-

стійкої і максимальної кількості обертів холостого ходу; №2 (476915) – мав наробіток понад 1000 мото-годин і №3 (0002) – мав невідомий наробіток. ПНВТ №1 був відрегульований відповідно до вимог [5-7]. Регулювання паливних насосів №2 і №3 для подальших досліджень залишилися без змін.

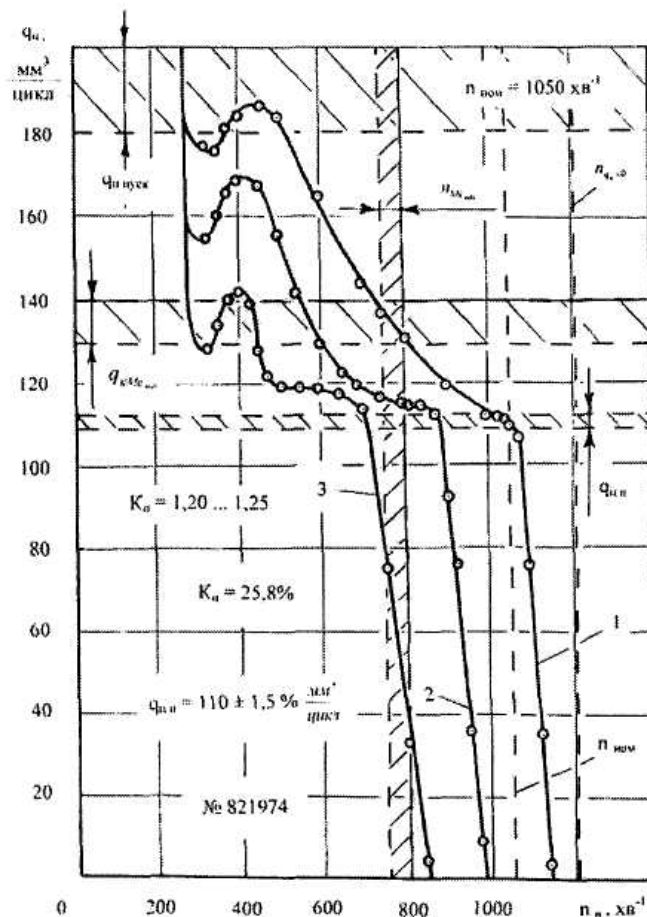


Рис. 1. Швидкісні характеристики нового ПНВТ

Подача палива дослідних насосів відрізняється від бажаної від +37,7 мм³/цикл (+23,9%) до -51,2 мм³/цикл (-37,9%). Паливний насос №2 має менше значення номінальної кількості обертів вала на 30 хв⁻¹ (-2,9%), а насос №3 – на 240 хв⁻¹ (-22,9%).

НД-22/6Б4 з регулюваннями у відповідності з ПНВТ НД-22/6Б4 з експлуатаційними до вимог регулюваннями дослідних ПНВТ НД-22/6Б4 СМД-62 з ПНВТ НД-22 з серійним всережимним регулятором.

Зменшення подачі палива на понижених швидкісних режимах всіх насосів обумовлено технічним станом їх прецезійних пар.

Зовнішні швидкісні характеристики дизеля СМД-62 з дослідними паливними насосами розраховувалися за відомою методикою [4]. Результати розрахунків наведено на рис. 4.

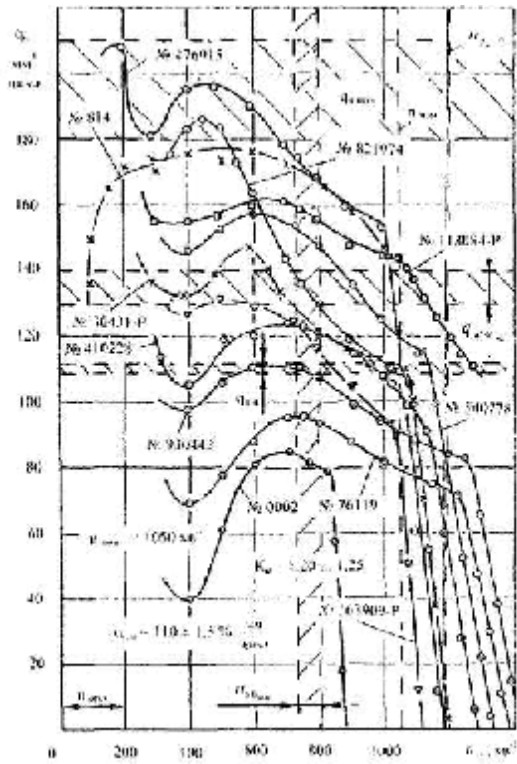


Рис. 2. Суміщені зовнішні швидкісні характеристики

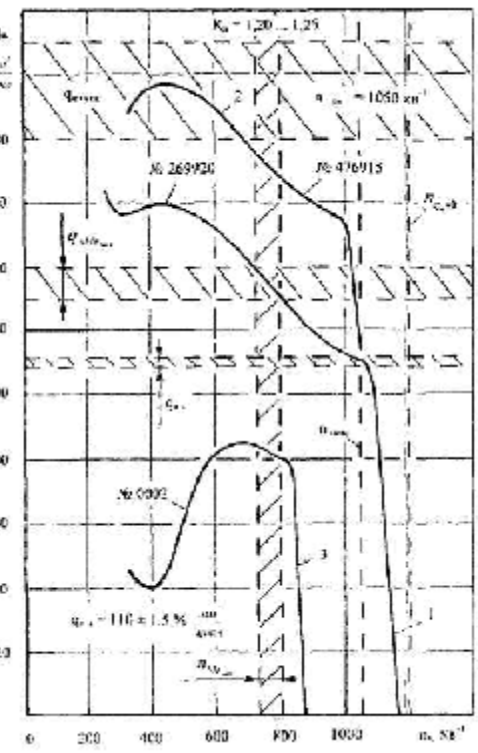
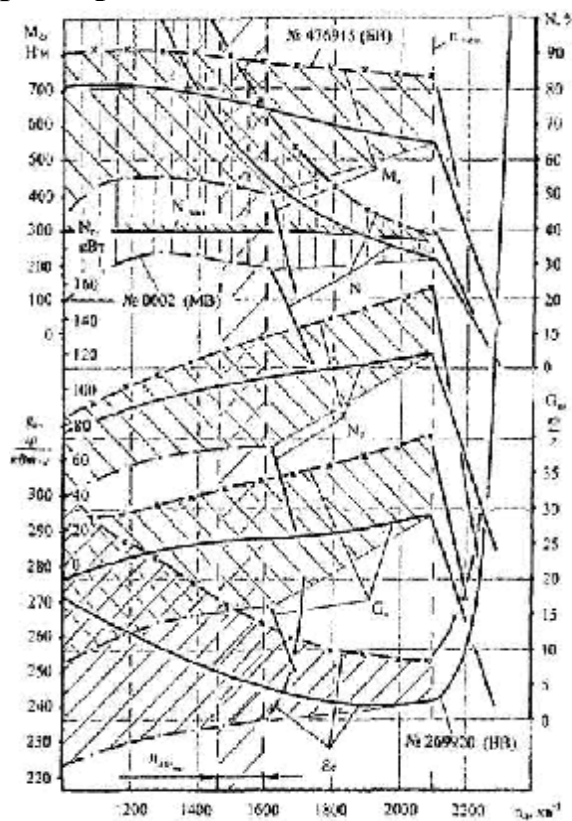


Рис. 3. Суміщені зовнішні швидкісні характеристики



**Рис. 4. Суміщені зовнішні характеристики дизеля
Характеристики дизеля СМД-62**

Видно, що показники роботи дизеля відрізняються від бажаних на наступні величини: ефективний крутний момент – від $-337 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ($-53,2 \%$) до $+169 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ($+30,5 \%$); ефективна потужність – від -53 кВт ($-43,6 \%$) до $+37 \text{ кВт}$ ($+30,4 \%$); годинна витрата палива – від -13 кг/г ($-61,4 \%$) до $+11 \text{ кг/г}$ ($+37,7 \%$); ефективна питома витрата палива – від $-47 \text{ г/(кВт}\cdot\text{г)}$ ($-17,4 \%$) до $+33 \text{ г/(кВт}\cdot\text{г)}$ ($+12,2 \%$). В діапазоні кількостей обертів колінчастого вала від відповідної максимальному значенню ефективного крутного момента до номінального димність відпрацьованих газів (ВГ) відрізняється від -34% ($-0,48$ разів) до $+27\%$ ($+1,42$ раза). При мінімально-стійкій кількості обертів під навантаженням дизеля з ПНВТ №3 димність ВГ менша від вимог, а з ПНВТ №2 – значно більша від вимог. Димність ВГ дизеля з ПНВТ №1 при зменшенні кількості обертів колінчастого вала нижче номінальної також значно більша від вимог ($1,67 \dots 5,90$ разів). Такі показники роботи обумовлені необхідністю забезпечення достатнього запасу крутного момента при розгонах дизеля, при роботі з перевантаженням та особливостями роботи дизеля з газотурбінним наддувом.

Теоретичні тягові характеристики трактора Т-150К

Теоретичні тягові характеристики трактора Т-150К з дослідними дизелями розраховувалися за відомими методиками [8...10] при роботі трактора на I...IV передачах II робочого діапазону при значеннях коефіцієнта опору перекочування рушіїв $0,06$, $0,12$ і $0,18$. Результати розрахунку наведено на рис. 5-7.

Видно, що в залежності від передачі, регулювань ПНВТ і значення коефіцієнта опору перекочування коліс показники трактора відрізняються від бажаних на наступні величини: дійсна швидкість руху зменшується на $3,39 \text{ км/г}$ ($-23,3 \%$); потужність на гаку змінюється від $-36,1 \text{ кВт}$ ($-42,9 \%$) до $+30,7 \text{ кВт}$ ($+66,6 \%$); ефективна питома гакова витрата палива змінюється від $-10 \text{ г/(кВт}\cdot\text{г)}$ ($-2,9 \%$) до $+556 \text{ г/(кВт}\cdot\text{г)}$ ($+88 \%$); тяговий коефіцієнт корисної дії змінюється від $+0,02$ ($+3,8 \%$) до $-0,14$ ($-20,3 \%$).

Показники роботи тракторного агрегату

Показники роботи машинно-тракторного агрегату (МТА) Т-150К+ПНЯ-4-40 при виконанні оранки поля площею 300 га розраховувались для по відомим методикам [11-13]. Розрахунки виконувались трактора Т-150К з ПНВТ НД-22 з серійним всережимним з ПНВТ НД-22 з серійним всережимним регулятором регулятором і регулюваннями меншими від вимог і регулюваннями відповідно до вимог для I передачі II робочого діапазону для значення коефіцієнта опору перекочування рушіїв $0,12$.

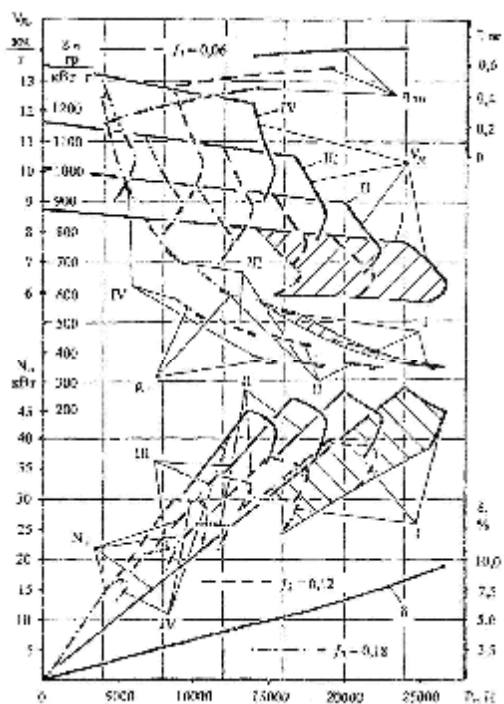


Рис. 5. Суміщені теоретичні тягові характеристики

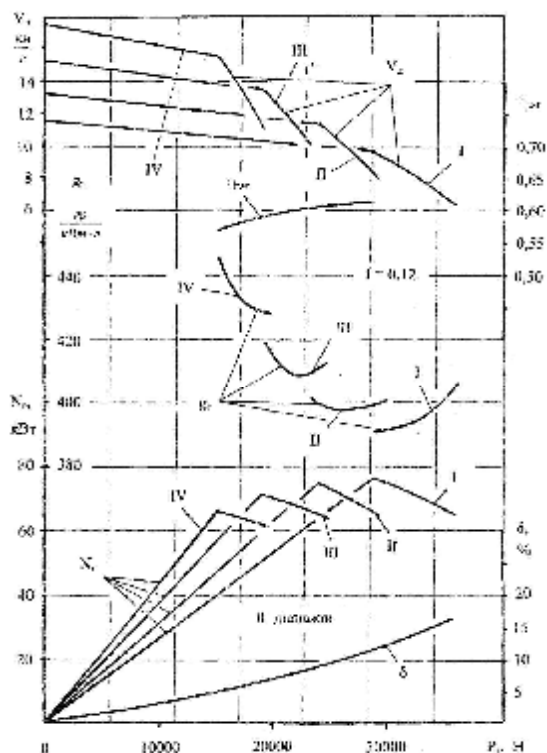


Рис. 6. Теоретичні тягові характеристики трактора Т-150К

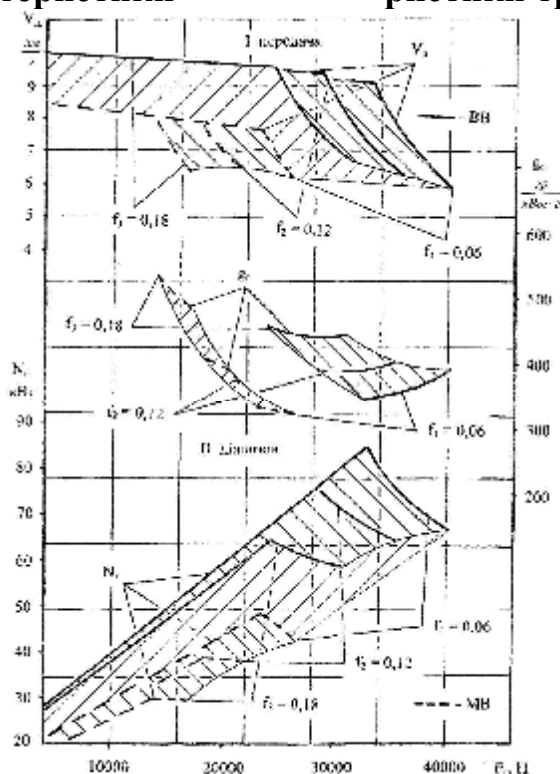


Рис. 7. Суміщені теоретичні тягові характеристики трактора Т-150К з дослідними ПНВТ НД-22

Встановлено, що показники роботи МТА з дослідними ПНВТ відрізняються від бажаних на наступні величини: виробіток зменшується на

3,58 га/зміну (-32,8 %), тривалість виконання даного обсягу робіт збільшується на 13 днів (-46,4 %), а витрата палива при цьому збільшується від 92 кг (-1,7 %) до 2578 кг (-46,2 %). Вплив димності ВГ на технічний стан дизеля і навколишнє середовище в дійсній роботі не визначаємо. Також не визначаємо вплив збільшення тривалості роботи МТА на технічний стан дизеля і трактора.

Висновки

В результаті виконання роботи можемо зробити наступні висновки:

1. Внаслідок невідповідності регулювань ПНВТ витрата палива трактора Т-150К може збільшитись на 46% при зменшенні швидкості руху на 23%, потужності на гаку – на 36%, тягового к.к.д. – на 20 %;

2. Є доцільним проведення аналогічних досліджень по визначенню впливу паливної апаратури дизелів ЯМЗ-236, КамАЗ-740, "DEUTZ" на показники трактора Т-150К.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мельниченко В.І. Способи поліпшення екологічних, паливних та потужносних показників трактора Т-150К в умовах рядової експлуатації // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов. Вып.60. – Днепропетровск: ИГТМ им. Н.С.Полякова, 2005. – С. 183-186.
2. Кривенко П.М., Федосов И.М. Ремонт и техническое обслуживание системы питания автотракторных двигателей. – М.: Колос, 1980. – 288 с.
3. Топливная аппаратура тракторных и комбайновых двигателей/ Н.И.Бахтиаров, А.В.Белявцев, А.Н.Карамышев и др. – М.: Колос, 1980.– 160 с.
4. ГОСТ 8670-82. Насосы топливные высокого давления автотракторных дизелей. Правила приемки и методы испытаний. - М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
5. Мельниченко В.И. Улучшение топливной экономичности и снижение дымности тракторного дизеля применением двухрежимно-всережимного регулятора: Дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02/Днепроп. гос. агр. ун. – Днепропетровск. 1991. – 288 с.
6. Трактор Т-150К, Т-157, Т-158. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 151.00.000 ТО. – Изд. 5-е, перераб. и доп./ Под ред. С.Л.Абдулы и А.М.Диденко. – Харьков: Прапор, 1988. – 341 с.
7. Дизель СМД-60 и его модификации. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Изд. 8-е/ Под ред. И.А.Коваля. – Харьков: Прапор, 1983. – 147 с.
8. Насос топливный распределительный двухсекционный: Паспорт 221.111104. ПС. – Чугуев: ЧЗТА, 1989.
9. Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. – Изд. 2-е переработ. и доп. – М.: Колос, 1972. – 384 с.
10. Охмат П.К. Методические указания к выполнению курсовой работы "Тяговый расчет трактора и автомобиля". – Днепропетровск: ДСХИ, 1988. – 77с.
11. Мельниченко В.І. Методичні вказівки для виконання курсової роботи "Тяговий розрахунок трактора і автомобіля". Частина 1. "Тяговий розрахунок трактора". – Дніпропетровськ: ДДАУ, 1997. – 171 с.
12. Пильщиков А.М., Березовский В.А. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1969. – 254 с.
13. Фере М.Э. и др. Пособие по эксплуатации МТП. – М.: Колос, 1978. – 250 с.
14. Иофинов С.А., Хабатов Р.Ш. Курсовое и дипломное проектирование о эксплуатации МТП. – М.: Колос, 1981. – 240 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБРОСА СЕМЕНИ ПРИСОСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕГО БАРАБАНА. СВОБОДНЫЙ ПОЛЁТ

В.Я.Коваль, кандидат технических наук, доцент

А.В.Щеглов, соискатель

Луганский национальный аграрный университет

*Розглянуто процес вибросу насіння барабаном дозатора, ви-
значено параметри процесу та характер їх зміни*

Совершенствование высевальных аппаратов пропашных сеялок направлено на повышение равномерности распределения и точности размещения семян в рядке, расширение универсальности и снижение повреждения последних. Размещение одиночных семян в рядках на строго заданном расстоянии улучшает освещённость, тепловой, пищевой и водно-воздушный режимы растений, стойкость их к вредителям и болезням, способность противостоять сорнякам и обеспечивает возможность дальнейшего качественного механизированного возделывания [1].

Сеялки точного высева в реальных условиях обеспечивают ограниченный уровень точности на скорости 1,5-2,0 м/с. Сеялки укладывают не более 70 % семян на установленную глубину заделки против 95 % согласно агротехническим требованиям. Вдоль рядка обеспечивается укладка в заданном интервале лишь 16-29 % семян (при требуемых 90 %) отечественными сеялками и 27-77 % зарубежными. Особенно неудовлетворительное распределение семян наблюдается на повышенных скоростях посева 2,5-3,0 м/с, которые наиболее характерны для производственных условий [2].

Вопросы повышения качества высева аппаратами сеялок рассматриваются авторами, в основном, в плоскости захвата одиночных семян диском (барабаном) [3] и его скоростного режима [4].

Согласно проведённым исследованиям [5], было установлено, что основное влияние на погрешность операции D размещения семян в борозде оказывает величина горизонтальной составляющей абсолютной скорости V_x последних в момент удара о дно борозды. Для снижения влияния V_x предлагаются разные технические решения: создание рыхлого слоя на дне борозды, установка отражающей пластины; смыкание борозды при помощи катков или в результате изменения длины щеки сошника; применение клиновидных сошников с острым углом клина 45-50° или 30°. Наиболее приемлемым конструктивным решением является клиновидный сошник с углом клина до 60°. Однако клиновидный сошник не может существенно снизить дисперсию D. Так при $V_x = 1,5-2,0$ м/с D составляет более 7,8 см². Но если скорость $V_x \rightarrow 0$, то $D \rightarrow 0,5$ см² [5].

Таким образом, повышение качества высева семян можно достичь путём снижения величины горизонтальной составляющей абсолютной скорости V_x во время выброса семени присоской барабана.

Процесс выброса семян из присоски профессор Будагов А.А. [6] предложил условно разбить на два участка: принудительного разгона семени и свободного полёта.

Рассмотрение принудительного разгона семени позволило выявить зависимость его скорости и перемещения от давления выброса в присоске и угла наклона струи к вертикали [7]. Дальнейшее движение семени по второму участку для упрощения будем представлять как отдельный процесс.

Свободный полёт семени рассматриваем с допущением, что семя движется в виде материальной точки.

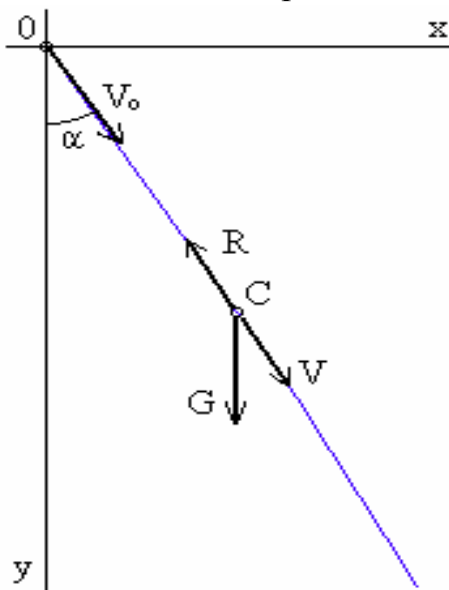


Рис. 1. Схема к расчёту параметров свободного движения семени

Силы, действующие на семя (рис. 1):

$$G = mg; \quad R = -k_n m v^2,$$

где G – сила тяжести;

R – сила воздействия воздушного потока;

m – масса семени;

g – ускорение свободного падения;

k_n – коэффициент парусности;

v – скорость семени.

Начальные условия движения:

$$t = 0; \quad x = 0; \quad y = 0; \quad x' = v_0 \sin \alpha; \quad y' = -v_0 \cos \alpha.$$

Дифференциальные уравнения движения семени в проекции на оси x и y будут иметь вид:

$$x'' = -k_n (x')^2; \quad (1)$$

$$y'' = g - k_n (y')^2. \quad (2)$$

Скорость семени в проекции на ось x

$$x' = \frac{1}{k_n t + (v_0 \sin \alpha)^{-1}}.$$

Перемещение семени в проекции на ось x

$$x = k_n^{-1} \ln(k_n t v_0 \sin \alpha + 1).$$

Интегрируя дифференциальное уравнение (2), получим выражение

$$t = \frac{0,5}{\sqrt{g k_n}} \ln \left| \frac{\sqrt{g} + \sqrt{k_n} y'}{\sqrt{g} - \sqrt{k_n} y'} \right| - C_3.$$

При начальных условиях постоянная C_3 определится

$$C_3 = \frac{0,5}{\sqrt{gk_n}} \ln \left| \frac{\sqrt{g} + \sqrt{k_n} v_o \cos \alpha}{\sqrt{g} - \sqrt{k_n} v_o \cos \alpha} \right|.$$

Скорость семени в проекции на ось y

$$y' = \sqrt{\frac{g}{k_n}} \cdot \frac{e^{2\sqrt{gk_n}(t+C_3)} - 1}{e^{2\sqrt{gk_n}(t+C_3)} + 1}.$$

Преобразуем уравнение (2) в виде

$$y' dy' / (g - k_n (y')^2) = dy.$$

Проинтегрировав, получим

$$y = -\frac{0,5}{k_n} \ln |g - k_n (y')^2| - C_4.$$

Постоянная C_4 при начальных условиях определится

$$C_4 = -\frac{0,5}{k_n} \ln |g - k_n (v_o \cos \alpha)^2|.$$

Перемещение семени в проекции на ось y

$$y = \frac{0,5}{k_n} \ln \left| \frac{g - k_n (v_o \cos \alpha)^2}{g - k_n (y')^2} \right|.$$

При равномерном движении сеялки по полю дальность полёта семени x_n в абсолютном перемещении от высевающего барабана с шаговым приводом на дно борозды (рис. 2, б) определяется выражением

$$X_n = S - (X_{1y} + X_{2y}),$$

где S , X_{1y} , X_{2y} – соответственно перемещение сеялки, относительное перемещение семени на первом (принудительного разгона) и втором (свободного полёта) участке.

Если высевающий барабан имеет аналоговый привод и семя отделяется от присоски путём экранирования вакуума (рис. 2, а), то дальность полёта семени определяется по формуле

$$X_n = S - X_{2y}.$$

По выполненным расчётам построены траектории относительного и абсолютного перемещения семени (рис. 3) при скорости сеялки 2 м/с. Минимальное значение горизонтальной составляющей абсолютной скорости семени $V_{ax} = 0,2$ м/с достигается при давлении $P = 8$ кПа и угле принудительного выброса $\alpha = 40^\circ$ (см. таблицу) для барабана с шаговым приводом. Наибольшее значение горизонтальной составляющей абсолютной скорости составляет 1,8 м/с при угле свободного схода $\alpha = 80^\circ$ и скорости подачи V

= 0,206 м/с семени высевающим барабаном с аналоговым приводом (размеры и производительность одинакові).

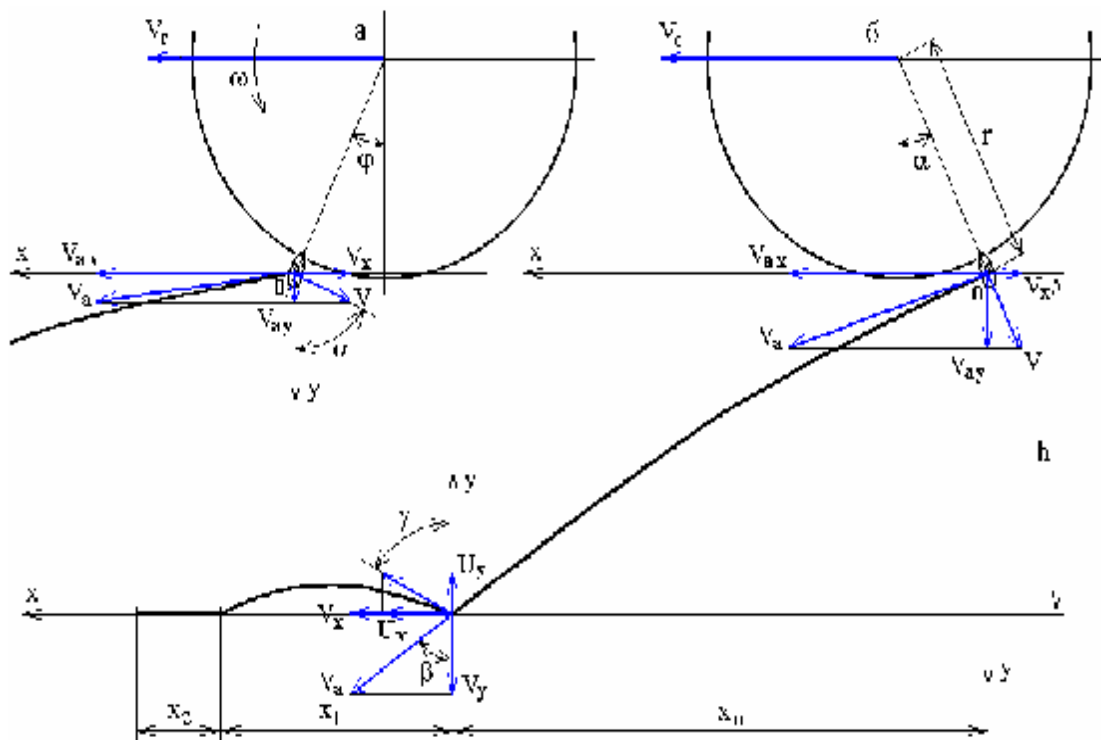


Рис. 2. Схема абсолютного перемещения семени от барабана с аналоговым (а) и шаговым (б) приводом

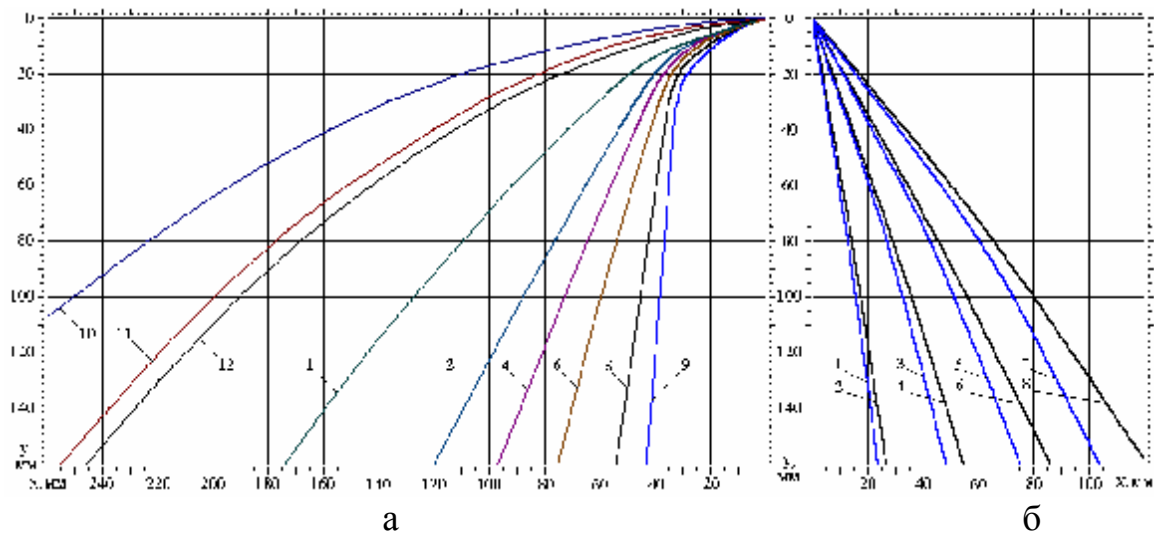


Рис. 3. Траектория абсолютного (а) и относительного (б) перемещения семени:

1 - $p=3$ кПа, $\alpha=10^\circ$, $\omega=0$; 2 - $p=7$ кПа, $\alpha=10^\circ$, $\omega=0$; 3 - $p=3$ кПа, $\alpha=20^\circ$, $\omega=0$; 4 - $p=7$ кПа, $\alpha=20^\circ$, $\omega=0$; 5 - $p=3$ кПа, $\alpha=30^\circ$, $\omega=0$; 6 - $p=7$ кПа, $\alpha=30^\circ$, $\omega=0$; 7 - $p=3$ кПа, $\alpha=40^\circ$, $\omega=0$; 8 - $p=7$ кПа, $\alpha=40^\circ$, $\omega=0$; 9 - $p=8$ кПа, $\alpha=40^\circ$, $\omega=0$; 10 - $p=0$ кПа, $\alpha=80^\circ$, $\omega=2,62$ с⁻¹; 11 - $p=0$ кПа, $\alpha=80^\circ$, $\omega=6,67$ с⁻¹; 12 - $p=0$ кПа, $\alpha=70^\circ$, $\omega=6,67$ с⁻¹.

Таким образом, при принудительном выбросе можно достичь минимальной величины горизонтальной составляющей абсолютной скорости семян, которая вызывает их вторичное перераспределение вдоль борозды. Это приведёт к снижению дисперсии D и повысит качество высева.

Таблица

Параметры абсолютного перемещения семени

N п/п	P, кПа	α , °	Время t, с	Скорость, м/с			Перемещение, м	
				V_{ax}	V_{ay}	V_a	X_a	Y_a
1	3	10	0,06	1,715	1,909	2,566	0,1071	0,0774
2			0,07	1,715	2,006	2,639	0,1243	0,0970
3			0,08	1,715	2,103	2,714	0,1414	0,1175
4			0,09	1,715	2,200	2,789	0,1586	0,1390
5			0,10	1,715	2,297	2,867	0,1757	0,1615
6	8	40	0,04	0,201	2,242	2,251	0,0346	0,0546
7			0,05	0,202	2,339	2,348	0,0366	0,0775
8			0,06	0,202	2,436	2,444	0,0387	0,1013
9			0,07	0,203	2,532	2,540	0,0407	0,1262
10			0,08	0,204	2,629	2,637	0,0427	0,1520

ЛИТЕРАТУРА

1. Ломакин С.Г., Ревякин Е.Л. Тенденции развития конструкций посевных машин в СССР и за рубежом. – М.: ЦНИИТЭИ, 1975. – 120 с.
2. Астахов В.С. Посевная техника: анализ и перспективы развития // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. - №1. – С. 6-8.
3. Сисолін П., Свірень М., Федорчак В. Подальше вдосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата просапних сівалок // Техніка АПК. – 2005. - №2. – С. 12-13.
4. Лобачевский П.Я. закономерности подачи семян аппаратами сеялок точного высева // Техника в сельском хозяйстве. – 2003. -№6. – С. 8-10.
5. Машины точного посева пропашных культур: конструирование и расчёт / В.С. Басин, В.В. Брей, Л.В. Погорелый и др.; Под ред. Л.В. Погорелого. – К.: Техніка, 1987. – 150 с.
6. Будагов А. А. Точный посев на высоких скоростях. - Краснодар: Краснодарское книжное из-во, 1971. - 140 с.
7. Щеглов А.В. Исследование процесса выброса семени присоской высевающего барабана. Разгонный участок // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету / Технічні науки.- Луганськ: Вид-ство ЛНАУ. - №65(88), 2006. - С. 209-215.

НАДІЙНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПЛАНЕТАРНИХ КОЛІСНИХ РЕДУКТОРІВ

С.С.Гутьря, доктор технічних наук, професор

Д.Б.Борденюк, інженер

Одеський національний політехнічний університет

Розглянуто статистику раптових ушкоджень, а також надійність планетарних редукторів тролейбусів, яку запропоновано характеризувати експоненціальним законом розподілу. Встановлено вірогідність безвідмовної роботи і запропоновано відповідний кваліметричний показник, який дозволяє при проектуванні оцінити надійність аналогічних конструкцій з урахуванням нормативного ресурсу і умов експлуатації

Для практики експлуатації сучасних вітчизняних тролейбусів характерна надмірна кількість відмов колісних редукторів задніх мостів, що потребує повної заміни планетарного редуктора (рис.) або капітального ремонту його основних вузлів вже при пробігу тролейбуса в 4700 км, що є нижче за нормативний термін планового проведення ТО-1.

За умов загальної значної зношеності рухомого складу міського електротранспорту (у середньому досягає 90 %) і дефіциту запасних частин через обмежене фінансування робітнички тролейбусних парків змушені виконувати заміну редукторів чи їх капітальний ремонт без всебічного аналізу і врахування причин відмов. Зокрема, не контролюється фактична (після монтажу) точність елементів багатопоточного зубчастого зачеплення, не виконується селективний підбір сателітів за їх геометричними параметрами та балансування водила, не визначають механічний коефіцієнт корисної дії (ККД) приводу та відповідність його віброакустичних характеристик вимогам стандартів.

Означені та інші чинники призводять до підвищеної інтенсивності спрацьовування зубчастих коліс редуктора після ремонту, збільшення рівня вібрацій та акустичної емісії корпусу, тобто до різкого зниження ергономічних характеристик транспортного засобу в процесі подальшої нормативної експлуатації.

Застосування в більшості тролейбусів планетарних колісних редукторів з передаточним числом $u = 3,461$ має наступні теоретично обґрунтовані переваги:

– компактність конструкції через розподіл передаваної потужності по потокам через сателіти й подальше об'єднання її на веденому валу;

– високе значення ККД через передавання потужності водночас у відносному і переносному рухах і застосування внутрішнього зачеплення.

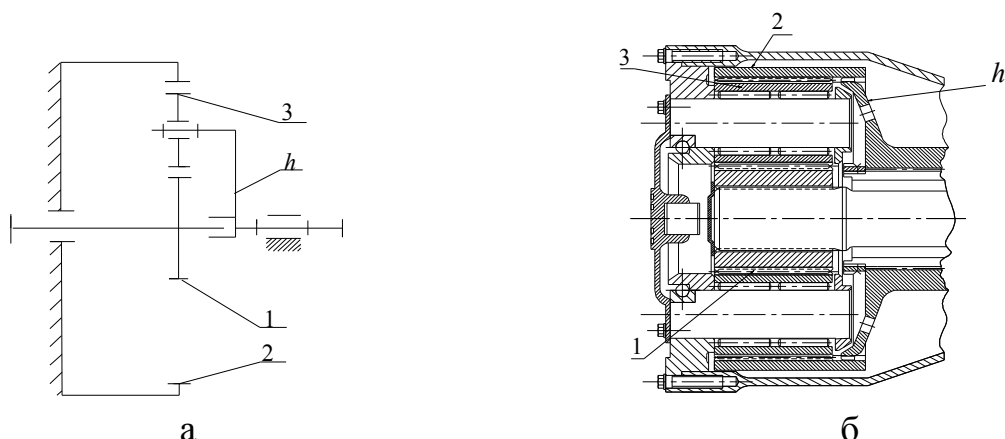


Рис. Схема (а) та розріз по осям сателітів (б) планетарного редуктору РАВА 118/70-71.72.73.77: 1 – сонячна шестерня; 2 – сонячне колесо (епіцикл); 3 – сателіти; h – водило

Крім означених переваг, конструкція може мати певні труднощі при виготовленні і обмеження при застосуванні через:

- суттєву нерівномірність розподілу навантаження між сателітами;
- підвищені вимоги до компактності та роботоздатності підшипників в опорах сателітів;
- значний вплив температурного чинника і якості мастила на роботоздатність приводу.

Відомо, що планетарні передачі відносяться до багатократно статично невизначених систем, тому реалізація їх переваг можлива лише за умов компенсації пружних деформацій і самовстановлення ланок під дією експлуатаційного навантаження шляхом використання рухомих з'єднань і піддатливих деталей, певної модифікації контактуючих поверхонь за шириною зубців, високої точності виготовлення і монтажу.

Таблиця 1

Технічні дані варіантів конструкції

Параметр	Одиниці виміру	70	71	72	73	77
Передаточне число	–	3,461				
Номінальна вхідна частота обертання	об/с	50	50	50	50	64
Номінальна вхідна потужність	кВт	170	170	170	170	280
Максимальна вхідна потужність	кВт	492	492	492	492	757
Номінальний вхідний момент	кН·м	1618	1867	1618	1867	1234
Максимальний вхідний момент	кН·м	5600	6460	5600	6460	4270

Планетарний редуктор має ідентифікацію, яка розшифровується, так: RABA – назва фірми-виробника; 118 – заводське маркування типу редуктору; 70, 71, 72, 73, 77 – варіанти конструкції (табл. 1).

В даному планетарному редукторі, що відноситься до механізмів типу $2k-h$, основними ланками є два центральних колеса і водило h (див. рис., а). Передачі цього типу відзначаються досить високим ККД та простою конструкцією ланок.

Статистичний аналіз ушкоджень

Дослідження надійності колісного редуктора виконано методом реєстрування і аналізу відмов однотипних виробів, експлуатуємих в тролейбусних парках м. Одеси за період 2003 – 2006 р.р.. Спостереження велось за 90 зразками планетарних редукторів, з них типу RABA 118/70 – 26 од., RABA 118/71 – 12 од., RABA 118/72 – 28 од., RABA 118/73 – 20 од., RABA 118/77 – 4 од. Для типових умов експлуатації є характерним важкий режим навантаження, спричинений складними умовами руху в місті (частим гальмуванням на зупинках і при маневруванні); високим рівнем вологості; концентрацією кварцевого та азбестового пилу до 40 мг/м^3 від гальмівних колодок через близьке розташування здвоєних шин до колісної ниші; відкритою всесезонною стоянкою тролейбусів при температурах від -26 до $+36$ $^{\circ}\text{C}$; невисокою технологічною дисципліною і якістю технічного обслуговування. Експлуатаційні перевантаження з коефіцієнтом χ [2;8] зумовлені надмірною щодо нормативної кількістю пасажирів у салоні, частим стоянням у пробках та пуском приводу під навантаженням, значними пришвидшеннями в складних умовах міського руху і незадовільною якістю дорожнього покриття.

За період спостережень зареєстровано 62 відмови колісних планетарних редукторів, що мали наступні ушкодження (табл. 2):

- крихкий злам зубців сателітів (ЗС);
- пластичні деформації зубців сонячного колеса (ПДК) і шестерні (ПДШ);
- злам водила через багатоциклову утомленість (ЗВ);
- абразивний знос осей сателітів (АЗ).

Одним з основних видів ушкоджень планетарного редуктору є крихкий злам зубців сателітів, який відбувається через перевантаження редуктора як статичними, так і динамічними зусиллями. Пластична деформація зубців сонячного колеса і шестерні відбувається як внаслідок перевантажень редуктора, так і через недостатню точність монтажу передачі при ремонтних роботах. Можливими причинами уявляються також порушення технології виготовлення зубчастих колес та їх термообробки. Нормативна твердість робочих поверхонь зубців сонячних колес і сателітів зі сталі 18ХГТ після нітроцементзації повинна становити 57...63 HRC, але за даними вибіркового контролю відповідне значення дорівнює 50...55 HRC.

Статистика ушкоджень колісних планетарних редукторів

Тип редуктора	Кільк. спост.	Усього відмов	ПДК	ЗС	ЗВ	ПДШ	АЗ	$\lambda_t \approx t/\bar{t}$
АВА 118/70	26	18	3	11	2	1	1	0,7
РАВА 118/71	12	8	1	6	–	1	–	0,7
РАВА 118/72	28	21	7	14	–	–	–	0,7
РАВА 118/73	20	12	2	8	1	1	–	0,6
РАВА 118/77	4	3	1	2	–	–	–	0,7
Підсумок (середнє значення)	90	62	14	41	3	3	1	(0,68)

Злам водила через утомленість відбувається внаслідок дії циклічних динамічних навантажень з високою амплітудою і значної концентрації напружень в місцях встановлення опор сателітів. Абразивний знос осі сателітів має місце через попадання в мастило абразивних частинок, які проникають через ущільнювальні манжети, що може бути спричинено їх перегрівом чи охолодженням із наступною втратою пружних властивостей, надмірною шорсткістю контактуючих з манжетами поверхонь валів.

Для мащення передачі і опор сателітів використовують мастило ТАП – 15В, яке при нагріванні понад 100...110 °С втрачає нормативні фізико-хімічні властивості, що може спричинити граничне тертя і ушкодження зубців сателітів, а також роликів підшипників.

Прогнозування надійності колісних редукторів

В умовах переважного прояву раптових ушкоджень деталей редукторів їх надійність можна характеризувати експоненціальним законом розподілення і відповідною ймовірністю безвідмовної роботи [1]

$$\ln p(t) = -\int_0^{L_h} \lambda(t) dt, \quad (1)$$

де L_h – призначений ресурс; $\lambda(t) = \Delta n / (N_p \Delta t)$ – статистична інтенсивність відмов; Δn і N_p – приріст числа відмов і кількість редукторів, які залишились в експлуатації за час Δt .

Більшість зафіксованих ушкоджень планетарних редукторів дозволяє обґрунтовано віднести їх до групи неремонтуємих виробів машинобудування з постійною інтенсивністю миттєвих відмов [2]. За даними спостереження параметр λ_t склав:

для редукторів типу RABA 118/70 – $2,4 \cdot 10^{-4}$ відмови на годину;

- RABA 118/71 – $2,3 \cdot 10^{-4}$ відмови на годину;
- RABA 118/72 – $2,6 \cdot 10^{-4}$ відмови на годину;
- RABA 118/73 – $2,1 \cdot 10^{-4}$ відмови на годину;
- RABA 118/77 – $2,6 \cdot 10^{-4}$ відмови на годину.

Відповідні значення безрозмірного показника $\lambda_t t \equiv t/\bar{t}$ (\bar{t} – середня величина наробітку до відмови, що становить 280 годин) і розрахункові значення ознаки якості конструкції редуктора $p(t)$ (див. табл. 2, 3) показують, що фактична ймовірність безвідмовної роботи колісних планетарних редукторів тролейбусів в середньому становить $p(t) = 0,51$, що є недостатнім і потребує підвищення щонайменш до значення $p(t) = 0,9$.

Таблиця 3

Ймовірність безвідмовної роботи $p(t)$

Ознака	Параметр $\lambda_t t \approx t/\bar{t}$								
	1	0,75	0,5	0,25	0,1	0,05	0,01	0,001	0,0001
$p(t)$	0,368	0,472	0,607	0,779	0,905	0,951	0,99	0,999	0,9999

Для прогнозування періодичності технічного обслуговування і контролю за надійністю аналогічних приводів тролейбусів припустимо використовувати малу долю середнього наробітку до відмови (зокрема, при $\bar{t} = 280$ годин значення $t < 28$ годин). Нормований кваліметричний показник надійності конструкції має вигляд [3]

$$q = 0,1 + 1,18 \text{th}(1110 e^{-\lambda_t \bar{L}_h} - 0,11), \quad (2)$$

що дозволяє порівнювати аналогічні конструкції планетарних колісних редукторів тролейбусів з врахуванням призначеного ресурсу \bar{L}_h вже на стадії проектування, а також планувати їх гарантійний нагляд та технічне обслуговування [4].

Висновки

За статистичними даними спостережень експлуатаційна надійність колісних планетарних редукторів сучасних тролейбусів є недостатньою, що свідчить про необхідність системного дослідження існуючих конструкцій з метою встановлення резервів для їх модернізації та значного підвищення рівня гарантійного і технічного обслуговування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Решетов Д.Н. Надежность машин. – М., 1988.
2. Проников А.С. Надежность машин. – М., 1978.
3. Gytyrya S. Zablonky K., Yaglinsky V. System Modeling of Gear Design Quality // VDI – Berichte, Nr. 1904.1. – Dusseldorf., 2005.
4. Алпаудзе Г.Е., Червоный А.А., Романов Л.Г., Шахтарин Ф.К. Гарантийный надзор за сложными техническими системами. – М., 1988.

ДОСВІД РОБОТИ ІНСПЕКЦІЇ ДЕРЖАВНОГО ТЕХНІЧНОГО НАГЛЯДУ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

А.М.Яковенко, кандидат технічних наук, професор

С.М.Романенко, інженер

Т.М. Борисенко, студент магістратури

А.А. Токар, студент магістратури

Одеський державний аграрний університет

Наведено аналіз роботи інспекції державного технічного наглядку облдержадміністрації за три роки в Одеській області

Проведення державного нагляду в сільському господарстві за технічним станом техніки і за дотриманням правил технічної експлуатації, збереження та списання сільськогосподарської техніки і обладнання є основними завданнями інспекції державного технічного нагляду (далі інспекція). Крім того інспекція контролює якість ремонту і технічного обслуговування мобільної техніки, дотримання затверджених правил усунення несправностей машин, які продані господарствам чи відремонтовані для них за договором. Ще одним із основних завдань інспекції є контроль за дотриманням правил транспортування, збереження і витрат нафтопродуктів.

На інспекцію також покладено такі обов'язки, як видача єдиних номерних знаків на трактори, самохідні шасі і тракторні причеми, стягнення з організацій, підприємств і окремих власників податків та платежів за технічний огляд, реєстрацію машин, за атестацію механізаторів, керівництво роботою районних кваліфікаційних комісій по атестації трактористів, участь в роботі різних апеляційних і претензійних комісій відносно технічних питань.

Обласна інспекція керує районними інспекціями, в яких, на жаль, працює по одному інспектору. Факультет механізації сільського господарства Одеського державного аграрного університету за два роки підготував майже 60 інженерів зі спеціалізації "Державний технічний нагляд" заочною і заочною формами навчання.

Не зважаючи на неповне кадрове забезпечення, районними та обласною інспекціями проводиться відповідна робота згідно з планом роботи, положенням про інспекцію, окремими дорученнями Держтехнагляду України, розпорядженнями обласної державної адміністрації.

Мета роботи. Провести аналіз роботи інспекції державного технічного нагляду в Одеській області за останні три роки.

Матеріали і результати дослідження. Державний технічний огляд (далі техогляд) тракторів, самохідних шасі, самохідних меліоративних та дорожньо-будівельних машин і тракторних причепів у підприємствах, ус-

тановах та організаціях незалежно від форм власності та в громадян проводиться з січня по липень щорічно.

Результати технічного огляду техніки в області за 2006 рік представлено в табл. 1, а на рис. 2 представлено динаміку техніки АПК, що подається на техогляд щорічно.

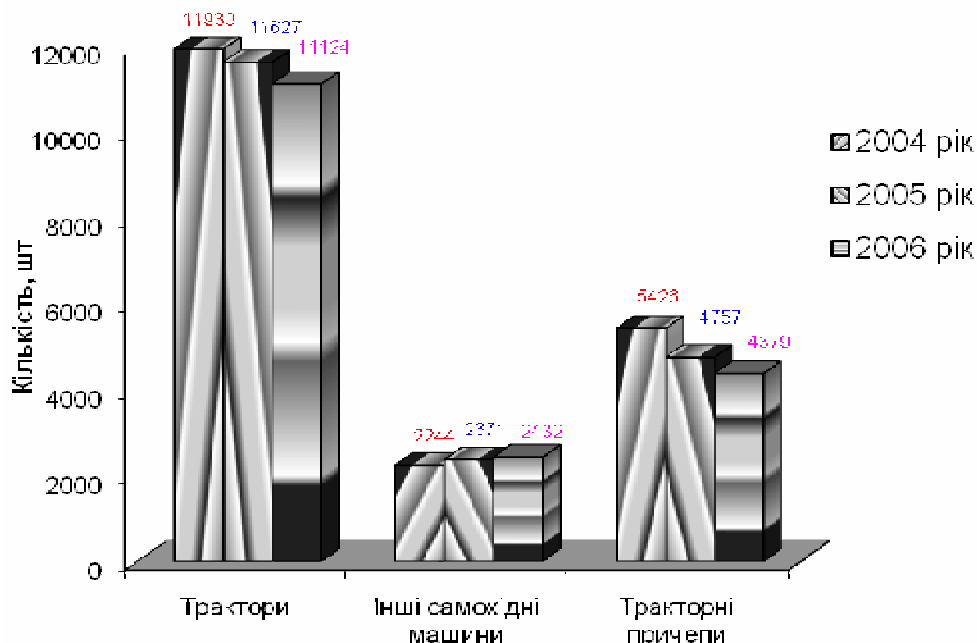


Рис. 1. Кількість техніки, що знаходиться на балансі в АПК

Як видно з графіка (рис.2), частка технічних засобів, що подається агроформуваннями на техогляд, збільшується, але її відсоток від всієї техніки АПК бажає кращого. Так у 2006 році тільки 6986 тракторів (62,8 %) із всієї кількості тракторів АПК (11124 одиниці) було подано на техогляд, причепів тільки 1964 одиниці (44,9 %), 1901 комбайнів (78,2 %). Але ж техніка, що не подається на техогляд, продовжує працювати на полях Одещини і вона в більшості несправна.

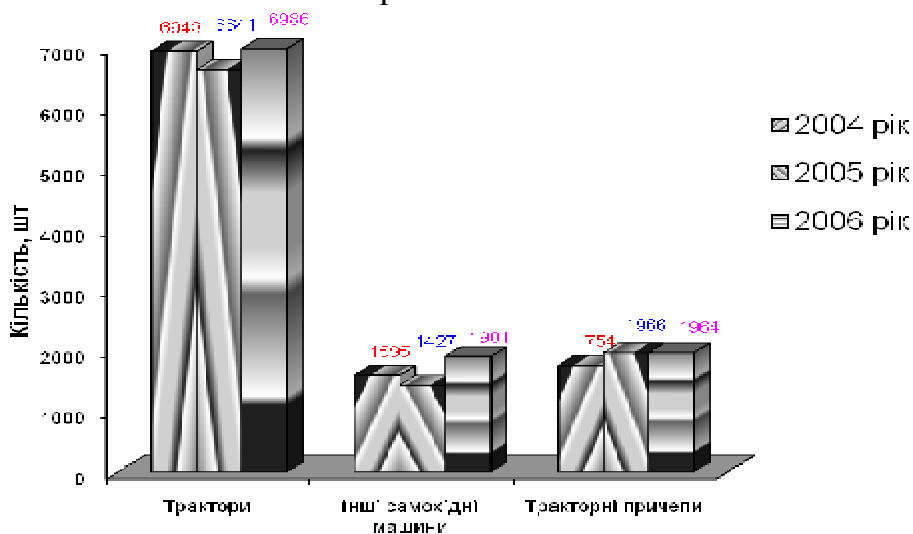


Рис. 2. Динаміка кількості техніки АПК, поданої на техогляд

Тому сьогодні основним завданням обласної і районних інспекцій Держтехнагляду є проведення профілактичної роз'яснювальної роботи серед керівників господарств та власників фермерської техніки про необхідність обов'язкового представлення своїх машин на техогляд для одержання документів на право подальшої експлуатації цієї техніки.

Результати техогляду (табл.1) показують, що з представленої техніки у 2006р. були повністю справними тільки 5882 трактори (84,2 %), 1032 тракторних причепів (52,5 %) та 1828 самохідних машин (96,2 %).

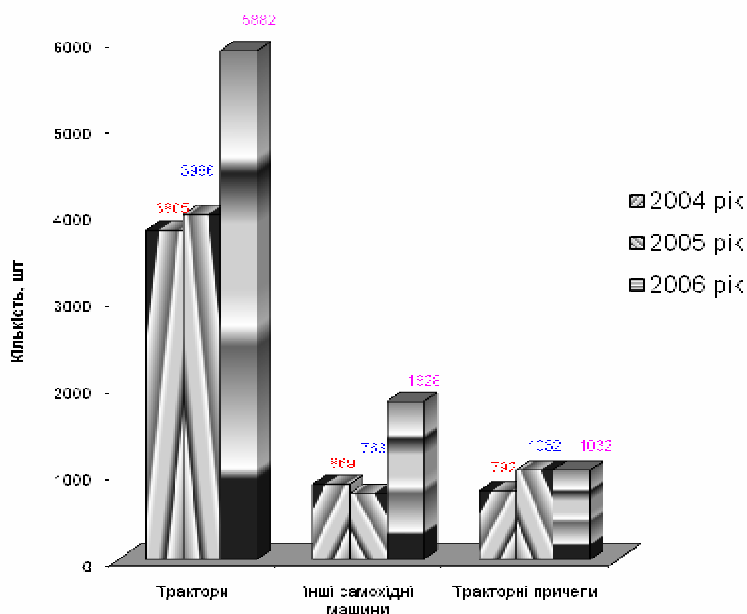


Рис. 3. Кількість машин в АПК, що пройшли техогляд

Динаміка цих показників (рис. 3) показує, що відбувається з кожним роком покращення готовності техніки, яку показують інспекції Держтехнагляду. Збільшення готовності і справності має місце для тракторів 54,6 %, для інших самохідних машин в 1,1 раза, рівень готовності тракторних причепів не змінився в абсолютній величині (1032 одиниці), але і причепів в АПК зменшилось з 5426 до 4379 одиниць.

Якщо у 2004 році при перевірці мали несправності 1788 тракторів в АПК, то у 2006 році всього 116 тракторів, в тому числі блокування запуску двигунів було в 1641 трактора, а залишилося тільки у 24 тракторів, несправності світової сигналізації було в 64 тракторів, а зараз тільки у 23 із перевірених тракторів. Зменшується кількість випадків експлуатації тракторів з течею палива та мастил, не укомплектованими медичними аптечками, знаками аварійної зупинки, не маючих протипожежних засобів.

Під час техогляду було виявлено 152 механізаторів без посвідчень тракториста проти 274 осіб у 2004 році. Не мали медичних довідок тільки 105 осіб проти 573 осіб у 2004 році.

Як видно, результати технічного стану машин з кожним роком покращуються. В цілому кількість машин, заборонених до експлуатації (крім тракторів), зменшується (рис. 4).

Періодичні перевірки стану технічної експлуатації машинно-тракторного парку здійснюються як безпосередньо в господарствах, так і на лінії із залученням працівників державної автомобільної інспекції та охорони праці. В здійсненні цих перевірок брали участь понад 30 працівників ДАІ, всі 26 працівників інженерної служби райсільгоспуправління.

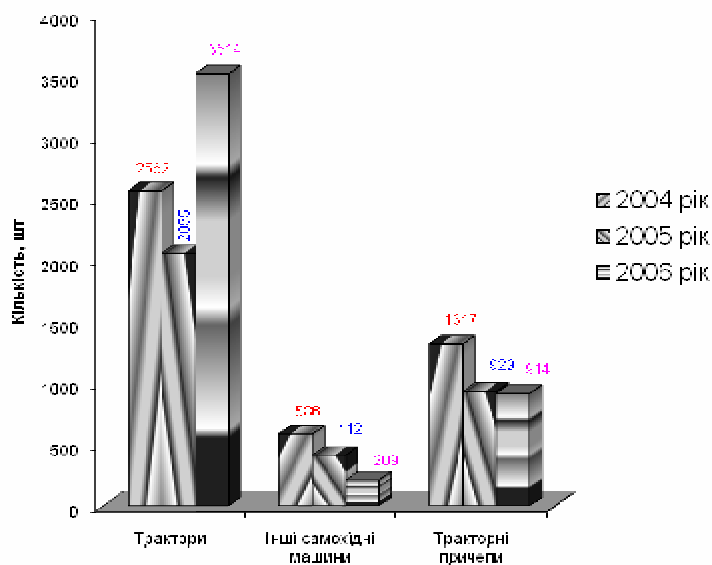


Рис. 4. Кількість машин в АПК, заборонених до експлуатації

Під час проведення перевірок виявлено ще багато транспортних засобів, які експлуатувалися з грубими порушеннями правил експлуатації, найрозповсюдженими з яких були технічні несправності та відсутність електростартерного запуску.

Тільки через відсутність або невідновлення електростартерного запуску протягом року в області заборонено експлуатацію 1817 тракторів та інших самохідних машин. Двічі це питання розглядалося на обласній комісії по забезпеченню безпеки життєдіяльності населення.

Основною причиною такого стану є низька надійність електростартерного запуску двигуна трактора через пусковий двигун. Адже ні сам пусковий двигун, ні його системи живлення та запалювання конструктивно не змінюються вже понад 30 років. Крім цього, вкрай ненадійним є механізм управління запуском двигуна з кабіни трактора через систему пов'язаних між собою важелів, які рухаються у взаємо перпендикулярних площинах. Щоб усунути відмову запуску пускового двигуна, відрегулювати механізм управління запуском, в більшості випадків необхідно демонтувати електростартер для отримання доступу до махови-

ка пускового двигуна. Після кількох таких процедур монтажу-демонтажу електростартера механізатор переводить пусковий двигун на ручний запуск, що і конструктивно передбачено. Ось чому на державний щорічний технічний огляд трактори, як правило, їх власниками представляються з електростартерним запуском, а при вибіркових перевірках та при нещасному випадку на тракторі його не виявляється.

За наслідками проходження річного державного технічного огляду 2006 року та з метою забезпечення дотримання машинокористувачами чинного законодавства щодо використання транспортних засобів і сплати відповідних податків і зборів обласною інспекцією Держтехнагляду було направлено матеріали в адміністративні і правоохоронні органи районів і області. Зокрема, в районні державні адміністрації направлено 18 інформаційних матеріалів, в податковій інспекції - 25, в районні прокуратури - 2.

За рахунок залучення працівників цих органів та великої роз'яснювальної роботи з боку працівників обласної інспекції в період з 1 липня по 31 грудня додатково пройшли технічні огляди власники більше 2000 машин, в переважній більшості, приватні власники. При аналізі списків фізичних осіб - власників техніки, які уникають проходження державного технічного огляду і сплати податку, виявилось, що більша половина власників такої техніки мають постійне місце праці, а трактор, самохідна машина не є джерелом основного заробітку і використовується в основному для обробки власних земельних ділянок.

У більшості районів пункти технічного обслуговування відсутні або не діють. Система планово-попереджувальних ремонтів МТП не діє, графіки проведення технічного обслуговування не складаються. Результати техогляду показали, що в багатьох господарствах немає належного контролю за обліком тракторів, інвентарні картки ведуться формально. Є випадки самовільної перестанови номерних знаків з трактора на трактор, експлуатації списаних і не знятих з обліку тракторів.

У 2006 році в інспекцію держтехнагляду Одеської області претензії користувачів нової та відремонтованої техніки не поступали. Нова сільськогосподарська техніка, така як культиватори, сівалки, плуги та оприскувачі реєстрації не підлягала і тому, як правило, господарствами, підприємствами, іншими власниками не ставилась на облік в інспекції держтехнагляду. Тому багато відмов такої техніки в гарантійний період не обліковується, а в окремих випадках, за домовленістю власників техніки і заводів-виготовлювачів, замовчується. В даний час в області проводиться відповідна роз'яснювальна робота серед машинокористувачів про доцільність проведення реєстрації такої техніки. Внаслідок цього вже протягом останніх двох місяців взято на облік близько 20 одиниць сільськогосподарської посівної і ґрунтообробної техніки.

Якщо до 2004 року в області більш-менш працювали 90 пунктів технічного обслуговування техніки та 43 пересувних засоби технічного обслуговування МТП, то у 2005 році їх залишилось близько 30, а в минулому році їх кількість ще зменшилася.

Перевірка дотримання стандартів, технічних умов та нормативно-технічної документації під час ремонту сільськогосподарських машин на підприємствах технічного сервісу теж являється одним із обов'язків Держтехнагляду. З 19 підприємств технічного сервісу, які існували в Одеській області на початку 2006 року, на сьогоднішній день лише 8 працюють, виконуючи окремі замовлення господарств агропромислового комплексу, а решта або суттєво змінили напрямок виробництва, або взагалі припинили існування як юридичні особи. В жодному, що раніше функціонували, спеціалізованих підприємств, не збережено технологію ремонту. Окремі замовлення виконуються в міру їх надходження з грубими порушеннями технології ремонту. Замовлення виконуються, як правило, за участю або в присутності представника замовника.

Держінспекція проводила також контроль за дотриманням правил транспортування і зберігання нафтопродуктів. Результати перевірки технічного стану нафтоскладів та їх обладнання в господарствах і організація АПК показують, що із перевірених 84 господарств і підприємств, що входять в агропромисловий комплекс, тільки 62 мають стаціонарні нафтосклади, з яких відповідало технічним вимогам тільки 58 нафтоскладів. В господарствах продовжують зберігати паливо в декількох малих резервуарах або в бочках та в іншій дрібній тарі і використовують дизельне паливо частіше всього не відстояним, що негативно впливає на паливну апаратуру двигунів. За результатами перевірок видано керівникам господарств та підприємств 4 акти–приписи, заборонено експлуатацію 4 нафтоскладів, внесено 4 представлення в адміністративні органи для вжиття відповідних заходів.

Держінспекція проводить щорічно атестацію механізаторських кадрів. Якщо у 2004 році було зареєстровано 68 навчальних груп, у 2005 році - 73 групи, то в минулому році їх стало 86, в яких навчалось 2869 учнів. Здали іспити і отримали посвідчення тракториста-машиніста 2754 чол. Крім того, було атестовано (переатестовано) 224 фізичних особи (працівників господарств, підприємств та інших власників техніки). Крім того, інспекція брала участь у роботі комісій з ліцензування 32 навчальних закладів, які здійснюють підготовку трактористів-машиністів.

Низький рівень фінансування учбових закладів, зношена та застаріла матеріально-технічна база, як наслідок, призводить до низького рівня підготовки механізаторських кадрів, з яких у сільському господарстві приживаються одиниці. Тому необхідно суттєво покращити фінансування цієї діяльності за рахунок скорочення малоефективних навчальних

закладів. Навчання механізаторських кадрів потрібно проводити під конкретне замовлення господарств, підприємств, організацій та фізичних осіб.

Слід відмітити, що в Одеській області експлуатується різноманітна зарубіжна техніка, для якої потрібно створювати сервісне технічне обслуговування. На полях окремих фермерів і крупних господарств працюють 8210 одиниць тракторів, в т.ч. 4920 штук МТЗ, 12 JON DEERE, 8 VOLVO, 3 CASE, по 2 CLAAS і MASSEY FERGSON, 3271 одиниця інших виробників. Із 3192 зернозбиральних комбайнів іноземного виробництва поки ще справно працюють 53 комбайни фірми FORTSCHRITT, 42 CLASS, 36 MASSEY FERGSON, 31 JON DEERE, 27 NEW HOLLAND, 24 CASE, 2979 комбайнів інших виробників.

Держінспекція проводить з щорічним збільшенням об'єму таку роботу, як облік техніки, як в господарствах, так і в фізичних осіб. Сьогодні фізичні особи мають 7668 тракторів, 993 самохідних сільськогосподарських машин, 2125 причепів, 584 самохідних дорожньо-будівельних, меліоративних та інших машин, 774 одиниці причіпних, навісних та інших машин та обладнання. Правда, ще тільки у 5309 фізичних осіб працюють колісні трактори, які є об'єктом оподаткування.

Протягом минулого року зареєстровано 5402 машини з видачею номерного знаку, в т.ч. 4527 тракторів і 875 причепів, але виявлено 1779 незареєстрованих машин, з них 900 тракторів та 879 причепів. За рік знято з обліку 1024 машини. Видано за рік 316 приписів та актів, складено 27 протоколів про адміністративні порушення, зроблено 84 просічки у талонах попереджень, підготовлено і передано 18 матеріалів в адміністративні органи та 2 матеріали в прокуратуру.

Якщо у 2004 році Держінспекція області, включаючи районні інспекції, мала 27 комп'ютерів і 24 автомобіля, то за 2 роки комп'ютерний парк збільшився до 30, а автомобільний - до 32 одиниць. Закуплено 2 комп'ютерні програми, всі інспекції забезпечені достатньою кількістю номерних знаків, посвідчень трактористів-машиністів та свідоцтв про реєстрацію. Тепер у кожному із 26 районів видаються ці документи, надруковані на принтері та заламіновані.

Недоліком в кадровому забезпеченні є наявність 7 працівників із 31 чол. без вищої освіти. Ротація інспекторів йде (2 чол. пішли на пенсію, а 3 чол. звільнені з роботи за виявлені порушення), але ж треба приймати в інспекцію випускників факультету механізації сільського господарства Одеського державного аграрного університету, що закінчили спеціалізацію «Державний технічний нагляд» (вже 52 чол.).

Молодих інженерів-інспекторів потрібно брати на постійну роботу в Держінспекцію, обов'язково залучати їх до проведення технічних оглядів розкиданої по фермерам і господарствам техніки. Потрібно скласти районні інспекційні бригади для проведення технічного огляду техніки з

видачею тимчасових посвідчень-членів комісії та матеріальним заохоченням інспекторів.

Щоб техніка була справною, менше було випадків травматизму механізаторів, більше була продуктивність техніки на полях, треба штати районних інспекцій довести до 3-4 чоловік працюючих.

Висновки

1. Досвід роботи інспекції держтехнагляду в Одеській області показує, що інспекція проводить різноманітну роботу, але в дуже напруженому режимі.

2. Потрібен закон про державний технічний нагляд, який змусить обов'язково всіх володарів техніки виконувати нагляд за її станом на законодавчому рівні та узаконити і розширити права та обов'язки державних інженерів-інспекторів.

3. Штати районних держінспекцій повинні бути розширені до 3-4 постійних працівників, щоб якісно і в повному обсязі виконувати всі вимоги державного технічного огляду сільськогосподарської техніки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Романенко С.М., Яковенко А.М. Про роботу інспекції державного технічного нагляду в Одеській області // *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. праць/ Одеський ДАУ.-Одеса: ОДАУ.-2005.-№ 28. - С. 3-9.*
2. Романенко С.М. *Звіт за роботу інспекції державного технічного нагляду Одеської області за 2006 рік. - Одеса, 2007. - 49 с.*

УДК 536.24; 537.528; 624.9

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОБКАТУВАННЯ КЛИНОВИМ РОЛИКОМ КАНАТНИХ БЛОКІВ ТА ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ

Б.І.Бутаков, доктор технічних наук, професор

Д.Д.Марченко, магістр

Миколаївський державний аграрний університет

Досліджено дифузію хімічних елементів поверхневого шару в процесі поверхневого деформування, дифузію хімічних елементів (хром, вуглець) досліджено за допомогою мікрохіманалізу на мікрохіманалізаторі „Suprprobe-733” та аналізу зміни мікротвердості зміцненого поверхневого шару. Розроблено спосіб і технологію обкатування роликами робочої поверхні канатних блоків з метою підвищення їх контактної міцності та впровадження у виробництво на ВАТ «МГЗ»

Зі зростанням інтенсивності роботи устаткування проблема підвищення опору контактному зминанню, контактній міцності, зносостійкості, які є найважливішими характеристиками, що визначають надійність і довговічність деталей машин і механізмів, стає усе більше актуальною. Продов-

ження строку експлуатації деталей найбільше економічно можна одержати за рахунок поліпшення властивостей їхнього поверхневого шару. Керування властивостями поверхні можна здійснювати за рахунок зміни структури металу поверхневого шару, а також його фізико-механічних властивостей.

Аналіз результатів дослідження мікротвердості показує, що при обкатуванні роликками сталей 40X і 45 простежується значне зниження мікротвердості в перехідній зоні між зміцненим шаром і вихідним металом [1, 2, 3].

Розподіл зміцнених хімічних елементів *Cr* і *C* було досліджено за допомогою мікрохіманалізатора фірми Джеол „Supreprobe – 733”. Установлено, що в перехідній зоні вміст *Cr* і *C* зменшився на 20 – 30 %, а в зміцненому шарі збільшився до 10–15 %. Варто вважати, що при поверхневому пластичному деформуванні істотним механізмом дифузії є градієнт щільності дислокацій.

Як об'єкт дослідження впливу обкатування роликками на контактну міцність були прийняті канатні блоки судоперевантажувачів, довговічність робочого профілю яких становила не більше 3 - 4-х місяців. Деформація всього робочого профілю блоку здійснювався клиновим роликом за одну установку деталі. При цьому широка частина клинового ролика була прийнята рівною ширині западини канатного блоку по його максимальному діаметру. Значна частина канатних блоків, що виготовляються в РМЦ ВАТ "МГЗ", мають радіус галтелей $R_r \sim 20 - 22$ мм. Глибина профілю $h_r \sim 55$ мм, половина кута α профілю канатного струмка $\sim 22,5^\circ$.

З метою одержання інтенсивної деформації бічних поверхонь профілю при реальних зусиллях обкатування (до 30,0 кН) припустимих металорізальним верстатів приймаємо r_p рівному 16 мм.

Тоді наведений радіус кривизни r_p' ролика й деталі в їхньому осьовому перерізі при обкатуванні галтелі (при $R_r \sim 22$ мм) буде дорівнювати 60 мм (рис. 1). При такому радіусі й діаметрі ролика D_p рівному 140 мм і твердості 160 *HV* сталі 35Л, з якої виготовляються канатні блоки, необхідне зусилля на роликку складе $\sim 20,0$ кН [4].

На підставі вихідних даних для проектування пристрою при обкатуванні канатних блоків виконано розрахунки геометричних параметрів клинового ролика: його кривизни, кривизни деталі, що обкатується, і нормального посилення в контакті ролика з деталлю у всіх крапках профілю останньої.

Конструкцію пристрою для обкатування канатних блоків показано на рис. 2. Клиновий ролик 1, що перебуває в контакті з деталлю 2, установлений на осі 3 за допомогою голчастого підшипника 4. Вісь 3 установлена в розточення важеля 5. Важіль 5 змонтований на кронштейні 6 з можливістю повороту навколо осі 7 на голчастих підшипниках 8 і упорних підшипниках 9 і 10. Вісь 3 прикріплена до важеля 5 планками 11 і 12. У розточенні важеля 5 установлена сферична шайба 13 і втулка 14, на яку

одягнена пружина 15. З верхнього торця пружини 15 вставлена втулка 16. У кронштейн 6 укручена тяга 17 і зафіксована штифтом 18. На верхній кінець тяги 17 нагвинчена гайка 19 з рукояткою 20. У тілі кронштейна 6 виконане розточення з різьбленням, у яку вкручений гвинт 21 з контргайкою 22. У різьбові розточення важеля 5 укручені римболти 23 і 24.

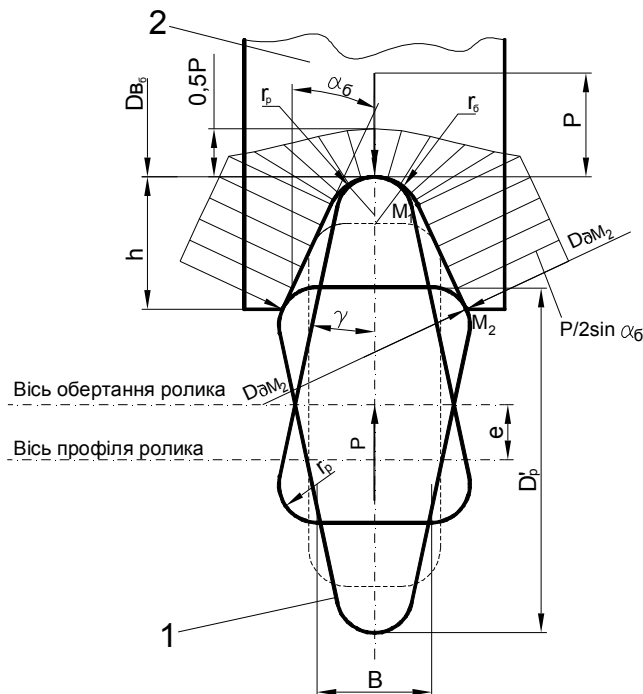


Рис. 1. Схема розрахунку параметрів процесу обкатування робочої поверхні канатного блоку клиновим роликом:

1 - ролик; 2 - оброблювана деталь

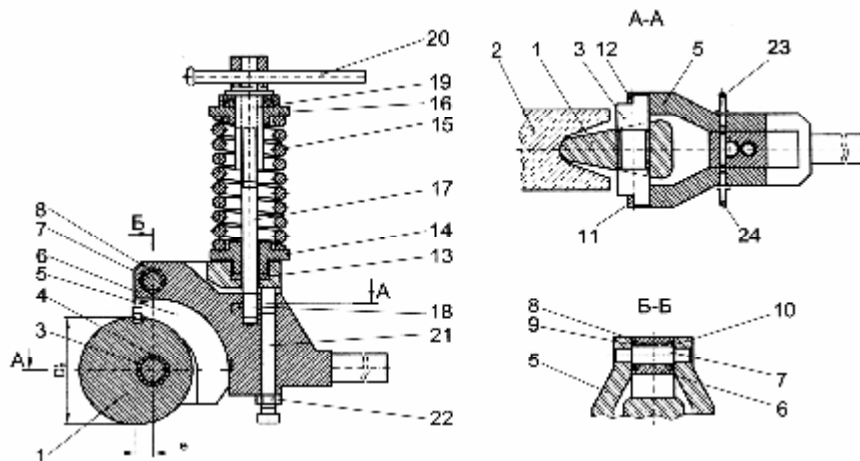


Рис. 2. Пристрій для обкатування канатних блоків клиновим роликом:
1 - ролик; 2 - обкатується деталь, що; 3, 7 - вісь; 4, 8, 9, 10 - підшипники; 5 - важіль; 6 - кронштейн; 11, 12 - планки; 13 - сферична шайба; 14 - втулка; 15 - пружина; 16 - втулка; 17 - тяга; 18 - штифт; 19, 22 - гайка; 20 - рукоятка; 21 - гвинт; 23, 24 - римболти

Пристрій працює в такий спосіб. Канатний блок 2 установлюють розточеним отвором на оправлення, вставлене в центральний отвір планшайби карусельного верстата, закріплюють до планшайби по торці маточини фіксуючою гайкою й планками із гвинтами.

Пристосування квадратним кінцем кронштейна 6 закріплюють у різцедержателі бічного супорта верстата. Переміщенням супорта верстата ролик 1 уводять у струмок канатного блоку таким чином, щоб ролик перебував посередині осі 3, а своєю вузькою частиною робочого профілю торкнувся западини профілю деталі. Після цього бічний супорт верстата закріплюють на напрямних. Обертанням гайки 19 за допомогою рукоятки 20 стискають пружину на необхідну величину. При стиску пружини на 1 мм зусилля на ролик становить 0,38 кН.

Для передачі зусилля з ролика на деталь, що обкатується, обертанням гвинта 21 установлюють зазор між його торцем і поверхнею важеля 5 величиною 2 - 3 мм. Поверхню деталі, що обкатується, змазують машинним маслом і включають обертання деталі зі швидкістю 40-50 м/хв.

При обертанні деталі й ролика робочі поверхні ролика залишають на поверхні деталі, що обкатується, два синусоїдальні сліди, які в міру обертання деталі й ролика поступово зміщуються в круговому напрямку, поки вся поверхня струмка не виявиться деформованою. При цьому наявність ексцентриситету (e) на ролик дозволяє звести до мінімуму (≤ 2 мм) переміщення осі ролика 1 разом з важелем 5 щодо кронштейна 6.

Зусилля на ролик коливається в межах $\pm 5\%$, тому що важіль 5 легко повертається навколо осі 7; сили тертя в підшипниках кочення 8, 9, 10 невеликі. Цим забезпечується рівномірна деформація поверхневого шару струмка блоку. Після цього обертанням гвинта 21 повертають важіль 5, щоб виключити контакт ролика 1 з деталлю 2, а потім виключають обертання деталі й переміщенням бічного супорта виводять ролик зі струмка.

Випробування обкатаних блоків на зминання їх канатами проводилося на судоперевантажувачах ВАТ „МГЗ”. Блоки діаметром 800 мм зі сталей 25Л і 35Л встановлювалися парами (один обкатаний, інший – не обкатаний) по 8 блоків.

Випробування проводилось 8 місяців. Ефекту зміцнення ППД не виявлено. Аналіз процесу зносу блоків накатуванням показав, що в процесі зносу канатні гартовані дротики квадратного перерізу здійснюють зріз мікростружки на поверхні блоку. З теорії різання відомо, що наклепаний метал зрізується легше, ніж не наклепаний, так як на усадку попередньо наклепаної стружки робота не витрачається. Для усунення зрізу стружки сталь 35Л замінена на сталь 45Л і було виконане об'ємне гартування блоку в маслі до твердості HV 400. Обкатування роликом підвищило твердість HV ще на 15-20 %. Таким чином, довговічність блоків була підвищена у 3-4 рази. Відповідно підвищилась і довговічність канатів, так як був усунений перегиб дротиків канату на нерівностях зношеного блоку. Впровад-

ження технології зміцнення канатних блоків у виробництво дало економічний ефект більш 50 тис. грн. у рік.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бутаков Б.И. Основные принципы технологии импульсного и малоскоростного воздействия на структуру и свойства металлов и сплавов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, - К., 1992. – 533 с.
2. Бутаков Б.И., Марченко Д.Д. Дослідження ступеня зміцнення та дифузії хімічних елементів в поверхневому шарі в процесі поверхневого деформування // Матеріали Міжнародної студентської науково-практичної конференції «Перспективна техніка і технології – 2006». - Миколаїв. – С. 113-116.
3. Бутаков Б.И., Пастушенко С.И., Артюх В.А., Марченко Д.Д. Упрочнение деталей с помощью ППД с целью повышения их контактной прочности и износостойкости // Вісник Полтавської державної аграрної академії. - 2006. - № 4. - С. 28-30.
4. Бабей Ю.И., Бутаков Б.И., Сысоев В.Г. Поверхностное упрочнение металлов. - К.: Наукова думка, 1995. - 256 с.

УДК 621.43.004.07.001.47

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ МОЕЧНОЙ МАШИНЫ

В.Г.Андруш, старший преподаватель

С.И.Шунько, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет

Проведено аналіз енергозберігаючої технології підігріву мийного розчину. Запропоновано нову схему мийної установки дозволить значною мірою зменшити енерговитрати

Важной завершающей операцией при капитальном ремонте ДВС является обкатка.

Обкатка двигателей происходит на электротормозных стендах с режимами холодного этапа, горячего этапа без нагрузки и под нагрузкой. Но недостатком такой технологии является низкий КПД, который в двигательном и генераторном режимах находится в пределах 30-80 % и значительные потери энергии в регулировочных реостатах, которые необходимо охлаждать. Поэтому использование тепла от обкаточно-тормозных стендов на производственные нужды даст значительный дополнительный экономический эффект.

Настоящая работа позволяет использовать энергосберегающую технологию подогрева моющего раствора от обкаточно-тормозных стендов.

Основным научным результатом является определение количества энергии, выделяемой в жидкостных реостатах, разработка новых схем ис-

пользования тепла от обкаточно-тормозных стендов и создание на их основе моечной установки. А разработанная моечная установка использует тепло от обкаточно-тормозных стендов для предварительного подогрева моющего раствора.

Изменяя сопротивление жидкостных реостатов, регулируем число оборотов электрической асинхронной машины и соединенного с ним обкатываемого двигателя. Анализируя количество тепла, выделяемого жидкостными реостатами, учитываем, что оно напрямую зависит от силы тока в фазном роторе электродвигателя. Количество тепла, выделяемое регулирующими жидкостными реостатами в режиме холодной и горячей обкатки, определяется силой тока и сопротивлением жидкостных реостатов. Из полученных данных следует, что средний ток в роторе, а значит и количество тепла, значительно увеличиваются на режимах горячей обкатки под нагрузкой и достигает наибольшего значения на режимах горячей обкатки под нагрузкой.

Рассмотрены различные способы нагрева. Комбинированная схема установки имеет как преимущества (идет непосредственный нагрев раствора), так и ряд недостатков (в бак с реостатами попадают загрязнения и масла, происходит изменение концентрации моющего раствора в процессе очистки деталей, возможна гальваническая связь через раствор).

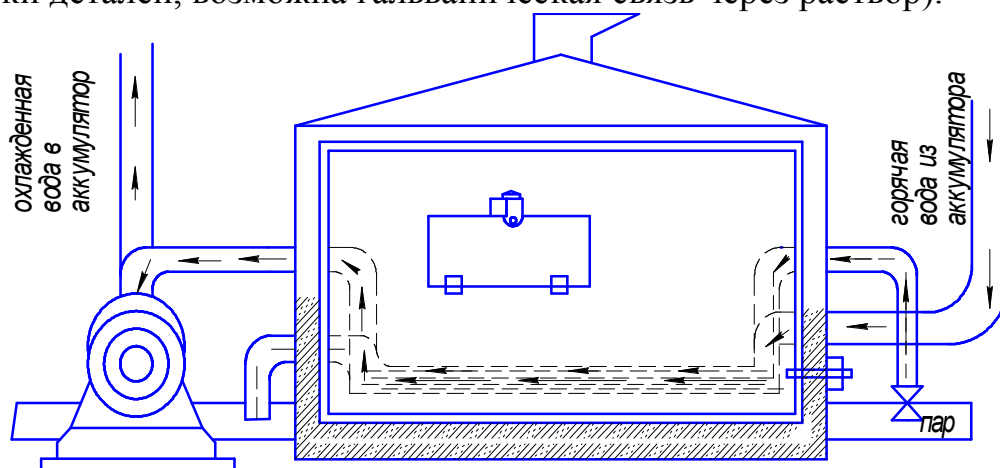


Рис.1 Экспериментальная моечная установка

Исследование возможности использования общей ванны для нагрузочных реостатов обкаточных стендов показало, что изменение глубины погружения пары электродов аналогично изменению режима обкатки. Однако прямой нагрев раствора проводить не желательно, т.к. резко увеличивается корродирование пластин реостатов из-за повышения концентрации электролита.

Нагрев моющего раствора осуществляется через змеевики. Подогрев производится на экспериментальной установке. Для подогрева моющего раствора используют тепло, полученное в аккумуляторе от обкатываемых двигателей, за счет этого температура увеличивается в течение рабочей смены.

По результатам исследований можно сделать выводы:

- в процессе обкатки ДВС на обкаточно-тормозных стендах в жидкостных реостатах выделяется от 7,5 до 15,6 кВт·ч энергии при обкатке каждого двигателя;
- выделяемая энергия может быть использована для подогрева моевого раствора;
- для использования выделяемого тепла разработана схема моечной установки;
- изготовлена и отлажена экспериментальная моечная установка, в которой используется выделяемая при обкатке двигателей тепловая энергия. Предварительная температура воды достигает до 45°C, а окончательный нагрев производится паром.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дробышев Ю.В. *Повышение эффективности асинхронного вентильного каскада обкаточно-испытательного стенда. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Минск, 1987.*
2. Карташевич А.Н., Мажутин Е.И. *Интенсивная очистка жидкостей и газов в технических системах. - Минск: Красико-Принт, 2002.*

УДК 621.763

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОКИЛЕЙ ДЛЯ ОТЛИВОК ПЛОСКИХ ТЕЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

*Г.Г.Сердюк, доктор технических наук, професор
Институт проблем материаловедения НАН Украины*

С.А.Осипов, инженер

Одесский национальный политехнический университет

*Розглянуто підхід до реалізації нової технології виготовлення
кокілів для виливків плоских тіл із застосуванням методів і засобів
порошкової металургії*

Известны устройства металлических кокилей, собираемых из отдельных нормализованных элементов, которые выполняют из профилированных или литых материалов в виде пластин, проволочных игл, пирамид, тетраэдров, стержней и т.п. [1].

Недостатками этих кокилей являются: низкая точность полученных отливок, высокая стоимость, обусловленная применением профилированных или литых материалов и непроизводительный расход металла в стружку при механической обработке, сложная сборка, требующая инди-

видуального крепления нормализованных элементов между собой и с корпусами полуформ.

Цель работы. Для повышения точности и удобства сборки и разборки, а также газопроницаемости, ремонтпригодности и снижения трудоемкости изготовления разработать кокиль, состоящий из нормализованных элементов с термостойким покрытием (рис. 1, 2) [2, 3].

Методы и результаты исследований. Поставленная цель достигнута тем, что все нормализованные элементы полуформ выполнены с пазами (при прессовании элементов), расположенными на сопрягаемых гранях элементов перпендикулярными друг другу в каждой из полуформ и образующими при сочленении элементов отверстия, сквозь которые элементы соединены вставными стержнями по форме отверстий. Причем элементы, расположенные по периметрам полуформ, выполнены разъемными и образующими каркас и литейную полость кокиля.

Точность и удобство сборки и разборки обеспечивается соединением нормализованных элементов кокиля легкоъемными стержнями, которые могут использоваться многократно даже при неоднократной замене элементов, образующих форму кокиля. В данном случае соединительные стержни имеют квадратное сечение, хотя возможно использование других профилей. Соединительные стержни, кроме нормализованных элементов кокиля и элементов, расположенных по периметрам полуформ, не контактируют с другими материалами, используемыми при эксплуатации кокиля.

Газопроницаемость кокиля повышается потому, что нормализованные элементы, образующие полуформы, заключаются не в корпус, а в каркас, образуемый разъемными элементами, расположенными по периметру полуформ. Благодаря этому также повышается ремонтпригодность кокиля, снижается трудоемкость изготовления и операций сборки и разборки.

Полуформы представленного кокиля 1 выполнены из отдельных нормализованных элементов 2 с термостойким покрытием 13 [4, 5, 6] и элементов 3, расположенных по периметру полуформ, выполненных разъемными и образующими каркас и литейную полость кокиля. Элементы 2 и 3 выполнены с пазами 4, расположенными на гранях стыкующихся при сборке элементов и образующих отверстия 5, сквозь которые элементы соединяются вставными стержнями 6.

Конические штифты 7 обеспечивают точность установки полуформ (одна относительно другой). Направляющая 8 толкателя 9 крепится при помощи болтов к каркасу кокиля. Литниковая чаша 10, выполненная из двух половин, также крепится к каркасу.

Резьбовые отверстия 11 предназначены для закрепления кокиля на кокильном станке (машине). Каркас кокиля соединяется с помощью болтов 12.

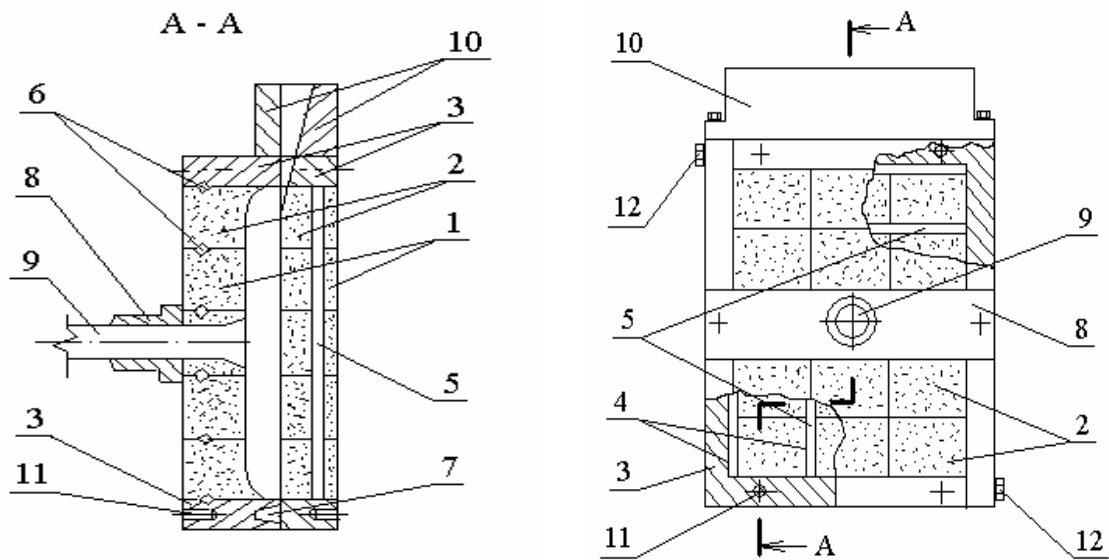


Рис. 1. Кокиль для отливок плоских тел

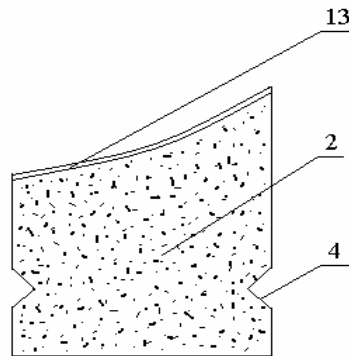


Рис. 2. Элемент кокиля с плазменным термостойким покрытием и пазами

Кокиль собирается следующим образом. Для сборки полуформ 1, элементы 2 устанавливаются на горизонтальную плоскость, в соответствии с формой литейной полости, и к ним присоединяются элементы 3 таким образом, что пазы 4 на гранях элементов при соединении образуют отверстия 5 между элементами 2 – 2 и 2 – 3, в которые вставляют стержни 6, обеспечивающие замковое соединение элементов и фиксацию относительно смещения элементов в направлении литейной полости (разъема полуформ). Перемещение элементов в перпендикулярном направлении ограничено каркасом, образуемым элементами 3, которые стягиваются и фиксируются болтами 12. К собранным полуформам присоединяют половины литниковой чаши 10 и к одной из них направляющую 8 с толкателем 9. Полуформы одна относительно другой центруются коническими штифтами 7, после чего посредством резьбовых отверстий 11 закрепляются на кокильном станке.

В собранный и подготовленный кокиль заливают расплав и выдерживают до его затвердевания. Приводом перемещения (не показан) осуществляют разборку кокиля и извлечение отливки с помощью толкателя 9.

Простота производства нормализованных элементов кокиля с пазами путем двустороннего прессования, надежность соединения элементов вставными стержнями позволяет изготовить кокиль для получения отливок плоских тел, без корпуса (с каркасом), что повышает точность и удобство сборки и разборки, газопроницаемость, ремонтпригодность и снижает трудоемкость изготовления кокиля.

Для создания на рабочей поверхности нормализованного элемента кокиля из железного порошка, термостойкого и коррозионностойкого покрытия за счет применения плазменного напыления, а также обеспечения высокой адгезии между основой и покрытием, производится холодное прессование указанного порошка, подпрессовка порошка инфильтрующего сплава (противоположная сторона от рабочей поверхности) и затем непосредственно после прессования рабочую поверхность подвергают плазменному напылению порошком заданного покрытия [6, 9].

После этого производят нагрев прессовок для одновременного спекания и инфильтрации до температуры 1473 – 1503 К и выдерживают при этой температуре в электропечи примерно 30 мин. Это обеспечивает высокую прочность сцепления покрытия с основой за счет полной реализации диффузионных процессов, после чего охлаждают.

Принятие верхнего предела указанной температуры вызвано следующими причинами. Установлено, что чем выше температура нагрева, тем с большей скоростью осуществляются процессы диффузии, определяющие жидкофазное спекание и адгезию между порошковой матрицей и напыленным слоем. При температурах выше 0,8 температуры плавления основного материала, спекаемых прессовок, наблюдается их осадка, потеря размерной геометрии. Поэтому верхний предел для железных прессовок выбран равным 1503 К. Нижний температурный предел выбран равным 1473 К, так как ниже этой температуры диффузионные процессы, происходящие при спекании и инфильтрации, резко замедляются.

В предлагаемом материале прочность сцепления напыленного поверхностного слоя с металлокерамической матрицей (адгезия) очень высокая, ввиду того, что плазменное напыление производится на поверхность с многочисленными микроуглублениями – устьями пор между точками контактов частиц порошка, остающимися после прессования и заполняющимися в процессе инфильтрации жидкой фазой, а также имеют место чрезвычайно интенсивные диффузионные процессы в местах многочисленных поверхностных микродефектов, залечивающие их в течение последующего нагрева и выдержки. Среди указанных причин именно осуществление инфильтрации в процессе спекания, подающей жидкую фазу в зону формирования границы напыленный слой-матрица, существенно увеличивает ад-

гезию, при этом она в несколько раз больше, чем между обычной беспористой сплошной (сталь, чугун) основой и покрытием, что соответственно повышает работоспособность покрытий и обеспечивает более полную реализацию их защитных свойств.

В качестве примера приводится способ получения спеченного нормализованного элемента для кокиля с термостойким покрытием. Из железного порошка марки ПЖЗС и порошка эвтектического состава массовый процент: Fe 96,2; В 3,8 при давлении 450 МПа были получены двухслойные прессовки (железная матрица и эвтектический пропитывающий сплав) размерами 30 x 30 x 20 мм с пористостью 15 %. На рабочую поверхность прессовок, сформированную из железного порошка, был нанесен плазменный слой толщиной 0,4 мм порошка ПН70Х30 с помощью плазменной установки УМП – 5 – 68 имеющей скорость дуги 180 м/с, при этом расстояние от напыляемой поверхности до сопла плазменной горелки принималось равным 100 мм [6, 10].

Последующее спекание материала проведено в электропечи в атмосфере аргона. Нагрев проводился до температуры 1473 – 1503 К и выдержка при этой температуре в течении 30 мин, а затем охлаждение. При этом прочность сцепления напыленного слоя с основой (адгезия) при испытании на срез оказалась равной 198 МПа против 12,3 МПа, полученной при плазменном напылении по обычной технологии на углеродистую сталь [11].

Выводы

На основании проведенных исследований:

- подобраны режимы плазменного напыления;
- определена величина сил сцепления (адгезия) между напыленным термостойким слоем и основой (матрицей).

Производственные испытания показали высокую стойкость кокилей собранных из нормализованных элементов с плазменным термостойким покрытием и инфильтрацией материалом, нанесенным поверх термостойкого покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Литье в кокиль* / С.Л. Бураков, А.И. Вейник, Н.П. Дубинин и др. Под ред. А.И. Вейника. – М.: Машиностроение, 1980.
2. Осипов С.А., Балан В.П., Машков А.К., Новиков В.В., Селиванов Ю.А. К вопросу о кокиле для получения отливок плоских тел. – В кн.: Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции «Пути повышения качества и экономичности литейных процессов». – Одесса, 1988.
3. А.с. 1227325 СССР. Кокиль для получения отливок типа тел вращения / В.В. Черниенко, А.К. Машков, И.К. Кипер, А.Н. Подкорытов, С.А. Осипов, С.В. Мироненко, Т.А. Очеретянко, Ю.А. Селиванов // *Открытия. Изобретения.* – 1986. – № 16.
4. *Плазменное напыление кокилей.* / В.В. Райцес, М.М. Джонс, В.П. Рудберг и др. – *Литейное производство.* – 1974. - № 3.

5. Хасуй А. Техника напыления / Пер. с японского. – М.: Машиностроение, 1975.
6. А.с. 1406928 СССР. Способ изготовления изделий из порошков с покрытием / А.К. Машков, С.А. Осипов, Ю.В. Вознюк // Открытия. Изобретения. – 1988.
7. Новиков В.В., Машков А.К., Сердюк Г.Г., Ташлык Б.Н., Осипов С.А. Влияние физических свойств, структурных параметров основы и покрытия на прочность их сцепления. – В кн.: Новые порошковые материалы и технологии в машиностроении: Сб. науч.тр. – Киев: ИПМ АН УССР, 1988.
8. Осипов С.А., Машков А.К. Технологические основы получения постоянных литейных форм // Тезисы докладов 11 республиканской научно-технической конференции «Пути повышения качества и экономичности литейных процессов». – Одесса, 1990.
9. Машков А.К., Синьковский А.С., Кипер Н.К., Осипов С.А. Поверхностное упрочнение спеченных изделий плазменным напылением прессонок. - В кн.: Порошковая металлургия и металловедение материалов специального назначения: Межвузовский сборник. – Куйбышев: КуАИ, 1986.
10. А.с. 1440064 СССР. Сплав для пропитки формообразующих стальных блоков игольчатых кокилей / В.В. Черниенко, А.К. Машков, П.И. Гранкин, С.А.Осипов // Открытия. Изобретения. – 1988.
11. Машков А.К., Осипов С.А. Поверхностная пропитка спеченных изделий из напыленного слоя при высокочастотном нагреве. - В кн.: Порошковая металлургия и металловедение материалов специального назначения: Межвузовский сборник. – Куйбышев: КуАИ, 1986.

УДК 621.665.6-62-752

СОЗДАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ С.-Х. ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ РЕМОНТНО- ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

В.В.Мирутко, кандидат технических наук, доцент
Л.Е.Сергеев, кандидат технических наук, доцент
В.Е.Бабич, аспирант
 Белорусский государственный аграрный технический университет

Представлено особливості операцій очищення і миття при використуванні типових технологій. Розроблений проект експериментального поста миття сільськогосподарської техніки дозволяє підвищити продуктивність мийно-очисних робіт, скоротити споживання водопровідної води, зменшити витрату електроенергії і технічних мийючих засобів

Создание ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий очистки сельскохозяйственной техники является важной и актуальной задачей ремонтно-обслуживающего производства, учитывая ее большое

влияние на качество последующих работ: предремонтное диагностирование, дефектация, ремонт сборочных единиц и восстановление деталей, сборка, окраска и консервация. Установлено, что некачественная очистка объектов при ремонте снижает их ресурс на 20...30 %.

Операции очистки и мойки при использовании типовых технологий приводят к большим расходам воды, топлива, электроэнергии, технических моющих средств, трудовых ресурсов и образованию сильнозагрязненных вредными веществами (нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, фосфаты, каустическая и кальцинированная сода и др.) стоков, крайне отрицательно влияющих на окружающую среду. Поселковые и городские станции биологической очистки не принимают эти стоки на регенерацию вследствие отсутствия эффективных средств для удаления указанных выше вредных веществ. Экологическая проблема усугубляется также отсутствием на многих предприятиях эффективных технологий очистки, моечных машин и очистных сооружений.

В настоящее время на предприятиях райагросервиса особо остро стоит вопрос очистки ремонтируемых агрегатов, узлов и деталей. Например, предлагаемый типовой вариант использования камерной моечной машины ОМ-1366Г-01 с объёмом бака с моющим раствором в 3,25 м³ с необходимостью его нагрева до температур 70-80 °С термоэлектронагревателями, для очистки в смену в среднем 1-2 агрегатов, является малоэффективным. Это обусловлено большой длительностью разогрева (2...3 часа), значительным расходом технических моющих средств и некачественной очисткой, требующей ручной обработки. Кроме того, на предприятиях, как правило, отсутствуют оборотные и бессточные системы водоснабжения на постах мойки, имеет место децентрализация проводимых моечных работ. На многих предприятиях райагросервиса недостаточно эффективно используется существующая производственная база в виде поста наружной очистки машин и очистных сооружений. Недостаточно задействованы в технологическом процессе мойки изделий экономичные высоконапорные моечные аппараты.

Наиболее эффективное и рациональное решение рассматриваемой проблемы возможно только при комплексном и системном подходе к проблеме с последовательным и поэтапным внедрением следующих разработок:

- ресурсосберегающая технология очистки сельскохозяйственной техники;
- экономичная и экологически безопасная технология регенерации стоков на постах мойки с.-х. техники;
- ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии удаления и утилизации отходов очистки;
- эффективная и рациональная организация выполнения моечно-очистных работ.

Внедрение ресурсосберегающей технологии очистки машин, сборочных единиц и деталей с использованием высоконапорных универсальных моечных аппаратов с быстрым нагревом воды, дозированием технических моющих средств, использованием специальных многофункциональных приспособлений и экономичных самовсасывающих установок, работающих на оборотной воде, позволяет в отличие от заводских и типовых технологий значительно сократить число применяемых моечных машин, потребление водопроводной воды, моющих средств, топлива, электроэнергии и выходить на оптимальный режим работы в течение нескольких минут.

Внедрение экономичной и экологически безопасной технологии регенерации стоков на постах мойки с.-х. техники с созданием локальной и централизованной системы оборотного и бессточного водоснабжения без сброса стоков в канализацию обеспечивает сокращение потребления водопроводной воды на 80...90 %, исключает плату за услуги водоснабжения и водоотведения, штраф за ущерб, наносимый окружающей среде при сбросе недостаточно очищенных стоков.

Эффективная и рациональная организация выполнения моечно-очистных работ обеспечивается применением эффективных новых проектных решений и модернизацией существующих на предприятиях постов наружной мойки с.-х. техники. На их производственной базе можно создать эффективные универсальные участки мойки машин, агрегатов, узлов и деталей с обустройством открытых моечных площадок и эстакад с локальными и централизованными системами оборотного и бессточного водоснабжения. Планировочное решение такого участка представлено для условий УП «Логойская МТС».

Для коллективных хозяйств АПК БГАТУ совместно с МХА "Миноблагростройматериалы" разработан проект поста мойки с.-х. техники с системой оборотного водоснабжения № 18.2004г.

Предлагаемый проект экспериментального поста мойки сельскохозяйственной техники в отличие от типовых вариантов (816-2-1, 816-2-10.84., 902-2-221 и др.) отличается экономичностью и лучшей приспособленностью к условиям эксплуатации сельскохозяйственной техники в хозяйствах Республики Беларусь. Проектируемый пост выполняется в виде открытой моечной площадки с эстакадой и предназначен для строительства в отделениях, бригадах и на центральных усадьбах колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий. В последнем варианте пост также может являться для крупных хозяйств и предприятий первой стадией поэтапного строительства моечного комплекса в блоке с центральной ремонтной мастерской или мастерской общего назначения. Пост мойки оборудуется высокопроизводительным моечным оборудованием и эффективной системой оборотного водоснабжения с комплексным решением вопросов, связанных с защитой окружающей среды. При этом в проекте одновременно решают-

ся следующие задачи: обеспечивается высокая производительность выполнения моечно-очистных работ, быстрый выход на оптимальный режим работы, очистка не только наружная, но и очистка сборочных единиц и деталей, создание оборотных и бессточных систем водоснабжения, удаление и утилизация отходов очистки.

Реализация разработок в отличие от типовых проектных решений повышает производительность моечно-очистных работ в 1,5 – 2 раза и сокращает на 85 – 90 % потребление водопроводной воды, в 2 и более раз уменьшает расход электроэнергии и технических моющих средств. Основными преимуществами разработки являются простота, технологичность и возможность их реализации в условиях хозяйств РБ. Годовой экономический эффект от внедрения за счет только экономии воды, услуг водоснабжения и моющих средств составляет около 10 млн. руб. на одно хозяйство с машинно-тракторным парком в 50 тракторов, а с учетом устранения ущерба наносимого окружающей среде около 90 млн. руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Организация ремонтно-обслуживающего производства и проектирование предприятий технического сервиса АПК: Учеб.пособие/Под общ. ред. В.П.Миклуша.-Мн.: Ураджай, 2001.*
2. *Варнаков В.В. и др. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения / В.В. Варнаков, В.С. Стрельцов, В.Н. Попов и др. – М.: Колос, 2000.*

УДК 744.62(07)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ КОМПАС–3D

Ю.Ф.Авлукова, старший преподаватель

А.А.Кувшинов, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет

Створена структурно-функціональна ієрархічна модель редуктора. Автоматизовано конструювання типового вузла з використанням бази конструктивних елементів низьких рівнів ієрархії. Робота виконувалася засобами тривимірного параметричного середовища Компас 3D, може бути використаний в умовах виробництва

Технологический уровень всех отраслей народного хозяйства в значительной мере зависит и определяется уровнем развития машиностроения. На основе развития машиностроения осуществляется комплексная механизация и автоматизация производственных процессов в сельском хозяйстве.

Особое место в совершенствовании технологий производства занимает автоматизация конструкторских расчетно-графических работ. На сего-

дняшний день произошёл значительный рост использования программного обеспечения в области конструкторского, компьютерного моделирования.

В качестве объекта проектирования был рассмотрен узел, достаточно часто используемый в машиностроении – редуктор. Была разработана методика моделирования сборочной единицы и входящих в нее деталей из типовых элементов с использованием функции параметризации, позволяющей варьировать размерами и формой создаваемой конструкции.

Анализ имеющихся типовых конструкций позволил произвести структурную декомпозицию и выделить соподчиненные функциональные группы (подсборки), детали и конструктивные элементы.

Состав сборки задается внесением в нее новых компонентов или удалением уже существующих. Модели компонентов записаны в отдельных файлах на диске. В файле сборки хранятся ссылки на эти компоненты. В процессе создания указывается взаимное положение компонентов сборки, задаются параметрические связи между их формообразующими элементами. В КОМПАС-3D существует два способа включения компонентов в сборку:

1. Добавление уже готовых (созданных заранее и хранящихся на диске) компонентов. Этот способ применяется при проектировании сборки "снизу вверх". Разновидностью этого способа является добавление в сборку стандартных изделий и моделей из библиотеки.

2. Создание компонентов в контексте сборки или создание компонентов "на месте". Этот способ применяется при проектировании сборки "сверху вниз".

Были произведены необходимые инженерные расчеты и выполнены трехмерные модели оригинальных деталей, входящих в состав типовой модели редуктора. Для моделирования отдельных деталей с целью последующей сборки узла определено их взаимное положение и топология изделия в целом, выявлены размеры сопряженных элементов. Пример трехмерной модели редуктора, выполненного по технологии "снизу вверх" представлен на рис. 1.

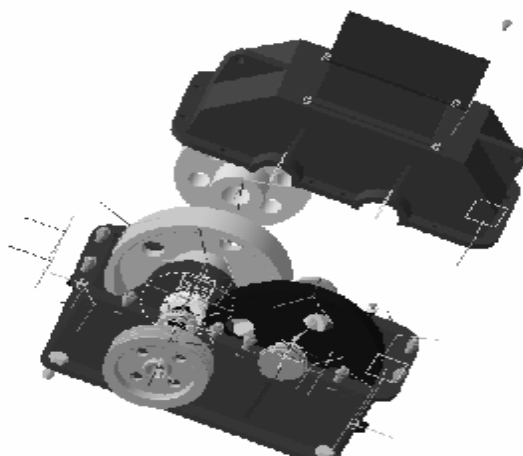


Рис.1. Трехмерная модель редуктора

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1969.
2. Добровольский В.А. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1992.
3. Компас-График V8-3D для Windows. Практическое руководство, ч. 1. - АО АСКОН, 2005.
4. Компас-График V8-3D для Windows. Практическое руководство, ч. 2. - АО АСКОН, 2005.
5. Компас-График V8-3D для Windows. Руководство пользователя, ч. 1. - АО АСКОН, 2005.
6. Компас-График V8-3D для Windows. Руководство пользователя, ч. 2. - АО АСКОН, 2005.
7. Компас 3D для Windows. Руководство пользователя. - АО АСКОН, 2000.
8. Приложения Компас V8-3D для Windows. Руководство пользователя. - АО АСКОН, 2005.
9. Сборочный чертеж и САПР. Методическое пособие по курсу «Начертательная геометрия и черчение» для студентов машиностроительных специальностей, под ред. Л.С.Шабеки. – Минск: Белорусский политехнический институт, 1989.

УДК 661.94:664

ОЗОНОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЕМКОСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Т.П.Троцкая, доктор технических наук, доцент

А.Б.Торган, аспирант

Белорусский государственный аграрный технический университет

Проведено аналіз існуючих методів знезараження устаткування місткості на підприємствах харчової промисловості. Запропоновано нову технологія знезараження виробничого устаткування місткості методом озонування. Дана технологія економічна, екологічна і енерго-ресурсозберігаюча

Продукты занимают значительное место в пищевом рационе человека. Микробное заражение сырья приводит к порче готового продукта. Еще большую опасность, чем порча продуктов, представляет возможность инфицирования пищевого сырья во время переработки и последующего попадания в готовые пищевые продукты промышленного производства токсичных микроорганизмов. Патогенные микроорганизмы включают разнообразную по свойствам микрофлору — от сравнительно безвредных до вызывающих опасные для жизни инфекционные заболевания. Поэтому качество обработки производственных емкостей и технологического оборудо-

вания, которые служат источником обсеменения сырья патогенной микрофлорой, оказывает существенное влияние на микробиологические показатели при его переработке.

Активная мера борьбы с микроорганизмами - дезинфекция. Эффективность дезинфекции обуславливается не только бактерицидными свойствами непосредственно самого дезинфектанта, но и качеством предварительной мойки оборудования.

По виду действующего агента методы дезинфекции делят на: физические, химические и биологические. К физическим методам дезинфекции относят действие повышенных температур (прогревание, обработка оборудования паром), облучение и т.д. Самым распространенным методом уничтожения микроорганизмов является стерилизация влажным паром под давлением, однако этот метод имеет свои недостатки: устойчивость к высокой температуре спор бактерий и высокая стоимость. Для увеличения эффективности и снижения стоимости данный метод применяют в сочетании с химическими препаратами. Недостатком данного способа является необходимость нейтрализации остатков формалина аммиаком и дополнительный расход воды на ополаскивание.

К химическим методам уничтожения вредящей микрофлоры относят применение различных антимикробных дезинфицирующих веществ. Растворы дезинфектантов, используемые повсеместно для обработки оборудования, также имеют недостатки: бактерицидный эффект проявляется только на поверхностях, непосредственно соприкасающихся с раствором, также требуется дополнительная очистка сточных вод от различного рода химических соединений, таких как ПАВ, соединения хлора и др.

Таким образом, требуется разработка нового способа стерилизации труднодоступного производственного оборудования и емкостей на предприятиях пищевой промышленности, обеспечивающего высокую эффективность при низких энергетических и материальных затратах. В этой связи выбор пал на озон, получаемый на основе электротехнологии.

Озон - нестабильное соединение и даже при комнатной температуре в чистом и сухом воздухе медленно разлагается на молекулярный кислород. Разложение озона ускоряется с повышением температуры. Уникальные природные свойства сделали озон одним из прогрессивных и востребованных в методе обеспечения санитарного благополучия на предприятиях пищевой промышленности.

На основании имеющейся информации в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» были проведены лабораторные исследования, а также бактерицидная активность озона была доказана и в производственных условиях ОАО «Дрожжевой комбинат».

Объектами исследования являлись музейные штаммы различных тест-культур, а также микроорганизмы, выделенные с объектов внешней среды и оборудования ОАО «Дрожжевой комбинат».

Результаты лабораторных исследований показали, что:

1) снижение количества жизнеспособных бактериальных клеток имеет обратно экспоненциальную зависимость от продолжительности воздействия озона;

2) отмирание бактериальных клеток при обработке озоном концентрацией от 30 мг/м^3 на начальном этапе происходит резко, последний этап характеризуется медленным снижением числа жизнеспособных клеток, что можно объяснить большей устойчивостью оставшихся бактерий к озону;

3) эффективность обеззараживания зависит от начальной микробиологической загрязненности объекта обеззараживания: чем выше загрязненность, тем более продолжительное время необходимо для достижения наилучшего результата [1].

Бактерицидная активность озона была доказана и в производственных условиях на ОАО «Дрожжевой комбинат». По проведенным исследованиям установили, что распределение воздушных потоков в емкости также влияет на качество обработки и микробиологическую чистоту.

По разработанной методике провели исследования распределения озоно-воздушных масс в емкости. По полученным результатам были построены графики распределения озоно-воздушных масс в емкостях разного объема.

В результате анализа полученных данных и графиков можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшая концентрация озона накапливается в месте его подачи по основному шлангу.

2. В процессе обработки озоно-воздушная масса поднимается в верхнюю часть емкости, по направлению выхода остаточного озона.

3. Подача озоно-воздушной смеси должна осуществляться в противоположную часть емкости от выхода остаточного озона, что будет способствовать оптимизации и повышению эффективности процесса обеззараживания.

Замена санитарной обработки паром емкостного оборудования на технологию озонирования, к примеру, на ОАО «Дрожжевой комбинат» сократит:

- энергозатраты на 29,14 Гкал./месяц или 349,79 Гкал./год;

- объемы использования воды, за счет исключения операции ополаскивания после обработки озоном, - на 20 %, что составляет 2000 м^3 /месяц или 24000 м^3 /год;

- расходы моющих средств и дезинфектантов, а также трудозатраты на обслуживание процесса - на 60 %. Достоинствами данной технологии обеззараживания емкостного оборудования озоно-воздушной смесью явля-

ется то, что газообразное состояние озона позволяет ему легко проникать в труднодоступные места (внутри емкостей) производственного оборудования [2].

Потребляемая мощность озонатора составляет 0,4 кВт·ч, что является экономически выгодно и подтверждается расчетом экономической эффективности.

Отсутствие образования вредных побочных соединений вследствие протекания процесса взаимопревращения по схеме кислород-озон-кислород подтверждает экологичность данной технологии. Кроме того, озон экологически совместим с окружающей средой, так как принимает участие в естественно протекающих биопроцессах окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рачковская А.И. Новый метод обеззараживания труднодоступного оборудования в кондитерском производстве // *Хлебопек.* - 2005. - № 5.
2. Троцкая Т.П., Рачковская А.И., Торган А.Б. Озонирование как метод улучшения санитарного состояния емкостного оборудования на предприятиях пищевой промышленности // *Материалы международной научно-практической конференции «Перспективы производства продуктов питания нового поколения» (6-7 октября) 2005 года РУП «БелНИИ пищевых продуктов».*

УДК 631.354.026:621.3.016.2:621.311.23

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ МОЩНОСТИ ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ АКСИАЛЬНО-РОТОРНОЙ МОЛОТИЛКОЙ

Д.Н.Бахарев, ассистент

Луганский национальный аграрный университет

Розглянуто питання визначення необхідної потужності для процесу обмолоту качанів кукурудзи аксіально-роторною молотаркою. Визначено залежність необхідної потужності для процесу обмолоту качанів кукурудзи аксіально-роторною молотаркою від конструктивних параметрів деки

Обмолот - одна из самых важных и энергоемких операций в послеуборочной обработке кукурузы, поэтому выявление и изучение путей снижения энергозатрат при обмолоте - весьма актуальная задача.

Подведенная к ротору энергия тратится на преодоление сопротивления холостого хода и сопротивление обмолота.

В разрабатываемой молотилке сопротивление обмолота является общим сопротивлением перемещению початка в молотильной камере.

Необходимую мощность двигателя молотилки можно определить по формуле [1]:

$$N = K_{II} \cdot (N_{X-X} + N_O) / \eta, \text{ кВт} \quad (1)$$

где K_{II} - коэффициент преодоления инерции при пуске, $K_{II} = 1,05 \dots 1,2$ [1];

N_{X-X} - мощность, потребляемая на холостой ход, кВт;

N_O - мощность, потребляемая на обмолот, кВт;

η - КПД механизма привода, для клиноременной передачи $\eta = 0,95$ [2].

Сопротивление холостого хода ротора обуславливается трением оси в подшипниках и сопротивлением воздуха.

Мощность, необходимую на холостой ход ротора, по аналогии с бильным барабаном, может быть определена из выражения [3]:

$$N_{X-X} = A \cdot \omega + B \cdot \omega^3, \text{ кВт} \quad (2)$$

где ω - угловая скорость ротора, рад/с;

$A \cdot \omega$ - мощность, необходимая для преодоления трения в опорах, кВт;

$B \cdot \omega^3$ - мощность, необходимая для преодоления сопротивления ветра, кВт.

Определить сопротивление воздуха лобовым частям ротора при помощи вычислений очень сложно [4]. Однако, зная, что сопротивление трения в опорах и сопротивление ветра значительно меньше общего сопротивления перемещению початков в молотильной камере, по аналогии с бильным барабаном примем: $A = 0,4 \cdot 10^{-3}$, $B = 0,91 \cdot 10^{-6}$ [5].

Мощность, необходимую на обмолот, можно определить по формуле [6]:

$$N_O = \pm \frac{Q \cdot H}{376} + \frac{W \cdot V}{1000}, \text{ кВт} \quad (3)$$

где Q - производительность молотилки, т/ч;

H - высота подъема или опускания обмолачиваемого материала, м;

W - общее сопротивление перемещению початка в молотильной камере, создаваемое силами трения, Н;

V - скорость перемещения початков в молотильной камере, м/с.

Знак минус в формуле (3) ставится тогда, когда ротор находится под углом к горизонту так, что выгрузное окно молотилки находится ниже загрузочной горловины. При этом варианте расположения молотильной камеры будет происходить экономия энергии, затрачиваемой на обмолот, и улучшится вывод отделенного зерна из молотильной камеры [6].

При рассмотрении движения одного початка из общей массы, одновременно находящейся в молотильной камере, можно выявить все силы, оказывающие на него влияние. При этом можно увидеть, что на початок оказывает влияние не только сила удара о шип, но и проталкивающая сила ротора N_{np} , сила тяжести массы mg , сила сопротивления перемещению початка F_1 , создаваемая прижимающей силой пружин обмолачивающих элементов деки P_{np} , сила трения о ротор, увлекающая початки во вращение F_2 . Также при движении в молотильной камере возможно возникновение трения початков друг о друга $F_3 = f_2 mg$. Кроме вышеперечисленных сил на початок действует сила трения о навивку ротора F_4 и центробежная сила, прижимающая початки к шипам, $F_5 = m\omega^2 r$.

Схема приложения вышеперечисленных сил представлена на рисунке.

Тогда, общее сопротивление перемещению початка в молотильной камере при обмолоте W зависит от сил трения, вызванных вышеперечисленными силами, и может быть определено по формуле:

$$W = n \cdot (F_1 + F_2) + n_1 \cdot F_3, \quad (4)$$

где F_1 - сила сопротивления перемещению початка, создаваемая прижимающей силой пружин обмолочивающих элементов деки, Н;

F_2, F_3 - соответственно, сила трения початков кукурузы о шипы цилиндра ротора и друг о друга, Н;

n - количество початков кукурузы, одновременно находящихся в молотильной камере;

n_1 - количество початков кукурузы, одновременно трущихся друг о друга.

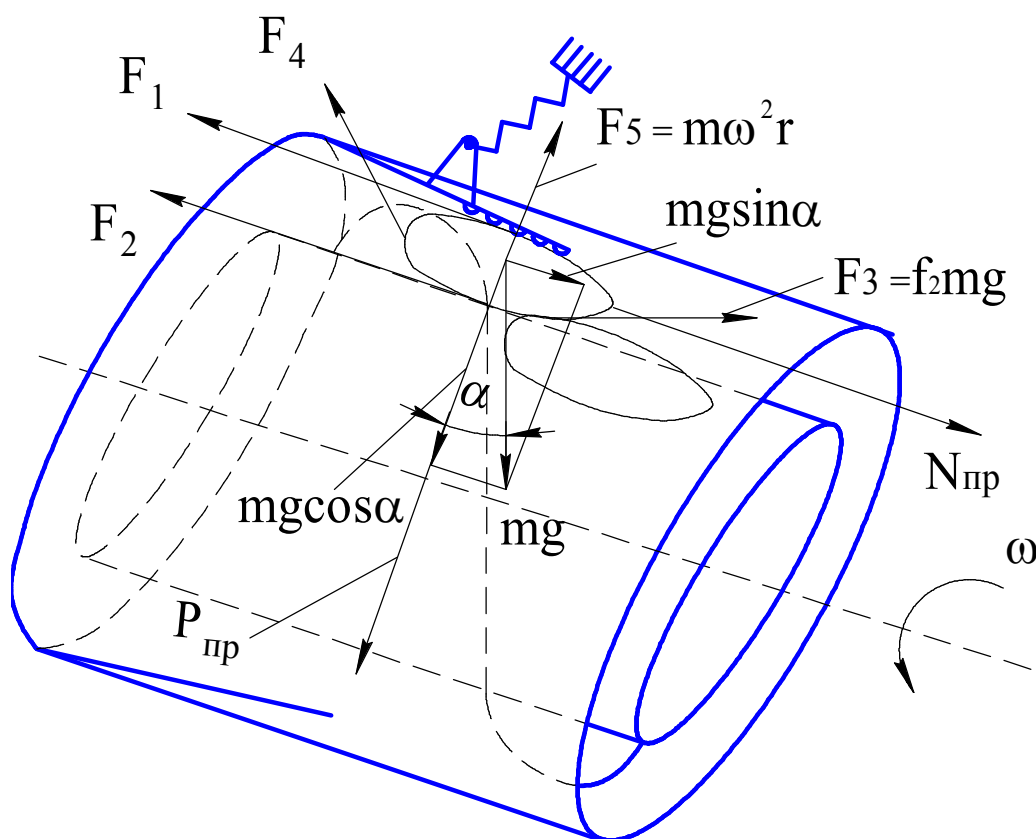


Рис. Схема расположения сил при перемещении початка в молотильной камере

Силу сопротивления перемещению початка, создаваемую прижимающей силой пружин обмолочивающих элементов деки, можно определить по формуле:

$$F_1 = (f_1 (m \cdot g \cdot \cos \alpha - m \cdot \omega^2 \cdot r)) + f_1 \cdot P_{пр}, \text{ Н} \quad (5)$$

где f_1 - коэффициент трения зерна кукурузы по стали;

m - масса початка, кг;

ω – угловая скорость вращения ротора, рад/с;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 α – угол наклона молотильной камеры, °;
 r – радиус цилиндра ротора, м.

Силу трения початка кукурузы о шипы подпружиненного обмолачивающего элемента можно определить по формуле:

$$F_2 = f_1(m \cdot \omega^2 \cdot r + P_{np}), \text{ Н.} \quad (6)$$

Тогда,

$$W = n \cdot (f_1 \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha + 2 \cdot (f_1 \cdot P_{np})) + n_1 \cdot f_2 \cdot m \cdot g, \text{ Н} \quad (7)$$

где f_2 – коэффициент трения початков кукурузы друг о друга.

Из общего сопротивления перемещению початка в молотильной камере видно, что при обмолоте семенной кукурузы при низкоскоростных режимах обмолота, недостаток ударной силы, вызывающей отделение зерна от стержня, можно компенсировать силами трения.

Подставив (7) в (3), получим:

$$N_o = \pm \frac{Q \cdot H}{376} + \frac{(n \cdot (f_1 \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha + 2 \cdot (f_1 \cdot P_{np})) + n_1 \cdot f_2 \cdot m \cdot g) \cdot V}{1000}, \text{ кВт.} \quad (8)$$

Окончательно объединив выражение (1), (2) и (8), получим:

$$N = K_{II} \cdot (A \cdot \omega + B \cdot \omega^3 \pm \frac{Q \cdot H}{376} + \frac{(n \cdot (f_1 \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha + 2 \cdot (f_1 \cdot P_{np})) + n_1 \cdot f_2 \cdot m \cdot g) \cdot V}{1000}) / \eta, \text{ кВт} \quad (9)$$

Тогда, для молотилки с производительностью 3,844 т/ч оснащенной декой, которая создает силу дополнительного прижатия початка к ротору 120 Н, а также при угле наклона молотильной камеры 20°, получим:

$$N = 1,05 \cdot \left[\left(0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 18,8 + 0,91 \cdot 10^{-6} \cdot 18,8^3 \pm \frac{3,844 \cdot 0,35}{376} \right) + \left(\frac{(12 \cdot (0,21 \cdot 2,4 \cdot 9,81 \cdot \cos 20^\circ + 2 \cdot 0,21 \cdot 120) + 12 \cdot 0,36 \cdot 2,4 \cdot 9,81) \cdot 3}{1000} \right) \right] / 0,95 = 2,53 \text{ кВт.}$$

Выводы

1. Получена формула для определения необходимой мощности электродвигателя аксиально-роторной молотилки кукурузы, учитывающая общее сопротивление перемещению початка в молотильной камере и угол наклона ротора.

2. Общее сопротивление перемещению початка показывает, за счет каких сил можно компенсировать недостаток силы удара початка о ротор и деку при обмолоте семенной кукурузы при низкоскоростных режимах обмолота.

3. При обмолоте початков кукурузы, разрабатываемой молотилкой с производительностью 3,844 т/ч, необходимая мощность на процесс обмола та початков кукурузы составит 2,53 кВт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красников В.В. Подъемно транспортные машины. - М.: Колос, 1981.
2. Шевченко В.С. Детали машин. Розрахунки конструювання, задачі. - Луганськ: вид-во СНУ, 2000.
3. Хайліс Г.А. Основи теорії та розрахунку сільськогосподарських машин: -К.: Вид-во УГСА, 1992.
4. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Том 3. - М.: Колос, 1968.
5. Теорія і розрахунки зернозбиральних комбайнів. Навчальний посібник / К.І. Шмат, О.Є. Самарін, Є.І. Бондореєв, О.В. Мигальов. – Херсон: ОЛДІ - плюс, 2003.
6. Геррман Х. Шнековые машины в технологии. - Л.: Химия, 1975.

УДК 631.3.004.5

АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЙ ОТКАЗА АГРЕГАТОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ СХТ

А.Г.Пастухов, кандидат технических наук, доцент

А.В.Литвишко, студент

ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия»

Проведено аналіз технічного стану деталей карданих шарнірів, знятих з експлуатації. В результаті встановлено параметри картини відмови агрегату

Постановка проблемы. Производственный процесс ремонта машин в общем виде состоит из ряда технологических процессов, последовательность которых строго схематизирована. Начальный этап подготовки изделия к ремонту характеризуется разборкой, очисткой и дефектацией, в процессе которой выполняют контрольные измерения деталей, однако при этом первоначально проводят осмотр деталей, позволяющий установить качественные и количественные проявления отказа исследуемого объекта.

В сельскохозяйственной технике наименьшей долговечностью обладают агрегаты механических трансмиссий, в частности, карданные передачи, в которых наиболее часто отказам подвержены соединения «шип крестовины – игольчатый подшипник». Проявления отказа упомянутых соединений карданных шарниров разнообразны, поэтому необходимо провести дефектовочный осмотр деталей узла. В этой связи работа, направленная на изучение отказов агрегатов трансмиссий, является актуальной.

Анализ исследований и публикаций. Для разработки мероприятий повышения долговечности агрегатов сельскохозяйственной техники инженеру необходимо знать характеристики проявлений отказа исследуемого узла. Известна работа Б.П.Кашубы и др., в которой отмечено, что изучение состояния деталей тракторов Т-150К, поступивших в ремонт, дает достаточно точную статистическую картину свойств деталей машин, анализ ко-

торых становится основой повышения долговечности [1]. В работе В.Ф.Безъязычного и А.Н.Семенова проанализовано возникновение фреттинг-износа в подшипниках качения, что обусловлено коррозионно-механическим разрушением соприкасающихся тел при малых относительных перемещениях [2]. Следы фреттинг-износа на дорожках качения подшипников существенно снижают их контактную долговечность и грузоподъемность, увеличивают ударные нагрузки и др. Ф.Н.Тавлыбаев утверждает, что срок службы карданных валов сельскохозяйственной техники ограничивается нарушением работоспособности шарниров, что обусловлено износом шипов крестовины и роликоподшипников [3]. Анализ состояния деталей при ремонте показал, что основным видом износа крестовины и подшипников является образование вмятин на ведущих поверхностях шипов и корпуса подшипника.

Однако, как показывает практика, в эксплуатации встречаются и другие виды проявлений отказов карданных шарниров сельскохозяйственной техники, поэтому количественное и качественное представление результатов изучения отказов агрегатов создает предпосылки для разработки технических решений.

Цель и задачи исследования. Цель работы – изучение проявлений отказа соединений карданных шарниров сельскохозяйственной техники.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 1) сделать выборку из партии шарниров, снятых с эксплуатации; 2) выполнить очистку, разборку, мойку и осмотр деталей шарниров; 3) установить количественные и качественные параметры проявлений отказа шарниров.

Материалы исследования. Выборка крестовин карданных шарниров IV типоразмера в сборе с игольчатыми подшипниками № 804704 составлена из крестовин, снятых с эксплуатации. Дефектовочному осмотру подвергались 15 крестовин и 60 игольчатых подшипников. Настоящая выборка достаточна для предварительной оценки технического состояния деталей с учетом требований выявления номенклатуры отказов [4]. В процессе осмотра фиксировали проявления повреждений следующих элементов: шипов (усталостное повреждение канавки на поверхности, торцевые задиры, сколы и вмятины), подшипников (задиры на дне, трещины), уплотнений (исправность, неисправность, отсутствие) и системы смазки (образование масляных пробок, неисправность клапана и масленки, их отсутствие).

Качественное представление проявлений отказа карданных шарниров показано на рисунке, где изображены повреждения цилиндрической (*a*, *б*) и торцевой (*г*) поверхностей шипов и доньшка подшипников (*в*). На фотоматериалах видны усталостное выкрашивание и фреттинг-износ в виде канавок на шипах, а также задиры торца шипа и доньшка подшипника. Результаты количественного представления проявлений отказа приведены в таблице.

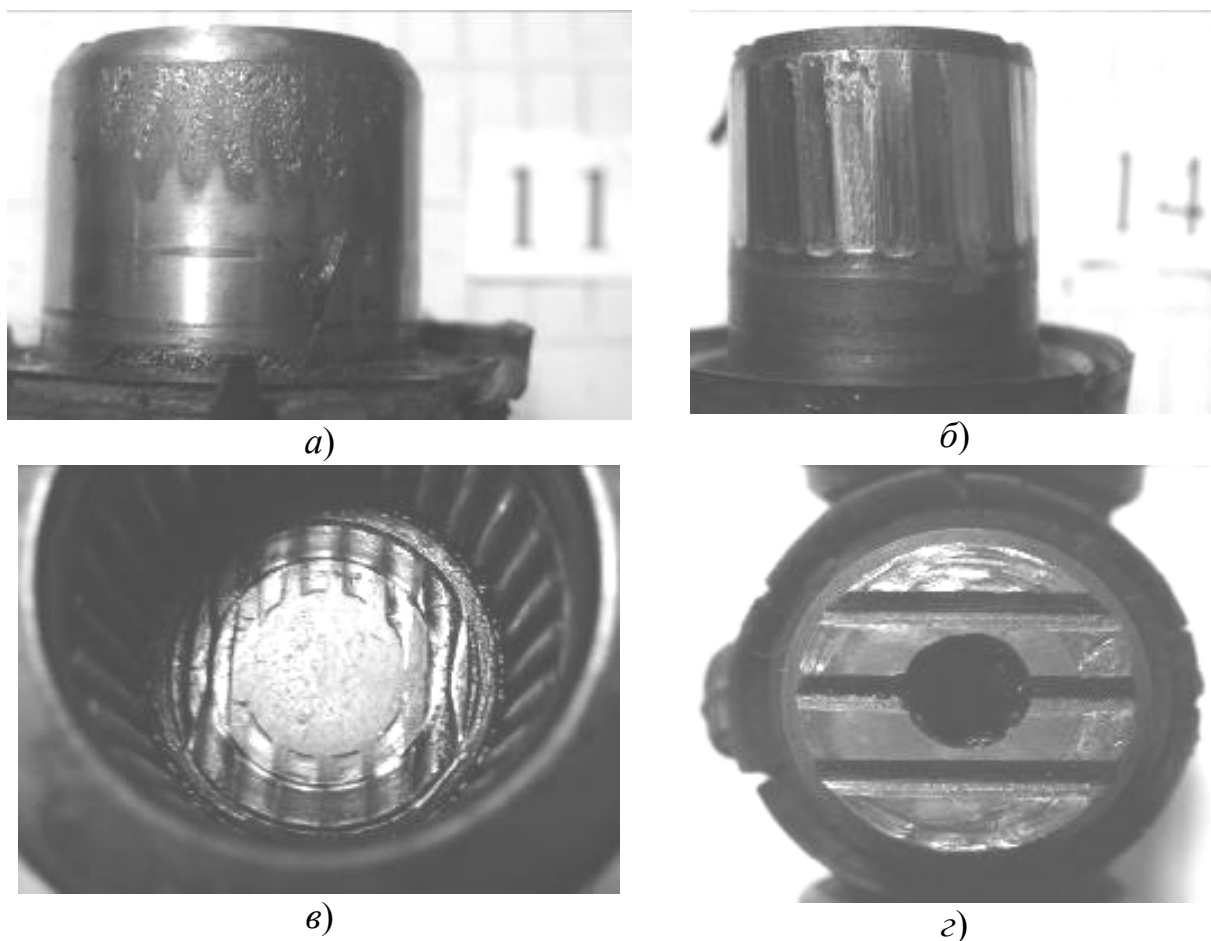


Рис. Повреждения элементов карданного шарнира при отказе

Таблица

Количественные параметры характерных проявлений отказа

Наименование параметра	Значение, %
Усталостное повреждение и истирание шипа	36,7
Канавки фреттинг-износа на поверхности шипа	16,7
Торцевые задиры шипов	41,7
Отпечаток на доньшке подшипника	26,7
Исправные уплотнения	20
Неисправные уплотнения	40
Пробки в каналах крестовин	70
Отсутствие клапана и масленки	20
Имеющихся в наличии клапанов и масленок	13,3
Крестовины без клапанов и масленок	66,7

Выводы и перспективы исследований. Обобщая выше приведенные факты, можно сделать следующие выводы:

1) основными проявлениями повреждения цилиндрической поверхности шипов являются усталостное выкрашивание и канавки фреттинга – 53,4 %;

2) основным проявлением повреждения торцевой поверхности является образование задиров на шипах – 41,7 % и доньшек подшипников – 26,7 %;

3) основным направлением работ по повышению долговечности карданных шарниров является разработка мероприятий улучшения условий работы соединения «шип крестовины – игольчатый подшипник».

ЛИТЕРАТУРА

1. Кашуба Б.П., Кухтов В.Г., Кугель Р.В. Некоторые результаты исследования состояния деталей шасси тракторов Т-150К, поступивших в капитальный ремонт // *Тр. и с.х. маш.* - 1980. - № 12.
2. Безъязычный В.Ф., Семенов А.Н. Анализ условий возникновения фреттинга-износа в подшипниках качения // *Тр. и с.х. маш.* - 1999. - №7.
3. Тавлыбаев, Ф.Н. Продление срока службы карданного вала / Ф.Н.Тавлыбаев // *Сер. Восстановление деталей машин и оборудования АПК. Науч.-техн. информ. сб.* - 1991. - Вып. 1.
4. Волков, М.К., Лезин П.П. Выявление номенклатуры отказов тракторов // *Мех. и эл. с.х.* - 1984. - № 6.

УДК 631.365:635.61

СУШКА СЕМЯН ВЫСОКОВЛАЖНЫХ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

А.А.Чекановкин, кандидат технических наук, доцент

А.А.Добрицкий, аспирант

Луганский национальный аграрный университет

Виявлено основні причини недоліків в традиційній технології сушки овочебаштанних культур. Запропоновано оригінальну схему сушарки насіння баштанних культур високої вогкості

Семеноводство овощных и бахчевых культур является трудоемкой отраслью сельскохозяйственного производства. Среди мер способствующих повышению производства и улучшению качества продукции бахчевых культур, важное значение имеет хорошо организованное семеноводство, позволяющее полностью обеспечивать хозяйство высококачественными семенами. Достичь увеличения производства семян бахчевых культур, которые на сегодняшний день не удовлетворяют потребностям Украины, требует создания современных средств механизации.

Затраты на повышение качества семенного материала бахчевых культур определяется эффективностью применяемых способов сушки и сушильных установок. Сушильное оборудование, применяемое в семеновод-

ческих предприятиях, малоэффективно и не позволяет за один пропуск довести свежесыщенные высоковлажные семена бахчевых культур до кондиционной влажности. Поэтому часто приходится осуществлять двух-трехкратную сушку, что естественно увеличивает трудоемкость и энергоемкость процесса.

Естественный способ сушки требует солнечной погоды, наличия площадей растила, ручного перемешивания. Он малоэффективен.

Поэтому снижение трудоемкости и повышение эффективности при производстве качественного семенного материала можно достигнуть путем усовершенствования существующих технологий, систем машин и принятия новых конструктивных решений.

Анализ литературных источников [1] показывает, что физико-механические явления, сопровождающие сушку высоковлажного семенного материала, изучены недостаточно, что препятствует совершенствованию и оптимизации процесса сушки.

В практике специализированных семеноводческих хозяйств для сушки семян сочноплодных овощебахчевых культур применяются в большей степени сушильные установки лоткового типа [2,3,4] в линиях ЛСБ-20 и ЛСТ-10[5]. Здесь используется традиционная технология переработки и сушки семян, которая не обеспечивает получения семян высокого качества.

Проблема состоит в том, что свежесыщенные семена имеют большую влажность и поэтому в процессе сушки происходит их спекание.

Основные недостатки традиционных технологий при сушке высоковлажных бахчевых культур:

1) ворох свежесыщенных семян, поступающих на сушку, насыщен свободной влагой и поэтому семенной слой практически непроницаем для потока теплоносителя;

2) слой семян в процессе сушки покрывается прочной коркой, что затрудняет подвод тепла и отвод влаги;

3) слипание семян препятствует теплообмену;

4) недостаточно протертые и отмытые семена имеют тенденцию к слипанию;

5) требуется предварительное обезвоживание семян перед загрузкой на сушку.

Можно сказать, что большинство применяемых в настоящее время сушилок и сушильного оборудования семян бахчевых культур имеют существенные недостатки, они не способны выполнять качественную сушку семян до кондиционной влажности, недопустимо энергоемки, трудоемки и сложны в эксплуатации.

Таким образом, совершенствование технологии и технических средств сушки семян бахчевых культур высокой влажности - весьма актуально.

Анализ существующих способов и устройств сушки семян бахчевых культур показывает, что наиболее перспективной и приемлемой является сушка в псевдооживленном слое.

В предложенной нами линии недостатки традиционных устройств устранены [6]. Сушка семенного слоя протекает в два этапа [7].

1. Сушка семян атмосферным воздухом, сопровождающаяся вибрационным перемешиванием при снижении влажности до 50 %.

2. Сушка семян с применением подогретого воздуха, сопровождающаяся псевдооживлением до требуемой кондиционной влажности семян.

Конструктивно-технологическая схема сушилки высоковлажных семян представлена на рисунке.

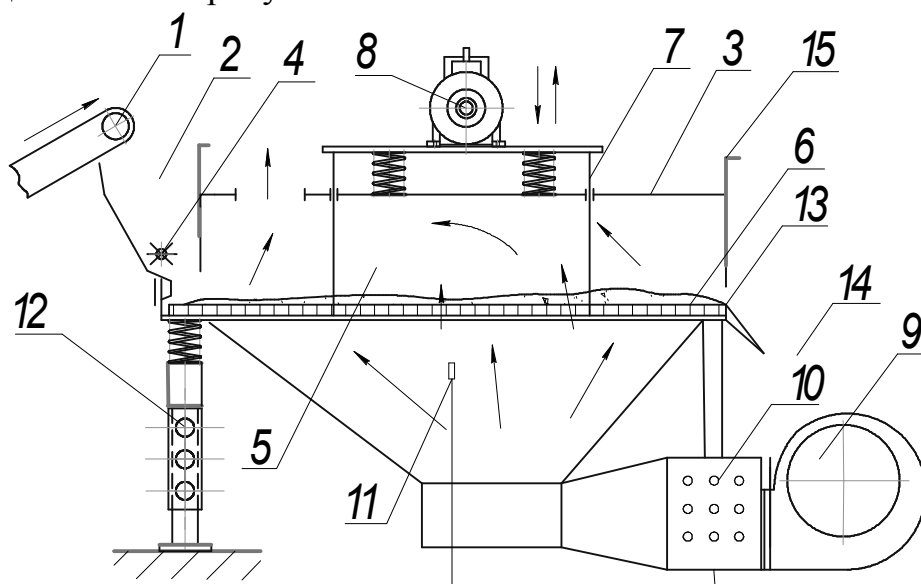


Рис. Конструктивно-технологическая схема сушилки высоковлажных семян в псевдооживленном слое

Предлагается следующий технологический процесс. Первый этап сушки. Свежевыделенные семена после механизированной протирки с помощью загрузочного транспортера 1 подаются в загрузочный бункер 2, прикрепленный к раме 3. Питателем 4 семена подаются в камеру сушки 5 на вибрирующее газораспределительное решето 6. Вибрирующее решето сушильной камеры посредством штанг 7 соединено с вибратором 8 и совершает колебание в процессе активного вентилирования слоя, что приводит к снижению влажности до 50 %.

Вибрационное перемешивание позволяет предотвратить слипание отдельных семян на газораспределительной решетке, что способствует эффективному теплообмену.

Во время второго этапа сушки теплоноситель нагревается с помощью теплогенератора 10 и регулируется датчиком 11. Скорость теплоносителя не превышает скорости витания семян и в сушильной камере образуется «кипящий слой». Таким образом, происходит конечная досушка семян к требуемой кондиционной влажности.

По завершению процесса сушки семян выключается теплогенератор и семенной слой вентилируется атмосферным воздухом для охлаждения перед затариванием.

После наклона газораспределительного решета с помощью стойки 12 семена в псевдооживленном состоянии сгружаются в выгрузное окно 13 с мешкодержателем 14 при открытии заслонки 15.

Выводы

1. Анализ литературных источников показывает, что требуется новые исследования и совершенствования конструкций сушилок для высоковлажных семян бахчевых культур.
2. Выявлены недостатки традиционных технологий и конструктивных решений в области сушки высоковлажных семян бахчевых культур.
3. Предложена оригинальная схема сушилки, устраняющая недостатки существующих технологий и конструктивных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов И.Ф. *Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур.*-Кишинев: Штиинца, 1987.
2. *Бахчевые культуры* / под. Ред. А.О. Лымаря – К.: Аграрная наука, 2000.
3. Аниферов Ф.Е., Изтодий Л.А. *Машины и орудия для выделения овощных культур.* – Л.: Колос, 1966.
4. Аніферов П.Є. *Машины для овочівництва. Пер. з рос. В.А. Азархіна.* – К.: Вища школа, Головне вид-во, 1989.
5. Медведьев В.П., Дураков А.В. *Механизация производства семян овощных и бахчевых культур.* – М.: Агропромиздат, 1985.
6. Добрицкий А.А. *Обзор конструкций и схема предлагаемой линии для послеуборочного выделения семян бахчевых культур.* // *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Технічні науки.* – Луганськ: Видавництво ЛНАУ. – 2005. - № 49 (72).
7. Добрицкий А.А. *Исследование процесса сушки семян бахчевых культур в псевдооживленном слое.* // *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Технічні науки.* – Луганськ: Видавництво ЛНАУ. – 2006. - № 64/87.

ПРИНЦИПИ ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ ЗАМІНИ НЕЗАЛЕЖНОГО ДОПУСКУ НА ЗАЛЕЖНИЙ

Г.О.Іванов, кандидат технічних наук, доцент

Д.В.Бабенко, кандидат технічних наук, професор

С.А.Голішевський, студент

Ю.В.Драгомарецький, студент

О.М.Чабаненко, студент

Миколаївський державний аграрний університет

Викладено принципи еквівалентності заміни незалежного допуску на залежний. Наведено розрахункові формули. Дано приклади розрахунків незалежних допусків розташування для деталей спряжень

Коли в конструкторській документації, що діє, допуски розташування вказані незалежними, а їх контроль можливий тільки комплексними калібрами, то повинна бути проведена заміна незалежного допуску на залежний. Заміна може бути еквівалентна і нееквівалентна.

Еквівалентною заміною називається таке зменшення допуску розташування без зміни допусків розмірів поверхонь, що координуються, або зменшення допуску розташування і допусків розмірів координуючих поверхонь, коли гранично допустиме відхилення розташування при залежному допуску становиться рівним вказаному на кресленні незалежному допуску.

Еквівалентна заміна незалежного допуску на залежний повинна виконуватися за формулами:

- для допусків співвісності, симетричності, перетину вісей

$$T_{c1} = T_c - (T_1 - T_2); \quad (1)$$

- для допусків відстані між вісями поверхонь, завданих граничним симетричним відхиленням розміру від номінального значення $\pm \delta L$

$$\delta L_1 = \delta L - \frac{T_1 + T_2}{2}, \quad (2)$$

де $T_{c1}, \delta L_1$ – еквівалентне значення залежного допуску або граничного симетричного відхилення розміру; $T_c, \delta L$ – вказані на кресленні незалежні допуски або граничне симетричне відхилення розміру; T_1, T_2 – допуски розмірів поверхонь, що координуються (для нарізних поверхонь – допуск середнього діаметру різі).

Нееквівалентною заміною незалежному допуску на залежний називається зміна на кресленні виду допуску без зміни його величини. Коли виклик нееквівалентною заміною збільшення нерівномірності зазору в спряженні (зі збільшенням найбільшого зазору при збереженні розрахункового значення найменшого зазору) не впливає на функціональні параметри виробу, тобто вимога взаємозамінності зводиться тільки до забезпечення безпідгінного складання, то така зміна виду допуску розташування

допускається без додаткових розрахунків і зміни величин допусків розташування і розмірів координуючих поверхонь спряженої деталі. Коли зазор в спряженні деталей є складовою ланкою функціонального розмірного ланцюга, то зміна виду допуску розташування розглянутої деталі повинно проводитися паралельно з сумарним зменшенням допуску розташування і допусків розмірів координуючих поверхонь спряженої деталі; при цьому сумарний допуск спряженої деталі

$$T_C + (T_1 + T_2) \text{ або } \delta L + \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (3)$$

повинен бути зменшений на суму або півсуму допусків розмірів координуючих поверхонь розглянутої деталі.

Нееквівалентна заміна незалежного допуску розташування на залежний доцільна для складних корпусних деталей; підвищення вимог до точності розташування і розмірів координуючих поверхонь спряженої деталі (наприклад, вала), які викликаються такою заміною; звичайно не викликають технологічних труднощів.

Результати заміни незалежного допуску на залежний повинні бути відображені в конструкторській документації.

В граничному випадку сума допусків (сумарний допуск) розташування буде:

$$T_{C1} + T_{C2} = S_{\min 1} + S_{\min 2}; \quad (4)$$

$$T_{R1} + T_{R2} = S_{\min 1} + S_{\min 2}; \quad (5)$$

$$\delta L_1 + \delta L_2 = (S_{\min 1} + S_{\min 2})/2. \quad (6)$$

Сумарний допуск, розрахований за формулами (4), (5) або (6), розподіляється між спряженими деталями залежно від складності виготовлення і контролю кожної із спряжених деталей (приклади розрахунку наведено нижче). Коли з'єднання деталей багатоступінчасте, то розрахунок повинен проводитися для кожної ступені.

Приклад 1. Назначити незалежні допуски розташування для деталей спряження, що зображені на рис. 1.

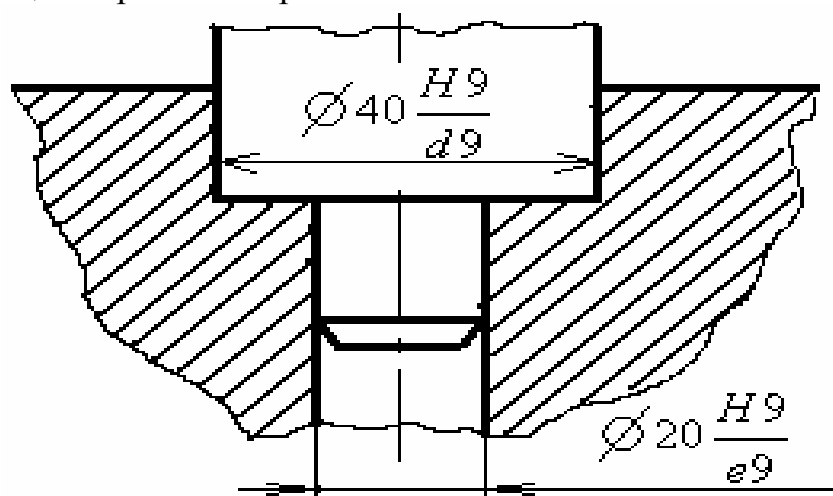


Рис. 1. Спряження деталей

Розрахунок провести методом “мінімум-максимум”. Знаходимо величини відхилень розмірів координуючих поверхонь корпусної деталі $\text{Ø}40\text{H}9^{(+0,062)}$; $\text{Ø}20\text{H}9^{(+0,052)}$ і спряженого вала $\text{Ø}40\text{d}9^{(-0,080)}$; $\text{Ø}20\text{e}8^{(-0,040)}$.

Визначаємо найменші зазори посадок: $\text{Ø}40\text{H}9/\text{d}9$

$$S_{\min 1} = 0 - (-0,080) = 0,080 \text{ мм} = 80 \text{ мкм};$$

$$\text{Ø}20\text{H}9/\text{e}8 \quad S_{\min 2} = 0 - (-0,040) = 0,040 \text{ мм} = 40 \text{ мкм}.$$

Рахуємо сумарний допуск співвісності:

$$T_{c1} + T_{c2} = S_{\min 1} + S_{\min 2} = 80 + 40 = 120 \text{ мкм}.$$

Розподіляємо сумарний допуск співвісності між спряженими деталями залежно від складності виготовлення і контролю. Враховуючи найбільшу складність виготовлення і контролю корпусної деталі, розподіляємо сумарний допуск розташування, вилучивши більшу його частину корпусної деталі: $T_{c1} = 80 \text{ мкм}$, $T_{c2} = 40 \text{ мкм}$ (рис. 2 і 3).

Визначаємо найменший імовірний зазор в сполученні деталей: найменший середній зазор посадки

$$S_{\text{сеп}} = \frac{S_{\min 1} + S_{\min 2}}{2} = \frac{80 + 40}{2} = 60 \text{ мкм};$$

середній допуск розміру координуючих поверхонь

$$T_{\text{сеп}} = \frac{\sum_{i=1}^4 T_i}{4} = \frac{62 + 52 + 62 + 33}{4} = 52,25 \text{ мкм}.$$

За табл. А 14 [1], при $S_{\text{сеп}} = 60 \cdot \text{мкм}$ і $T_{\text{сеп}} = 52,25 \text{ мкм}$ знаходимо інтерполяцією $C = 7,91 \text{ мкм} \approx 8 \text{ мкм}$.

Таким чином, при розрахунку допусків розташування методом „мінімум-максимум” в сполученні деталей з імовірністю 0,9973 буде зазор не менше 8 мкм.

Приклад 2. За умовою прикладу 1 провести розрахунок допусків розташування імовірним методом, набути з імовірністю 0,9973 зазор в спряженні деталей не менше 1 мкм.

Із прикладу 1 знаходимо: найменші зазори посадок $S_{\min 1} = 80 \text{ мкм}$; $S_{\min 2} = 40 \text{ мкм}$; середній допуск розміру поверхні, що координується, $T_{\text{сеп}} = 52,25 \text{ мкм}$.

За табл. А 15 [1], при $S_{\text{сеп}} = 60 \text{ мкм}$ і $T_{\text{сеп}} = 52,25 \text{ мкм}$ знаходимо інтерполяцією значення розрахункового коефіцієнта $t = 1,139$.

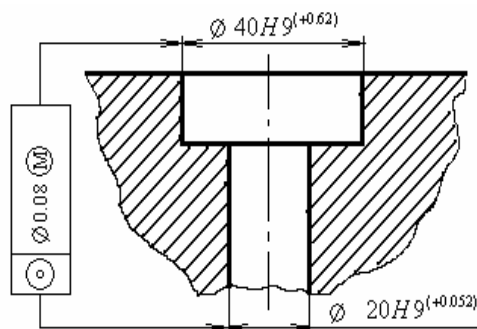


Рис. 2. Координуючі поверхні корпусної деталі поверхні

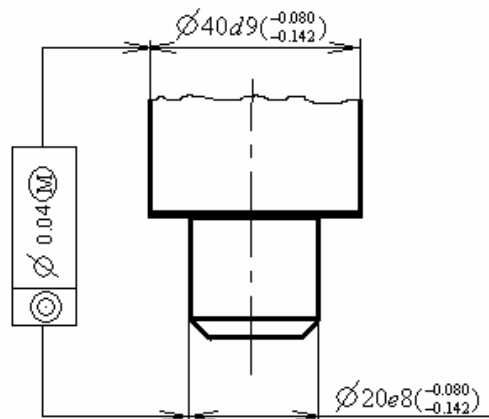


Рис. 3. Координуючі ступінчастого валика

Визначаємо сумарний допуск співвісності

$$T_{c1} + T_{c2} = t(S_{\min 1} + S_{\min 2}) = 1,139(80 + 40) = 136 \cdot \text{мкм.}$$

Розподіляємо сумарний допуск співвісності між сполученими деталями $T_{c1} = 80 \cdot \text{мкм}$; $T_{c2} = 56 \cdot \text{мкм}$.

Як видно із прикладу, при імовірному методі розрахунку сумарний допуск співвісності збільшився на 16 мкм проти методу розрахунку „максимум-мінімум”, а складальність деталей із зазором не менше 1 мкм забезпечується з імовірністю 0,9973, тобто з практичною вірогідністю.

Приклад 3. Зазначити залежні допуски розташування для деталей спряження, яке зображено на рис. 4. Розрахунок провести методом „мінімум-максимум”. Знаходимо величини відхилень розмірів координуючих поверхонь: планка зі штифтами (складальна одиниця) $\varnothing 30e8^{(-0,040)}$; $\varnothing 40d8^{(-0,080)}$. планка з отворами $\varnothing 30H7^{(+0,021)}$; $\varnothing 40H7^{(+0,025)}$.

Визначаємо найменші зазори посадок:

$$\varnothing 30 \frac{H7}{e8} \quad S_{\min 1} = 0 - (-0,040) = 0,040 \text{ мм} = 40 \text{ мкм};$$

$$\varnothing 40 \frac{H7}{d8} \quad S_{\min 2} = 0 - (-0,080) = 0,080 \text{ мм} = 80 \text{ мкм.}$$

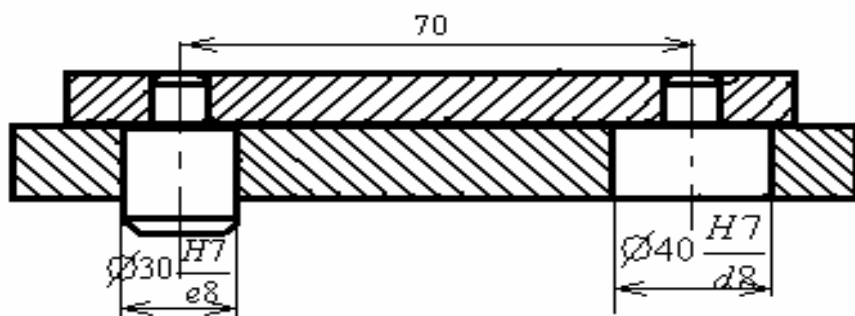


Рис. 4. Спряження деталей

Визначаємо сумарні граничні симетричні відхилення відстаней між вісями від номінального значення:

$$\delta L_1 + \delta L_2 = \frac{S_{\max 1} + S_{\max 2}}{2} = \frac{40 + 80}{2} = 60 \text{ мкм.}$$

Розподіляємо сумарний допуск між спряженими деталями в залежності від складності виготовлення:

$$\delta L_1 = 30 \text{ мкм}; \delta L_2 = 30 \text{ мкм} \text{ (див. рис. 5 і 6).}$$

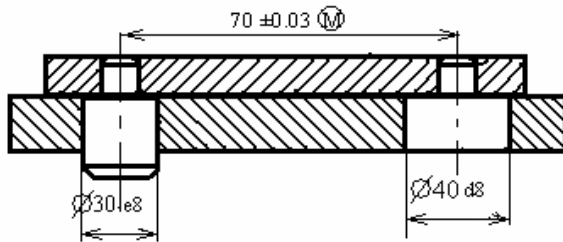


Рис. 5. Штифтова планка

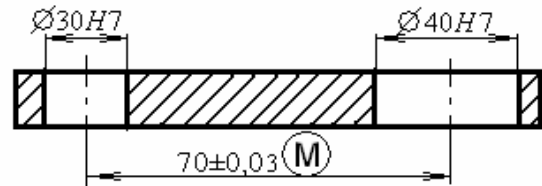


Рис. 6. Планка з отворами

Можливо інше розподілення сумарного допуску, наприклад:

$$\delta L_1 = 40 \text{ мкм}; \delta L_2 = 20 \text{ мкм.}$$

Розрахуємо найменший зазор в спряженні деталей:

$$\text{середній зазор посадок } S_{\text{сеп}} = \frac{S_{\min 1} + S_{\min 2}}{2} = \frac{40 + 80}{2} = 60 \text{ мкм};$$

середній допуск розміру координуючих поверхонь

$$T_{\text{сеп}} = \frac{\sum_{i=1}^4 T_i}{4} = \frac{-40 - (-73) + [-80 - (-119)] + 21 + 25}{4} = 29,5 \text{ мкм.}$$

За табл. А 14 [1], при $S_{\text{сеп}} = 60 \text{ мкм}$ і $T_{\text{сеп}} = 29,5 \text{ мкм}$ знаходимо інтерполяцією $C = 9,2 \text{ мкм} \approx 9 \text{ мкм}$.

Таким чином, при розрахунку допуску розташування методом „мінімум-максимум” в сполученні деталей з імовірністю 0,9973 зазор складає не менше 9 мкм.

Приклад 4. За умовою прикладу 3 провести розрахунок допусків розташування імовірним методом, набути з імовірністю 0,9973 зазор в спряженні деталей не менше 1 мкм.

Із прикладу 3 знаходимо: найменші зазори посадок $S_{\min 1} = 40 \text{ мкм}$, $S_{\min 2} = 80 \text{ мкм}$; середній зазор посадок $S_{\text{сеп}} = 60 \text{ мкм}$; середній допуск розміру поверхні, яка координується, $T_{\text{сеп}} = 29,5 \text{ мкм}$.

За табл. А 15 [1], при $S_{\text{сеп}} = 60 \text{ мкм}$ і $T_{\text{сеп}} = 29,5 \text{ мкм}$ знаходимо інтерполяцією значення розрахункового коефіцієнта $t = 1,171$.

Визначаємо сумарне граничне симетричне відхилення відстаней між вісями від номінального значення

$$\delta L_1 + \delta L_2 = t \left(\frac{S_{\text{сер1}} + S_{\text{сер2}}}{2} \right) = 1,171 \left(\frac{40 + 80}{2} \right) = 70,26 \text{ мкм} \approx 70 \text{ мкм.}$$

Розподіляємо сумарний допуск співвісності між спряженими деталями $\delta L_1 = 35 \text{ мкм}$, $\delta L_2 = 35 \text{ мкм}$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Степанов Р.А. Теоретические основы обеспечения точности в машиностроении на базе комплексного анализа зависимых и независимых допусков. – Ч. 1. – Саратов, 1985. - 106 с.

УДК 697.947:537.563

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОІОНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯ

Д.С.Степаненко, кандидат технічних наук, доцент

В.О.Міласва, студентка

Таврійський державний агротехнічний університетя,

м.Мелітополь

Пропонується пристрій для електроіонізації повітря в зоні коронного розряду, який можна ефективно застосовувати для попередньої обробки іонізованим повітрям плодово-овочевої продукції з метою значного збільшення терміну її зберігання у свіжому вигляді

Сучасне високорозвинене консервне виробництво вимагає розробки нових і поліпшення існуючих способів зберігання плодовоовочевої продукції. У вирішенні цієї задачі особливе місце займають способи, засновані на взаємодії харчових продуктів з електричними полями і штучно-іонізованим повітрям. Основним елементом цих способів є високовольтний газовий розряд, що супроводжується генеруванням позитивних і негативних аерофонів, електричного вітру, озону та інших продуктів хімічних реакцій в газі. Апарати, за допомогою яких здійснюється штучна іонізація повітря, називаються генераторами іонів.

У роботі пропонується зручний в користуванні пристрій для підготовки продуктів до зберігання в пакетах [1], в основу якого покладено фізичне явище коронного розряду в газовому середовищі [2]. Даний пристрій, дію якого перевірено на плодах черешні темнозабарвленого сорту (Крупноплідна) і світлого сорту (Дачниця), а також на огірках сорту Мата, дає високий ефект у процесі збільшення терміну зберігання свіжих плодів і овочів.

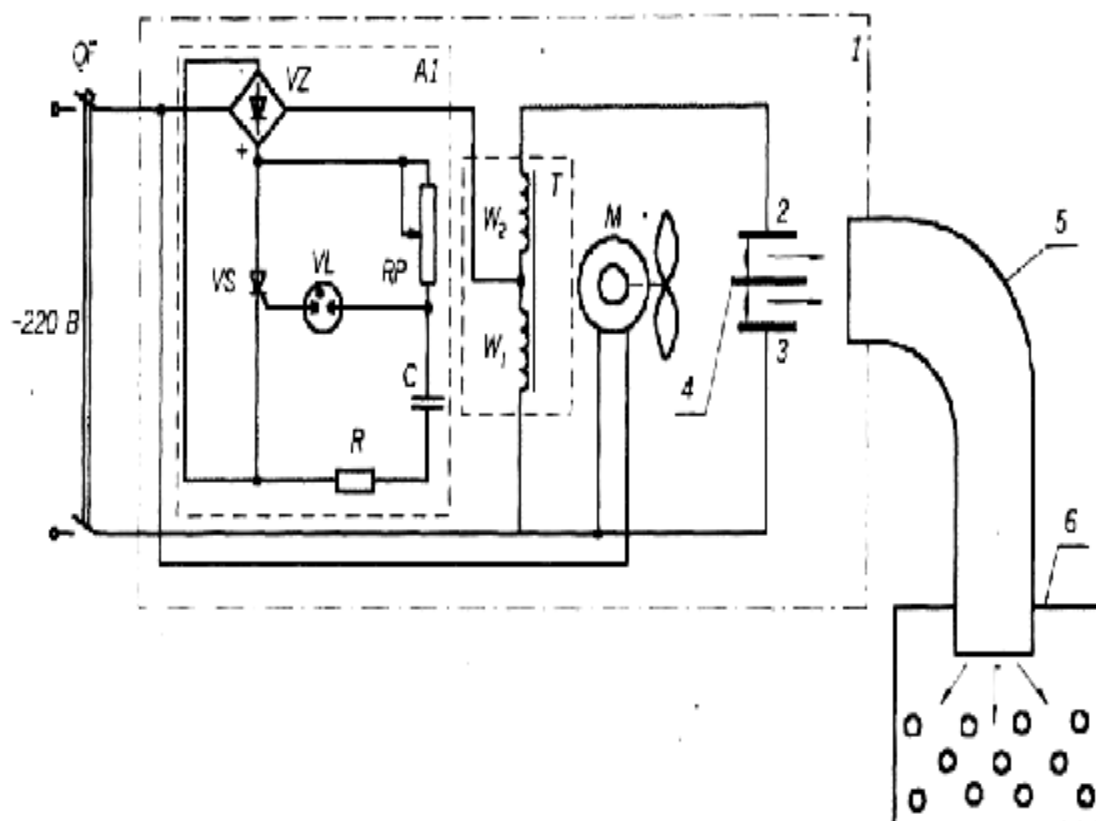
В основу винаходу була покладена технічна задача створення пристрою для електроіонізації повітря в зоні коронного розряду. Відомі при-

строї для антисептування продовольчих продуктів містять камеру іонізації повітря із системою коронуючих електродів, джерело живлення у вигляді підвищувального трансформатора і випрямляча [3, 4]. Але через великі габарити цей пристрій важко використовувати для підготовки продукції до зберігання у пакетах. В малогабаритному ж пристрої для електронно-іонній обробці овочів [2] для регулювання напруги використовується лабораторний трансформатор, що робить його незручним у користуванні. У пристрої, що пропонується, за рахунок модифікації підвищувального трансформатора, введення тиристорного регулятора потужності, діелектричного бар'єра, виконання порогового елемента у вигляді неонові лампи забезпечується регулювання напруженості електричного поля і зменшення габаритних розмірів пристрою, що дозволяє змінювати концентрацію негативних іонів у повітрі залежно від виду продукції. Схему пристрою надано на рисунку.

Даний пристрій складається з камери іонізації повітря (1), що виконана з діелектричного матеріалу, в якій встановлено коронуючі електроди (2, 3), підвищувального автотрансформатора (Т), виконаного у вигляді двосекційної індукційної котушки з різною кількістю витків у секціях W_1 , W_2 і тиристорного регулятора потужності (А), що містить двонапівперіодний випрямляч VZ , у випрямлену діагональ якого ввімкнений тиристор VS . До силових електродів тиристора приєднаний ланцюг із послідовно сполучених регулювального резистора RP , конденсатора C і резистора R . Пороговий елемент виконаний у вигляді неонові лампи VL . Між коронуючими електродами із зазорами з обох боків встановлений діелектричний бар'єр (4). До гнучкого металевих повітропроводу (5) приєднується поліетиленовий пакет (6) із продукцією. Вентилятор (М) призначений для видудання з міжелектродного простору антисептичного газу, утвореного у результаті іонізації повітря.

Принцип роботи пристрою: при підключенні його до електричної мережі автоматичним вимикачем QF , змінний струм протікає по секціях W_1 , W_2 підвищувального трансформатора Т, у результаті чого у його вторинній обмотці індукується електрорушійна сила (ЕРС), величина якої пропорційна відношенню кількості витків вторинної обмотки до первинної. Індукована ЕРС поступає на електроди 2,3. Під дією електричного поля високої напруги між електродами виникає електричний розряд, в результаті чого відбувається іонізація повітря з попутним утворенням озону, що є сильним антисептиком. Утворений в міжелектродних зазорах антисеп-

птичний газ видувається вентилятором М і за допомогою гнучкого шлангу 5 транспортується в пакети 6 з продукцією, призначеною для зберігання.



**Рис. Пристрій для електронно-іонної обробки
плодово-овочевої продукції**

Досягнення позитивного ефекту при здійсненні даного технічного рішення підтверджується можливістю застосування пристрою для обробки рослинної сировини, призначеної для зберігання, з різними режимами.

Продуктивність пристрою - 9,3 кг/г, габаритні розміри - 200x130x130 мм, маса - 2,0 кг, вартість - приблизно 60 грн., електричний струм, що споживається, - 30 мА при напрузі у мережі 220 В.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пристрій для електронно-іонної обробки продовольчих продуктів: Патент 2323 Україна, МПК7 А23В7/015, А23L3/32. В.Я.Жарков, Д.С. Степаненко.- Оpubл. 16.02.04, Бюл. №2.
2. Лившиц М.Н. Аэроионификация: Практическое применение.- М: Стройиздат, 1990.-168 с.
3. Устройство для электроантисептирования пищевых продуктов: А.с. 459210 СССР, МКИ А23L3/32. Бут А.И., Сапожников И.В., Токарев А.А.- Оpubл. 20.04.75, Бюл.№5.
4. Устройство для подготовки продуктов к хранения: А.с. 1053813 СССР, МКИ4 А23L3/32, А01F25/00. И.И. Мартыненко, В.И. Мищенко, В.А. Музыченко.-Оpubл. 30.08.83, Бюл. №42.

ПРОБЛЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ АВТОСЛЮСАРІВ В УМОВАХ ПРОФЕСІЙНО – ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

К.М.Горбунова, кандидат педагогічних наук, доцент

О.В.Рябоконт, магістр

Миколаївський державний аграрний університет

У статті розглядаються результати педагогічного експерименту щодо формування ділової активності у учнів професійно–технічних навчальних закладів. Найбільш ефективні методи формування ділової активності–ігрові методи навчання. Наводяться приклади використання ділових ігор при проведенні уроків теоретичного і виробничого навчання.

Сучасна соціально–економічна ситуація висуває нові вимоги до підготовки учнів професійно-технічних навчальних закладів. Особлива увага надається питанням створення умов для розвитку ділових якостей учнів.

Тому сьогодні дуже гостро постає проблема створення ефективної системи підготовки кваліфікованих робітників, в якій знайдуть відображення досягнення різних наук, що пов'язані з удосконаленням професійної освіти. Державна програма «Освіта» пропонує адаптувати англійську модель розвитку ділової активності під умови українського освітнього простору.

На основі теоретичного аналізу проблеми навчання ділової активності була розроблена експериментальна модель. Вона включала в себе удосконалення методів підготовки учнів щодо ділової активності. В ході вивчення таких дисциплін, як “Основи галузевої економіки”, “Система ТО та ремонту машин”, були введені елементи ділової гри, які на наш погляд, сприяють підвищенню рівня ділової активності.

Звертається увага на те, що для вікової категорії 14 років характерні зміни у виборі професії. Наші уроки – ігри дають можливість спробувати себе на різних посадах, а інколи - на спеціалізаціях.

Досвід показав, що уроки-ігри ефективні насамперед тому, що до гри залучається вся група учнів без виключення і характерно те, що активність учнів в грі поступово зростає.

Особливою цінністю в період проведення таких ігор є те, що учням професійно-технічних навчальних закладів відкриваються широкі можливості для фантазії, пошуку та нестандартного підходу до питань. Саме в період проведення гри розкриваються ділові якості учнів. Але це тільки в тому випадку, якщо педагог буде дотримуватися основних положень методики проведення навчальних ділових ігор.

Вміння критично оцінювати ситуацію, знаходити позитивні і негативні сторони, аналізувати умови, що забезпечили б успіх в переговорах,

вміння висловлювати свої думки - це важливі якості особистості з боку ділової активності. Проаналізувавши результати тестування, яке було проведено серед учнів професійно-технічних навчальних закладів Миколаївської області, можна зробити висновок, що ці риси сформовані у учнів професійно-технічних навчальних закладів на недостатньому рівні.

Ігрові методи навчання сприяють формуванню навичок роботи в колективі, дають змогу виховати толерантність та можливість вести переговори.

Звернення до ділової гри пояснюється тим, що колективна діяльність є важливим фактором розвитку індивідуальних здібностей, оскільки вона передбачає активну участь кожного учня у пошуку, відборі, плануванні і т. д. Метою товариської турботи, вважав І. П. Іванов, [4, с.164] є розкриття і розвиток творчих сил людини у конкретних справах і вчинках на загальну радість і користь.

Експериментальною програмою передбачалося формування знань умінь і навичок шляхом оптимального використання можливостей ряду дисциплін, які включено в навчальний план.

Експеримент з розвитку ділової активності учнів професійно технічних навчальних закладів проводився на базі філіалу Надбузького ліцею який знаходиться у Миколаївському районі у другому відділенні селища Воскресенськ.

Експеримент проводився з метою удосконалення формування ділової активності і адаптації її під професію слюсар з ремонту автомобілів.

Для проведення експерименту були вибрані три уроки з різних дисциплін «Основи галузевої економіки» за темою: «Основи підприємництва» на прикладі станції технічного обслуговування, «Система технічного обслуговування машин» тема «Ремонтні підприємства і технічний процес» і один урок з виробничого навчання на тему: «Згинання та випрямлення металу - як справа, яка може приносити прибуток». Усі ці уроки були спрямовані на розвиток ділової активності. Для того, щоб визначити їх ефективність, було проведено тестування до проведення уроків, а також після проведення, а потім були проаналізовані результати.

При проведенні першого тестування та спостереженні за учнями нами визначалися деяка нерішучість і невизначеність при відповідях на питання тесту, спостерігалася деяка невпевненість, крім того, що вони не зрозуміли питання, вони не перепитали і зробили зовсім не те, що від них вимагалось. Наприклад, в питаннях, коли від учнів потребувалося обрати одну відповідь - вони обирали декілька і, таким чином, питання зараховувалося як неправильна відповідь. Слід відзначити два учня (6 %), у яких риси ділової активності розвинуті краще, ніж у інших. Це було помітно по тому, що вони не вагаючись перепитували незрозумілі для них питання, і підхід до тесту у них був не такий, як у інших учнів. Вони одразу розібра-

лись з поняттям ділової активності і, з точки зору ділової активності, відповіли на 95 % питань правильно.

На першому уроці, який проводився з дисципліни «Основи галузевої економіки» на тему: “Основи підприємництва на прикладі станції технічного сервісу”, одразу було помітно, що учні були здивовані тим, як проводився урок, насамперед тому, що це більше гра, ніж урок, і на ньому не потрібно вести конспект, ніхто не опитує як на звичайних уроках і це надало розкутості у поведінці і добре сказалося на уроці, допомогло з’ясувати ділові якості учнів.

Нами був розроблений урок, за умовами якого група розбивалася на три підгрупи, які відповідали кожен за свої питання. Урок розроблений на прикладі станції технічного обслуговування, і ми хотіли навчити учнів тим якостям, які потрібні для відкриття власного СТО. Ми обмежили учнів у грошах і тому основну частину коштів вони повинні були знайти самі.

Кожна група відповідала:

- 1-група - за обладнання та споруду;
- 2-група - за документальну частину;
- 3-група - за рекламу майбутнього СТО.

Найскладнішим виявився розподіл на групи, так як ми не дуже добре були знайомі з аудиторією, а кожен з пунктів не відповідає тим знанням, які надаються у ПТНЗ. Але ясно було одне, що ті два учня, які були намічені нами на тестуванні повинні бути у різних групах, щоб вирівняти шанси, і урок-гра не зайшов у глухий кут. Іншим учням ми дозволили розділитися самостійно.

На початку гри було помітно, що учні не можуть зрозуміти, що від них вимагають. Спочатку була дуже напружена ситуація в групі і учні немов чекали, що їх будуть опитувати, але потім ситуація в аудиторії стала більш спокійною, і учні почали працювати. Треба відмітити, що активно працювали практично усі учні.

На цьому уроці було дуже помітно, що в учнів не вистачало знань з юриспруденції, рекламного бізнесу та з банківської справи, і це дуже ускладнило роботу педагога. Постійно доводилося підказувати, наводити на вірну відповідь. Можна сказати, що цей урок був найскладнішим з трьох уроків, які ми провели.

Другим ми проводили урок-гру з дисципліни «Система технічного обслуговування машин» тема: “Ремонтні підприємства і технічний сервіс”.

Суть гри полягала у тому, що потрібно було, щоб учні представили себе працівниками СТО, які отримують зарплатню залежно від кількості виконаної роботи. Учням потрібно було зробити ТО автомобілів КАМАЗ. Головним завданням було знайти технологію і добрати інструменти, які дозволять заощадити енергію і час.

Цей урок з самого початку відрізнявся від першого тим, що період адаптації пройшов практично за перші 5 хвилин уроку. Також було поміт-

но, що учні значно краще орієнтуються в темі технологій ТО, бо лише ми висловили задачу - одразу пішли пропозиції.

Третій урок, який ми провели, був з практичного навчання на тему: “Згинання та випрямлення металу – як справа, яка може приносити прибуток”.

Кожен учень має інструмент і заготовки металу, на яких він вчиться працювати. Кожен учень представляє, що він працює на СТО і йому на ремонт приганяють розбите авто, у кожного з них може бути своє завдання ремонту і рівень складності залежно від рівня підготовки учня.

Учні повинні самі вибрати вид інструменту і матеріалів якими вони будуть працювати. Завдання полягає у тому, щоб добирати такий інструмент, який дозволить зекономити енергетичні затрати, затрати часу та затрати на матеріали.

Найскладніше було переконати учнів у тому, що ця жерстянка, яку вони отримали, це якась деталь з розбитого авто. Також проблема була з тим, що учні не орієнтуються в сучасних матеріалах і не вистачає сучасного обладнання для навчання.

В ході експерименту, для того щоб визначити ефективність уроків_ігор ми проводили тестування до проведення уроків і після. Тестування показало, що учні почали краще орієнтуватися в питаннях ділової активності, стали більш розкутими і перестали боятися висловлювати свою думку. Про це свідчить рівень ділової активності на початку експерименту:

- високий рівень ділової активності – 6 % учнів;
- середній рівень ділової активності – 33 % учнів;
- низький рівень ділової активності – 61 % учнів.

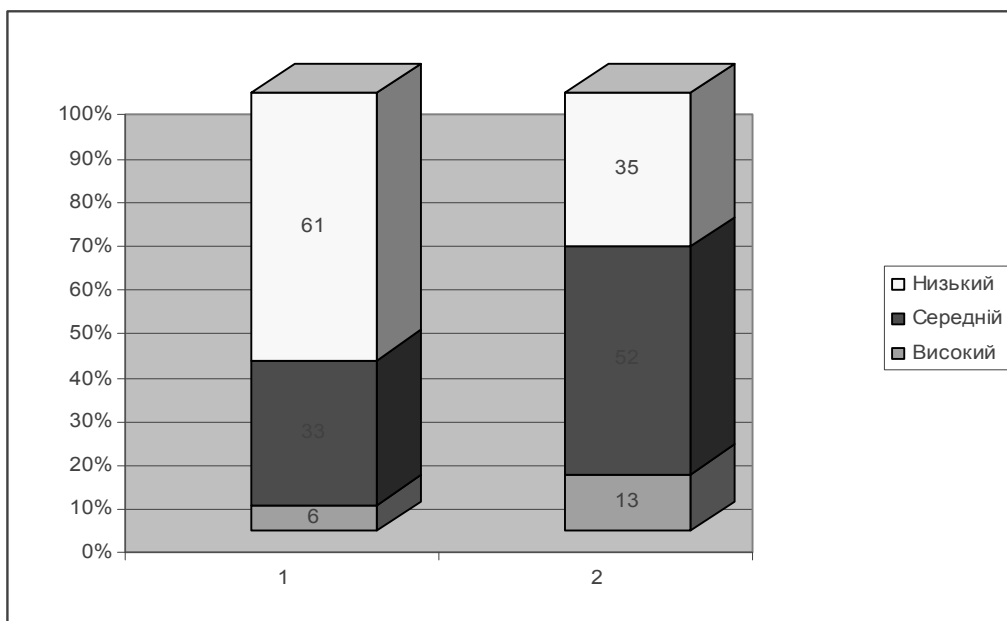
Після впровадження в навчальний процес елементів ділової гри рівень ділової активності учнів в експериментальній групі виріс і став дорівнювати:

- високий рівень ділової активності – 13 % учнів;
- середній рівень ділової активності – 52 % учнів;
- низький рівень ділової активності – 35 % учнів.

Динаміку росту ділової активності учнів професійно-технічних навчальних закладів до і після експерименту представлено на діаграмі.

Аналізуючи результати досліджень, можна зробити висновки:

- професійно-технічні навчальні заклади приділяють недостатньо уваги формуванню ділової активності у учнів;
- інженерно-педагогічні працівники професійно-технічних навчальних закладів не мають достатньої професійно-педагогічної підготовки для того, щоб впроваджувати в навчально-виховний процес інтерактивні і активні методи навчання, що сприяють формуванню ділової активності.



Діаграма. Динаміка зміни ділової активності учнів ПТНЗ до і після педагогічного експерименту:
1 – до експерименту; 2 – після експерименту

ЛІТЕРАТУРА

1. Журнал "Професійна освіта". Спецвипуск -2004-50 с.
2. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. – К: Либідь, 1997 – 374 с.
3. Державна національна програма «Освіта» - К., 1994.
4. Ділова активність у системі професійної освіти. – Центр з професійної освіти Республіка Словенія, м. Любляна, 1998. – 287 с.

УДК 621.923

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК РАСПЫЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛА ИОННОЙ БОМБАРДИРОВКОЙ

С.И.Шкурат, кандидат химических наук, доцент
 Национальный кораблестроительный университет
 им.адм. Макарова

П.Н.Полянский, ассистент

А.С.Садовый, студент

Д.Л.Акименко, студент

Николаевский государственный аграрный университет

Розглянуто методи та принципові схеми установки і характеристики методів отримання тонких плівок розпилюванням матеріалів на поверхню ріжучого інструмент, та порівняльні характеристики різних методів отримання тонких плівок

Процесс нанесения покрытия на поверхность режущего инструмента определяется как свойствами материала покрытия и инструмента, так и

спецификой протекания процессов формирования покрытия. Исходя из выше сказанного, все методы нанесения покрытий можно разделить на две группы.

В первую группу входят методы химического осаждения покрытий из парогазовой фазы (ХОП). Вторая группа – это методы физического осаждения покрытий (ФОП). К этим методам относятся: метод получения тонких пленок распылением материалов ионной бомбардировкой (РИБ); метод генерации потока осаждаемого вещества термическим испарением (МТИ).

Получение тонких пленок распылением материалов ионной бомбардировкой.

Ионное распыление (ИР) – метод вакуумного напыления, в котором осаждаемый атомарный поток получают в результате бомбардировки ускоренными ионами поверхности исходного напыляемого материала и последующей инжекции распыленных атомов в паровую фазу.

Характер взаимодействия бомбардирующих ионов с поверхностью твердого тела определяется их энергией. При энергиях меньших 5 эВ взаимодействие ограничивается физически и химически адсорбированными слоями, вызывая их десорбцию и обуславливая протекание различных химических реакций. При кинетических энергиях, превышающих энергию связи атомов в кристаллической решетке, бомбардировка вызывает разрушение приповерхностного слоя и выброс атомов в паровую фазу (распыление). Минимальная энергия ионов, приводящая к выбиванию атомов с поверхности, называется пороговой энергией распыления. Значение ее находится в интервале энергий от 15 до 30 эВ.

Характеристикой процесса ИР служит коэффициент распыления, определяемый количеством атомов, выбитых с бомбардируемой поверхности падающим ионом. При возрастании энергии бомбардирующих ионов свыше 100 эВ коэффициент распыления резко увеличивается и в области 5-10 кэВ выходит на насыщение. Дальнейшее повышение кинетической энергии свыше 100 кэВ приводит к снижению распыления, вызванному радиационными эффектами и внедрениями ионов в кристаллическую решетку. Диапазон энергий бомбардирующих ионов, представляющих интерес при получении покрытий, находится в пределах от 300 до 5000 эВ. Распыление вызывается, в основном, передачей импульса энергии от бомбардирующей частицы атомам кристаллической решетки в результате серии последовательных столкновений. Передача импульса от падающих ионов происходит в первых атомных слоях решетки. Например, при бомбардировке поверхности поликристаллической меди ионами аргона с энергией 1000 эВ глубина проникновения равнялась трем атомным слоям.

Энергия распыления атомов значительно превышает кинетическую энергию испаренных атомов и составляет 0,1-100 эВ. Распыление сопро-

возбуждается эмиссией вторичных электронов, которые ускоряются в электрическом поле, вызывая дополнительную ионизацию.

Коэффициент распыления определяется энергией и направлением падения ионов, природой взаимодействующих материалов, кристаллографической структурой и атомным строением бомбардируемой поверхности.

Наибольшее распространение в качестве источника бомбардирующих ионов получил инертный газ аргон, имеющий массу, достаточную для распыления, и характеризующийся относительно малой стоимостью.

Влияние температурных условий незначительно. Распыление металлов в твердом и расплавленном состояниях практически не различается. Исключение составляет область температур, при которых переход атомов в паровую фазу путем испарения становится существенным и превышает распыление. С увеличением угла падения ионов (относительно нормали к поверхности) эффективность распыления возрастает.

В установках ВН поток распыленных атомов создается либо в результате бомбардировки ионами плазмы разряда поверхности исходного напыляемого материала, находящегося под отрицательным потенциалом или являющегося катодом тлеющего разряда (ионно-плазменное распыление, разновидностями которого являются катодное, магнетронное распыление), либо за счет бомбардировки ускоренными ионами, эмитированных автономным источником (ионно-лучевое распыление). В зависимости от схемы распылительного устройства напыление при давлении остаточных газов от 10 до 10^{-2} Па [5].

Принципиальная схема установки и характеристики метода ионно-лучевого распыления

В данном методе для распыления используется пучок частиц высокой энергии. Для создания таких потоков частиц с контролируемой энергией разработаны системы ионных пушек (рис. 1) [5].

Низковольтный разряд (40-80 В) возбуждается в среде аргона. Наличие термоэлектронного катода обеспечивает стабильность разряда в широком интервале давлений от 100 до 10^{-1} Па. Магнитное поле, создаваемое в области цилиндрического анода, изменяет траекторию электронов, увеличивая вероятность столкновения с молекулами газа. Система фокусировки и ускорения позволяет получать практически моноэнергетические пучки ионов с энергией от 100 до 3000 эВ и плотностью тока от $0,1$ до 20 мА/см². Есть сведения о получении пучков аргона с плотностью тока до 26 мА/см² при ускоряющем напряжении 1000 В. Получение пучков низкоэнергетических ионов с высокой плотностью тока ограничено. Для нейтрализации потока ионов, с целью распыления диэлектрических материалов, в пушку устанавливают источник низкоэнергетических электронов [5].

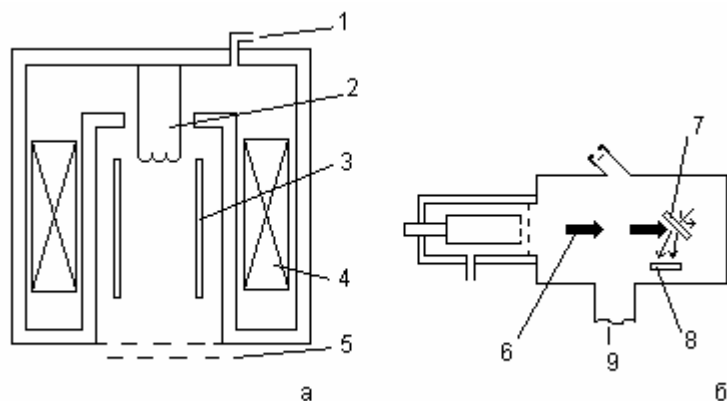


Рис. 1. Ионно-лучевое распыление: 1 – напуск рабочего газа; 2 – термоэлектронный катод; 3 – анод; 4 – магнитная система; 5 – ускоряющий электрод; 6 – пучок ионов; 7 – распыляемый материал; 8 – подложкодержатель; 9 – присоединение к вакуумной системе; а – ионная пушка; б – схема напыления

Влияние режимов нанесения на характеристики покрытий

Покрытие TiCN было нанесено посредством ионно-лучевого распыления. Период решетки данного покрытия зависит от соотношения между количеством азота и углеводородной смеси в реакционном газе. Из рис. 2 видно, что период решетки максимален и равен 4.325 Å, когда реактивный газ содержит только углеводородную смесь, и минимальный период – 4.261 Å, когда реактивный газ содержит только азот [7].

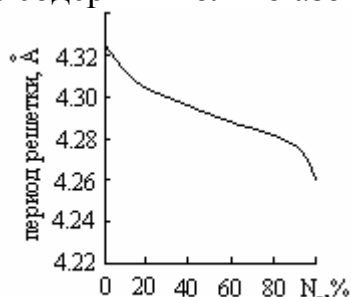


Рис. 2. Изменение периода решетки фазы TiCN в зависимости от объемной концентрации азота в реактивной газовой смеси в процессе конденсации

Ионно-плазменное распыление: принципиальная схема установки и характеристики метода катодного распыления

Принципиальная схема установки приведена на рис. 4 [4].

Метод осуществляется следующим образом. Вакуумный объем, содержащий анод и катод, откачивают до давления 10^{-4} Па, после чего производят напуск инертного газа (обычно это Ar при давлении 1-10 Па). Для зажигания тлеющего разряда между катодом и анодом подается высокое напряжение 1-10 кВ. Положительные ионы инертного газа, источником которого является плазма тлеющего разряда, ускоряются в электрическом

поле и бомбардируют катод, вызывая его распыление. Распыленные атомы попадают на подложку и оседают в виде тонкой пленки [5].

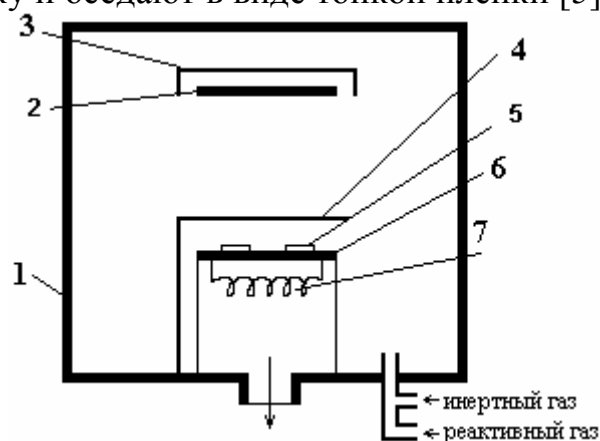


Рис. 3. Схема установки для нанесения покрытий катодным распылением: 1 – камера; 2 – катод; 3 – заземленный экран; 4 – заслонка; 5 – подложка; 6 – заземленный анод; 7 – резистивный нагреватель подложки

Преимущества метода катодного распыления в следующем:

- безынерционность процесса;
- низкие температуры процесса;
- возможность получения пленок тугоплавких металлов и сплавов (в том числе и многокомпонентных);
- сохранение стехиометрического исходного материала при напылении;
- возможность получения равномерных по толщине пленок;

Метод имеет недостатки:

- низкая скорость осаждения (0.3-1 нм/с);
- загрязнение пленок рабочим газом вследствие проведения процесса при высоких давлениях;
- низкая степень ионизации осаждаемого вещества.

Данный метод может быть осуществлен и по другой схеме – диодная схема распыления.

Ионно-плазменное распыление: принципиальная схема установки и характеристики метода диодного распыления

Диодная установка для напыления состоит из двух плоских электродов, расположенных параллельно и отстоящих друг от друга на расстоянии 5-15 см. Катод изготавливают из напыляемого материала. Он электрически изолирован и соединен с отрицательным полюсом высоковольтного выпрямителя. Анод, он же и подложкодержатель, обычно находится под потенциалом земли. Камера предварительно вакуумируется до 10^{-3} Па и на катод подается потенциал 3-5 кВ. При определенном напряжении, которое зависит от геометрии электродов, расстояния между ними и давления газа, происходит пробой и возбуждается в аргоне тлеющий разряд постоянного

тока. Положительные ионы, ускоренные в прикатодной области, бомбардируют и распыляют поверхность катода – напыляемого материала. Поток распыленных атомов осаждается на подложке в виде тонких пленок. Незначительные скорости осаждения (0,01 мкм/мин), обусловленные низкой плотностью ионного тока на катоде, и невысокий вакуум ограничивают применение метода. Кроме того, эмитированные катодом и ускоренные в электрическом поле (2-5 кэВ) электроны интенсивно бомбардируют анод и размещенные на нем подложки, вызывая их перегрев и радиационные дефекты в структуре [5].

Ионно-плазменное распыление: принципиальная схема установки и характеристики метода магнетронного распыления.

Схема магнетронной распылительной системы приведена на рис. 4.

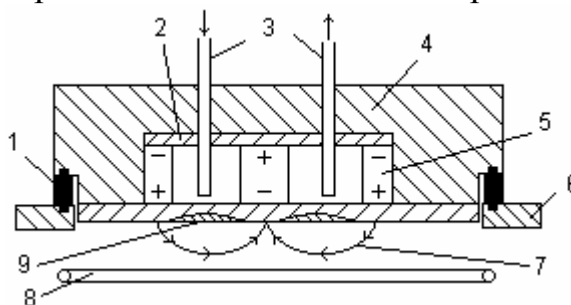


Рис. 4. Схема магнетронной системы ионного распыления с плоским катодом: 1 – изолятор; 2 – магнитопровод; 3 – система водоохлаждения; 4 – корпус катодного узла; 5 – постоянный магнит; 6 – стенка вакуумной камеры; 7 – силовые линии магнитного поля; 8 – кольцевой водоохлаждаемый анод; 9 – зона эрозии распыляемого катода

Основными элементами являются плоский катод, изготовленный из напыляемого материала, анод, устанавливаемый по периметру катода, магнитная система, обычно на основе постоянных магнитов, и система водоохлаждения. Силовые линии магнитного поля, замыкаясь между полюсами, пересекаются с линиями электрического поля. Принцип действия установки основан на торможении электронов в скрещенных электрических и магнитных полях.

Известно, что на заряд, движущийся в электромагнитном поле, действует сила Лоренца, направление которой, по правилу сложения сил, зависит от направления ее составляющих. При этом, часть силы Лоренца, обусловленная действием магнитного поля, не совершает работы, а лишь искривляет траекторию движения частицы, заставляя ее двигаться по окружности в плоскости, перпендикулярной V и B .

Таким образом, в магнетронных устройствах при одновременном действии электрических и магнитных полей изменяется траектория движения электрона. Электроны, эмитированные катодом и образующиеся в результате ионизации, под действием замкнутого магнитного поля локализуются непосредственно над поверхностью распыляемого материала. Они как бы попадают в ловушку, образуемую, с одной стороны, действием ма-

гнитного поля, заставляющего двигаться электроны по циклоидальной траектории вблизи поверхности, с другой – отталкиванием их электрическим полем катода в направлении к аноду. Вероятность и количество столкновения электронов с молекулами аргона и их ионизация резко возрастают. Из-за неоднородности действия электрических и магнитных полей в прикатодной зоне интенсивность ионизации в различных участках различна. Максимальное значение наблюдается в области, где линии индукции магнитного поля перпендикулярны вектору напряженности электрического поля, минимальное – где их направление совпадает.

Локализация плазмы в прикатодном пространстве позволила получить значительно большую плотность ионного тока при меньших рабочих давлениях, и, соответственно, обеспечить высокие скорости распыления.

Магнетронные устройства относятся к низковольтным системам ионного распыления. Напряжение источника питания постоянного тока не превышает 1000-1500 В. При подаче отрицательного потенциала на катод между электродами возбуждается аномальный тлеющий разряд в среде аргона. Наличие магнитной ловушки обеспечивает при одних и тех же давлениях газа возникновение разряда при более низких напряжениях по сравнению с диодными системами. Напряжение разряда составляет 300-700 В.

Магнетрон может работать в диапазонах давления рабочего газа от 10^{-2} до 1 Па и выше. Давление газа и индукция магнитного поля оказывают значительные влияния на характеристики разряда. Понижение давления обуславливает повышение рабочих напряжений. В то же время для каждой магнетронной системы существует некоторый интервал значений, обычно 10^{-1} – 1 Па, в котором колебание давления не оказывает существенного влияния на изменение параметров разряда. Воздействие магнитного поля аналогично действию газовой среды. Поэтому низкие рабочие давления в магнетронах обеспечивают увеличение индукции магнитного поля, величина которой у поверхности катода составляет 0,03-0,1 Тл. Повышение удельной мощности способствует стабилизации разряда в области низких давлений [5].

Преимущества метода [4]:

- высокая скорость распыления при низких рабочих напряжениях (600-800 В) и при небольших давлениях рабочего газа ($5 \cdot 10^{-1}$ -10 Па);
- отсутствие перегрева подложки;
- малая степень загрязнения пленок;
- возможность получения равномерных по толщине пленок на большей площади подложек.

Влияние магнетронной системы на свойства покрытий.

В зависимости от параметров процесса при магнетронном распылении покрытие TiN_x (x меняется от 1 до 0.6) может иметь микротвердость от 14000 до 40000 МПа (при температуре подложки 300-330 °С).

Зависимость микротвердости TiN от парциального давления азота имеет явно выраженный максимум (рис. 5).

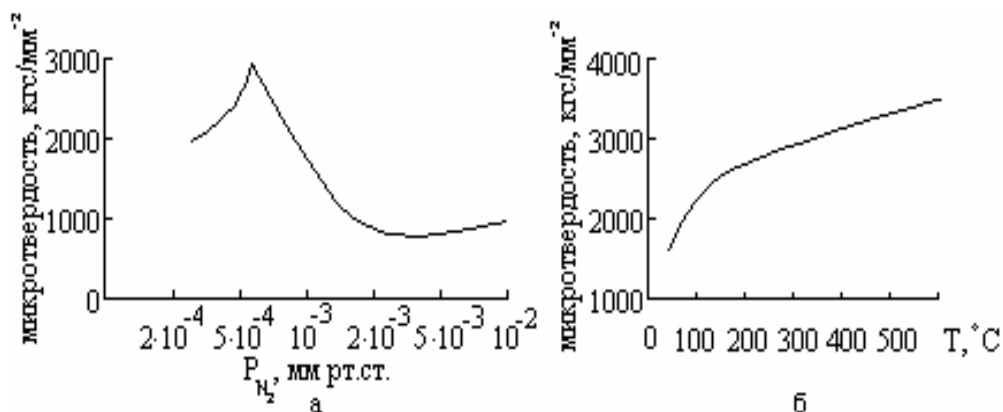


Рис. 5. Зависимость микротвердости покрытия TiN при магнетронном распылении от парциального давления азота (а) и температуры подложки (б)

На рис. 6 показана зависимость микротвердости покрытий TiN_x от расхода азота при магнетронном распылении, при величине полезной мощности равной 2 кВт [3].

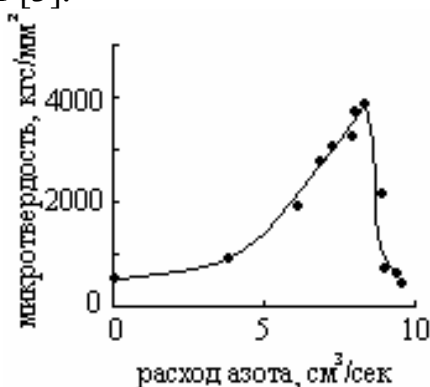


Рис. 6. Зависимость микротвердости пленки TiN_x от расхода азота

Сравнительные характеристики различных методов получения тонких пленок.

Характеристики покрытий зависят от метод их нанесения на рабочую поверхность (табл. 1, 2) [1].

Таблица 1

Твердость некоторых карбидовых покрытий, полученных различными способами

Соединение	Метод	Микротвердость, МПа
TiC	МТИ	25000-30000
		30000-55000
	РИБ	24000
Cr ₇ C ₃	ХОП	33500-36000 45000
	МТИ	22000
	ХОП	19000-22000

**Твердость некоторых нитридных покрытий, полученных
осаждением из паровой и газовой фазы**

Соединение	Метод	Микротвердость, МПа
TiN	МТИ	19000-28000
	РИБ	14000-40000 19000
	ХОП	19000-24000
CrN	РИБ	35000

ЛИТЕРАТУРА

1. Волин Э.М. Ионно-плазменные методы получения износостойких покрытий (Обзор зарубежной литературы за 1979-1983 гг.) // *Технология легких сплавов.* – 1984. - № 10.
2. Мацевитый В.М., Борушко М.С., Береснев В.М., Романова Л.М., Удовенко Е.С. Структура и механические свойства вакуумно-плазменных покрытий TiCN // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия.*– 1984. - № 3.
3. Заявка 20935 Англия. Механические свойства пленок нитрида титана. Плазменное осаждение пленок нитрида титана / Мюзил Дж., Вискожид Дж., Баснер Р., Уэллер Ф. Оpubл. 1985.
4. Белый А.В., Карпенко Г.Д., Мышкин Н.К. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев. – М.: Машиностроение, 1991.
5. Никитин М.М. Технология и оборудование вакуумного напыления. – М.: Металлургия, 1992.
6. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1993.
7. Гнесин Г.Г., Фоменко С.Н. Износостойкие покрытия на инструментальных материалах (обзор) // *Порошковая металлургия.* – 1996. – № 9-10. – С. 17–26.
8. Житомерский В.И., Гримбегр И., Жозэф М.К. и др. Вакуумно-дуговое осаждение металл/керамических покрытий на полимерную подложку. // *Поверхность и технология нанесения покрытий.* –1998. –№ 108-109. – С. 160-165.
9. Гримбегр И., Житомерский В.И. и др. Многокомпонентные покрытия (Ti,Zr)N и (Ti,Nb)N, нанесенные вакуумно-дуговым методом. // *Поверхность и технология нанесения покрытий.* –1998. –№ 108-109. – С. 154-159.
10. Бохман Р.Л., Житомерский В.И., Гримбегр И. и др. Структура и твердость многослойных нитридных покрытий Ti, Zr и Nb осажденных вакуумно-дуговым методом. // *Поверхность и технология нанесения покрытий.* –2000. –№ 125. – С. 257-262.

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ НАСІННЯ ОВОЧЕ-БАШТАННИХ КУЛЬТУР ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ЛІНІЇ ДОРОБКИ

С.І.Пастушенко, доктор технічних наук, професор

М.М.Огієнко, асистент

Н.А.Горбенко, студентка

Миколаївський державний аграрний університет

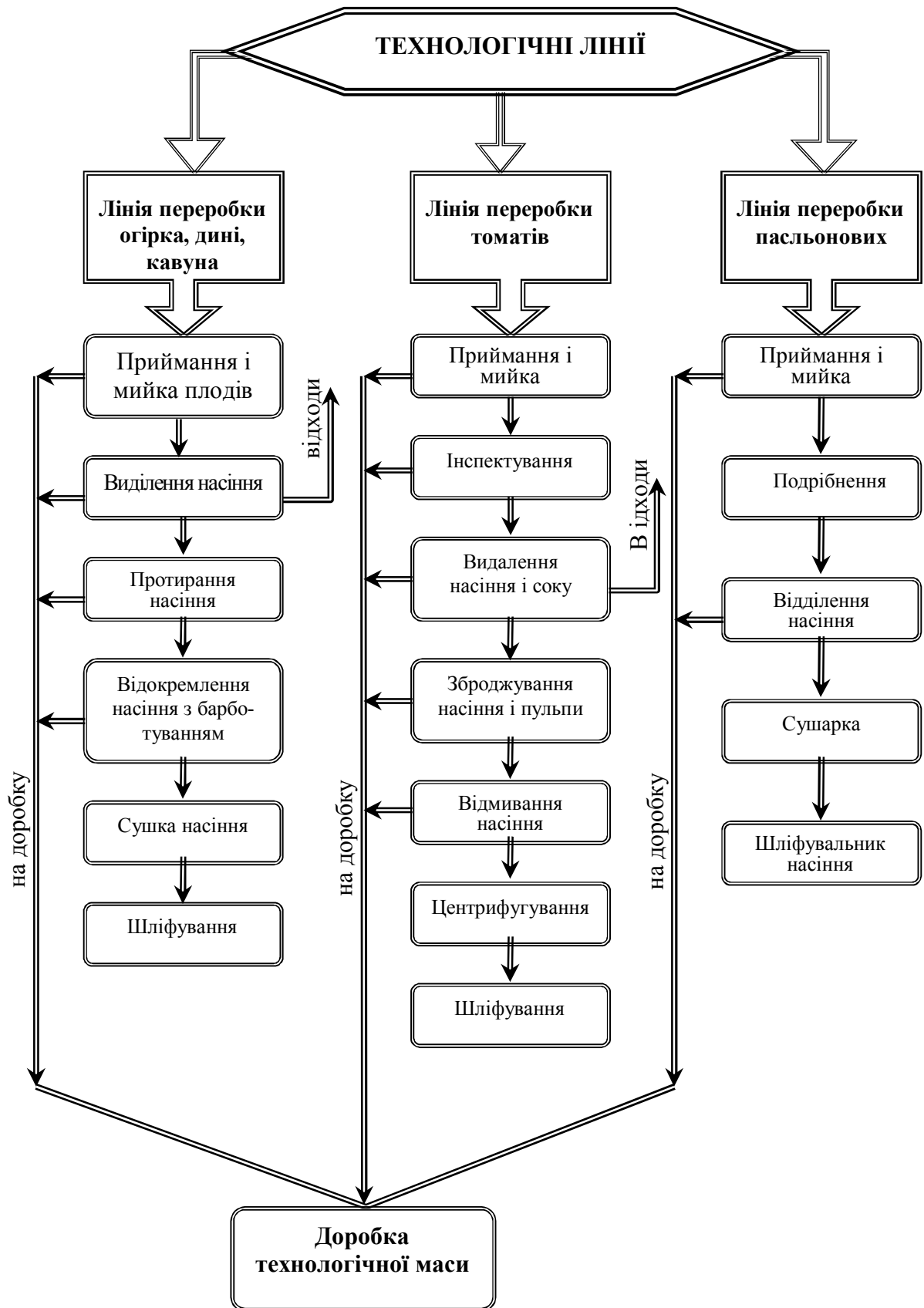
Роботу присвячено розробці загальної технології переробки насінневих плодів овоче-баштанних культур з метою отримання насіння з використанням технологічної лінії доробки

Останні роки в Україні приділяється увага розвитку насінництва, в тому числі і виробництва насіння овоче-баштанних культур. Це створює необхідність розробки сучасних конструкцій машин та обладнання для технологічних ліній.

Технологічний процес виділення і доробки насіння овоче-баштанних культур складається з ряду послідовних операцій, в процесі яких робочі органи кожної з машин технологічного комплексу мають вплив на насінневі плоди і на насіння. Під час обробки насінневих плодів здійснюється зміна їх первинного стану з метою вилучення насіння. Таким чином, для отримання високоякісного насінневого матеріалу в технологічному комплексі повинно бути задіяне обладнання, що задовольнятиме вимогам до якості кінцевого матеріалу. Під час виділення насіння за відомими технологічними схемами відбуваються втрати насіння разом із технологічною масою насінників, яка видаляється у відходи і складається з м'якоті насінників, шкірки, мезги, слизових включень і т.і. Обсяги цих втрат кондиційного насіння складають до 15 %. Це створює необхідність удосконалення існуючих і розробки сучасних комплексів машин та обладнання для виділення та доробки технологічної маси насінників з метою виділення насіння, що залишається в ній.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішення цієї проблеми можливо після здійснення детального аналізу технологічних схем отримання насіння різноманітних овоче-баштанних культур, вивчення недоліків в роботі комплексів машин та обладнання. Проведене узагальнення відомих технологій дозволило з'ясувати, що в існуючих технологічних схемах переробки більшості овочевих культур відсутні машини для доробки технологічної маси насінників.

Проаналізувавши роботу технологічних ліній переробки насінневих плодів овоче-баштанних культур ЛСБ-20, ЛСТ-10 та УСБ-8 [1,2], які використовуються для виділення насіння огірків, кавунів, дині, томатів, перцю гострого та солодкого, баклажанів, складено структурно-технологічну схему (рис. 1) послідовності технологічних операцій переробки насінників овоче-баштанних культур, вирощування яких є найпоширенішим в умовах Південного регіону України.



**Рис. 1. Структурно-технологічна схема переробки насінників
овоче-баштанних культур**

Викладення основного матеріалу. Аналіз структурно-технологічної схеми підтверджує те, що використання дробки насінневого матеріалу при виробництві насіння з більшості плодів овоче-баштанних культур є необхідним у зв'язку з тим, що впровадження такого технологічного процесу забезпечить зменшення втрат насіння і, таким чином, матиме вплив на економічну ефективність процесу в цілому.

Вивчення технологічного процесу свідчить, що втрати насіння при переробці насінневих плодів спостерігаються вже на першому його етапі - прийманні та мийці продукції. В осаді приймальної ванни залишається до 15 % насіння від його загальної кількості у насінниках, що подаються на переробку [1]. Окрім того, втрати відбуваються і при виконанні операцій виділення, протирання, зброджування та інше.

Таким чином, постає проблема щодо створення структурно-технологічної схеми лінії дробки технологічної маси насінників. Ця лінія може використовуватися як у стаціонарній, так і мобільній технологіях.

Складність створення універсального комплексу машин для механізації процесу дробки технологічної маси насінників різноманітних овоче-баштанних культур полягає у тому, що ці культури мають великі розбіжності у фізико-механічних характеристиках насіння і подрібненої маси, тому для різних культур повинні використовуватися відповідні види сепарації технологічної маси (механічні, гідравлічні, пневматичні), або їх поєднання. Наприклад технологія отримання насіння солодкого та гострого перцю [3] взагалі не потребує використання водних ресурсів, оскільки відокремлення насінної маси відбувається ударним способом, внаслідок чого кількість дрібних домішок зовсім незначна, а для їх відділення достатньо в склад технологічної лінії включити додатково механічний сепаратор (рис.2), в результаті кількість втрат насіння зменшиться до мінімуму.

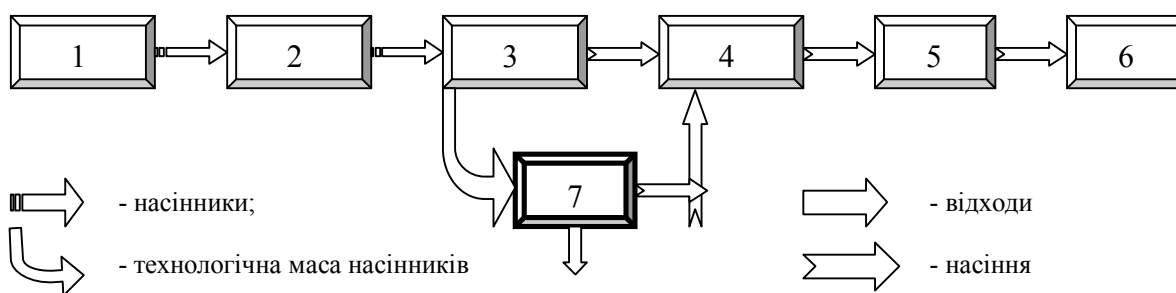


Рис.2. Технологічна схема отримання насіння солодкого і гострого перцю: 1-машина для вирізання захисної коробочки; 2-приймальний бункер; 3-подрібнювач плодів; 4-шнекова сушарка; 5-подавальний лоток; 6-діелектричний сепаратор; 7-додатковий сепаратор для дробки технологічної маси насінників перцю

Найважливішими завданнями при розробці нового обладнання для технологічних ліній є інтенсифікація і безперервність технологічного про-

цесу, компактне розміщення окремих машин та пристроїв, максимальне зниження металоємності та енергоємності за умови показників продуктивності, що задовольняють вимогам виробників.

Показники експлуатаційної технологічності, які визначається доступністю і легкістю технічного і технологічного налагодження машин без їх часткового розбирання, можливістю заміни в процесі експлуатації вузлів і деталей, максимальної їх ремонтпридатності, а також нескладність самої конструкції мають велике значення при створенні машин та обладнання технологічного комплексу.

Для вирішення цього завдання в умовах проблемної науково-дослідної лабораторії конструювання енергоефективної сільськогосподарської техніки і технології факультету механізації сільського господарства Миколаївського державного аграрного університету ведеться робота по розробці модульного обладнання технологічних ліній для отримання насіння овочевих та баштанних культур, комплектація якого залежить від виду культури, сорту та виробничої необхідності господарства.

Висновки. Здійснення аналізу літературних джерел та патентних матеріалів щодо технологічних схем процесів переробки насінневих плодів різних видів овоче-баштанних культур дало можливість зробити висновок про необхідність підвищення якості технологічного процесу за рахунок зниження втрат насіння при виконанні технологічних операцій, шляхом введення додаткового обладнання для доробки технологічної маси насінників.

Вибір виду сепарації для виділення насіння з технологічної маси насінників овоче-баштанних культур здійснюється у відповідності з фізико-механічними властивостями насінневих плодів та насіння

ЛІТЕРАТУРА

1. Анисимов И.Ф. *Машины и поточные линии для производства семян овоще-бахчевых культур*. Кишинев: Штинца, 1987. – 292 с.
2. Медведев В.П., Дураков А.В. *Механизация производства семян овощных и бахчевых культур*. – М.: Агропромиздат, 1985. – 320 с.
3. С.І.Пастушенко, К.М.Думенко *Оцінка якості роботи технологічної лінії для отримання насіння пасльонових культур // Праці / Таврійська державна агротехнічна академія – Мелітополь: ТДАТА, 2006. – Вип. 41. – С. 63-70.*

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОЇ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГОНОСІЇВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

І.П.Масло, доктор технічних наук, професор

Р.В.Хоменко, асистент

Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"

Викладено результати аналізу сучасного стану і перспективи розвитку виробництва теплової енергії з використанням енергоносіїв рослинного походження

Важливе значення для виробництва сільськогосподарської продукції має здійснення раціонального режиму економії в господарствах та використання побічної продукції рослинництва на енергетичні цілі. Останнім часом, завдяки тому, що нові технології та обладнання дозволяють використати енергоносії рослинного походження більш ефективно, увага до них значно зросла.

Потенціал побічної продукції рослинництва, що доступний для використання в якості енергосировини, в більшості країн світу досить великий і його ефективному використанню приділяється значна увага. Наприклад, в Данії щороку близько 1 млн. т. соломи використовується на підприємствах по виробництву теплової та електричної енергії [1].

Агропромисловий комплекс України має значний потенціал побічної продукції рослинництва, доступний для використання при виробництві теплової енергії. На основі статистичних даних, за методикою, розробленою в ННЦ "ІМЕСГ, визначено, що у 2002 році доступний потенціал енергоносіїв рослинного походження становив 7,76 млн. т. Щорічно, залежно від умов, він коливається в межах від 4,12 до 9,25 млн. т.

Регіональний розподіл побічної продукції рослинництва має важливе значення. В степовій зоні сконцентровано близько половини всього енергетичного потенціалу України, в той час як в поліссі – всього близько 12 % (рисунок).

У зв'язку з тим, що процес горіння при виробництві теплової енергії з використанням енергоносіїв рослинного походження важко піддається регулюванню, розробляється спеціальне обладнання. Одним з лідерів по виробництву даного обладнання є Данія. В країні розроблено декілька типів котельних установок, що відрізняються за принципом спалювання палива, способом транспортування і подачі в котел.

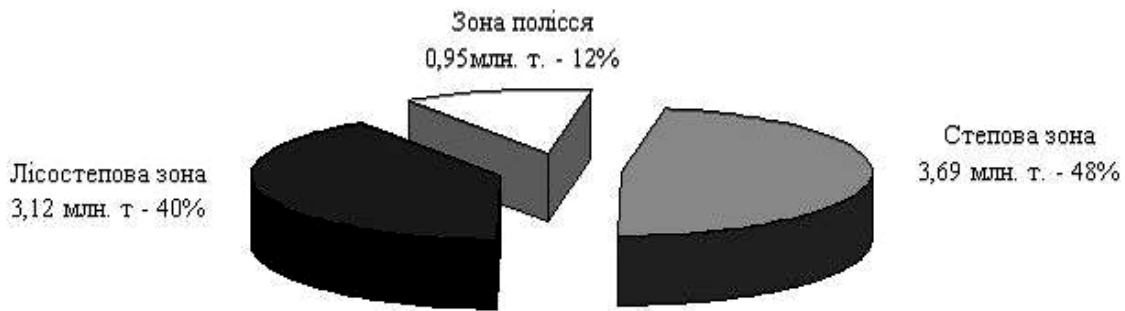


Рис. Розподіл енергетичного потенціалу зернових культур по кліматичних зонах України в 2002 році

Перевагою обладнання для виробництва теплової енергії з використанням енергоносіїв рослинного походження є те, що їх застосування дозволить зменшити потребу в викопних енергоносіях і знизити кількість шкідливих викидів від їх згоряння, а також частково забезпечити доступними енергоносіями енергоємні процеси сільськогосподарського виробництва, наприклад, сушку зерна сільськогосподарських культур.

Вартість одиниці теплової енергії при використанні енергоносіїв рослинного походження нижче, ніж при використанні електроенергії, в 10 разів, рідкого палива - 6, вугілля - 2, природного газу - 1,5.

Проведений огляд і аналіз обладнання для виробництва теплової енергії з використанням енергоносіїв рослинного походження [1,2] показав, що використання енергоносіїв рослинного походження в умовах високої вартості енергоносіїв для сушки зерна та інших сільськогосподарських продуктів, а також опалення виробничих, побутових приміщень, обігрівання теплиць і т.д. є актуальним.

Висновки

Виробництво теплової енергії з використанням енергоносіїв рослинного походження дозволяє забезпечити екологічну, енергетичну та економічну ефективність, тому розроблення даного обладнання є перспективним напрямком машинобудування. Роботи по удосконаленню необхідно спрямовувати на підвищення ефективності процесу спалювання за рахунок забезпечення можливості довгий час підтримувати заданий тепловий режим, покращення подачі повітря для горіння, зменшення викидів диму, забезпечення стабільності процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sorensen. L.H. *Straw-fired combined heat and power plant // Gölzower Fachgespräche. - FRN.: 2001. - Band 17. Energetische Nutzung von Stroh, Ganzplanzengetreide und weiterer halmgutartigen Biomasse. – С. 103-113.*
2. Кузьмина Т.Н. *Технологии и оборудование для преобразования энергии биомассы в электрическую и тепловую // Техника и оборудование для села. – 2003. - № 7. - С. 36-38.*

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕТАНОЛУ В ПОРІВНЯННІ З ІНШИМИ АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ПАЛИВАМИ

В.І.Гавриш, кандидат технічних наук, доцент

В.Є.Пилип, магістр

Миколаївський державний аграрний університет

В роботі зроблено аналіз можливих варіантів застосування різних видів альтернативних палив в двигунах з іскровим займанням, зроблено висновки щодо ефективності використання етилового спирту

Постановка проблеми. Україна не може сама себе повністю забезпечити енергоносіями і змушена більшу їх частину імпортувати, що значно гальмує розвиток економіки країни. Виходячи з оцінки глобальних запасів нафти, наближається ера її вичерпання. Для України пошуки альтернативних джерел енергії на сьогоднішній день мають пріоритетне значення.

Річне споживання бензинів аграрним сектором економіки України становить майже 600 тис. тонн. У вантажних автомобілях застосовують двигуни, які пристосовані до низькооктанових бензинів. Бензинові двигуни менш економічні ніж дизельні та мають більшу витрату палива, приблизно на 20%. Тому постає проблема зниження витрат на паливо при виконанні транспортних операцій.

Аналіз останніх досліджень. За оцінками П.М. Власюка, П.М. Рябича та І.П. Товма на вантажні перевезення витрачається до 35...45 % всіх нафтопродуктів, які споживають сільськогосподарські підприємства [1]. Проблемою зниження витрати на паливо автомобільним транспортом в сільськогосподарських підприємствах займаються ряд наукових та комерційних установ. Дані роботи виконуються під керівництвом таких науковців як Дубровін В.О., Дикий М.О., Карт І.М., Масло І.В., Бабич О.С. та ін. На сьогоднішній день для зменшення витрат на паливо широко використовують стиснений природній газ (СПГ), а також замінюють бензинові двигуни дизельними.

Науково обгрунтовано та знайшло підтвердження на практиці, що в якості палива можна використовувати суміш біоетанолу з бензином. Це дозволяє суттєво зменшити витрату нафтопродуктів та викидів отруйних газів в навколишнє середовище [2]. Однак існує цілий ряд економічних, організаційних та технічних проблем, пов'язаних із застосуванням етанолу, які потребують вирішення.

Мета статті. Дана стаття присвячена аналізу можливостей використання етилового спирту в порівнянні з іншими видами альтернативних видів палива в автомобілях з бензиновими двигунами.

Викладення основного матеріалу. Основні економічні показники ефективності заходів щодо зниження витрати на паливо вантажним транспортом представлено в таблиці.

Таблиця

Економічна ефективність використання альтернативних видів палива

Вид модернізації	Величина капіталовкладень, грн.	Річний економічний ефект, %
Заміна бензинових двигунів дизельними *	15000-16000	21
Використання скрапленого природного газу	8000-9000	18
Використання стиснутого природного газу	11600-14600	52
Використання суміші етилового спирту з бензином, (Е-10)	-	7

* Без реалізації бензинового двигуна.

Як видно з таблиці, заміна бензинових двигунів на дизельні двигуни, які є більш економічними, дозволить знизити витрати на паливо, приблизно на 21 %. Заміну можна провести майже на всіх автомобілях, які використовують двигуни Д-240, Д-245 та інші. Заміна двигунів на техніці, яка знаходиться в експлуатації, потребує більших капіталовкладень. Використання скрапленого, стиснутого природного газу дає значний річний економічний ефект. Проблема використання СПГ є забезпечення ним сільськогосподарського підприємства, яке потребує значних капіталовкладень, крім того, ціни на природній газ швидко зростають.

Використання етилового спирту як палива також має свої переваги. Вважається, що цей вид палива має найбільший потенціал, враховуючи невичерпані джерела його отримання. Сировиною для нього можуть слугувати сміття, харчові і побутові відходи, тирса та інші відходи лісової і лісопереробної індустрії, солома, надлишки зерна тощо. В якості сировини використовуються майже всі сільськогосподарські культури, деякі з них спеціально вирощуються з цією метою.

Етанол може використовуватись в різних співвідношеннях з бензином. Найбільш розповсюдженим є варіант, коли його вміст сягає 10 % до бензину. Другий варіант – коли вміст етанолу в паливі складає 85 %. Таке паливо називається екологічно чистим паливом марки Е-85. Правда, поки що ринок такого палива невеликий, оскільки споживати його можуть тільки спеціально переобладнані автомобілі.

Експеримент, проведений у Миколаївського ДАУ, підтвердив, що паливо Е-10 можна використовувати без зміни в конструкції двигуна.

Проведені дослідження показали, що найбільш економічно використовувати паливо з вмістом етанолу 5 – 15 %.

Ефективність використання паливних сумішей можна визначити за вартістю енергії за допомогою залежності наступного виду:

$$BE = \frac{\sum_{i=1}^n (g_i \cdot C_i) + A \cdot \sum_{i=1}^n (\rho_i \cdot g_i)}{\sum_{i=1}^n (g_i \cdot \rho_i \cdot Q_i)}, \text{ грн./ГДж},$$

де g_i – об'ємна частка i -ого компоненту; ρ_i - густина i -ого компоненту, кг/м³; Q_i - нижча теплота згоряння i -ого компоненту, МДж/кг; C_i – ціна i -ого компоненту, грн./м³; n - кількість компонентів; A – ставка акцизного збору, грн./м³.

Якщо розглядати паливну суміш бензину та етилового спирту, то можна визначити максимально припустиме значення вартості етилового спирту для забезпечення економічної доцільності його використання:

$$C_2 \leq \frac{BE_b \cdot \sum_{i=1}^2 (g_i \cdot \rho_i \cdot Q_i) - A \cdot \sum_{i=1}^2 (g_i \cdot \rho_i) - g_1 \cdot C_1}{g_2}, \text{ грн./ м}^3,$$

де BE_b – вартість енергії бензину, грн./ГДж.

В наведеному рівнянні індекс 1 відноситься до бензину, а 2 – до етилового спирту.

Якщо не збільшувати ступінь стиску двигуна, то гранично припустимі значення ціни спирту можна представити у вигляді графічної залежності (рис. 1). Розрахунки були виконані для палива Е-10 при двох значеннях ставок акцизного збору: EUR30/т та нульовій.

Незважаючи на те, що економічний ефект від застосування етилового спирту відносно малий, це може бути найбільш перспективним напрямком з огляду на те, що це відновлювальний вид палива. Для покращання економічних показників його застосування, необхідно звільнити його виробництво від податків. Це дозволить досягти наступних позитивних наслідків.

Перший, звантаження роботою вітчизняних спиртових заводів додатковим обсягом в 128 тис. м³ на рік. Це в свою чергу пожвавить діяльність суміжних аграрних підприємств, які постачають сировину.

Другий, зменшиться залежність України від постачання імпортової нафти в обсязі до 120 тис. т на рік, що в цінах листопада 2006 року складало близько USD43 млн. Це покращить зовнішній торговельний баланс країни.

Третій, кошти від виробництва біопалива та закупівлі для цього сировини залишаться в країні та будуть на неї працювати.

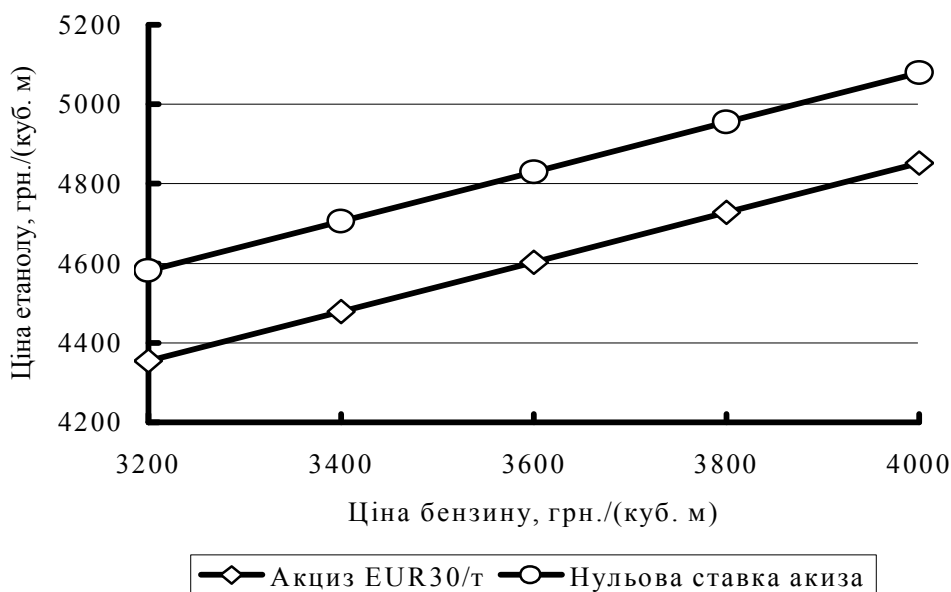


Рис. 1. Залежність максимально припустимої ціни етилового спирту від ціни бензину А-80

Досвід США свідчить, що податкові пільги для виробників етилового спирту на паливні потреби в розмірі USD1,5 млрд. на рік дають додаткові надходження до бюджетів всіх рівнів в розмірі USD1,5 млрд. на рік.

Залежність вартості енергії від вмісту етилового спирту наведено на рис. 2. При цінах, які склалися на ринку України в листопаді 2006 році, застосування Е-10, замість А-80, дає економічний ефект 6,6 %. Застосування нульової ставки акцизного збору, як це практикується в країнах ЄС та США, підвищує ефективність до 18 %.

Паливо з суміші бензину та етанолу зменшує утворення нагару та знижує кількість шкідливих речовин в двигуні автомобіля, зберігаючи двигун чистим і забезпечуючи оптимальну його роботу. Він сприяє зниженню парникових газів, викидів котельних і автомобільних вихлопів, токсичних речовин і аерозолів в атмосферу приблизно на 21 %.

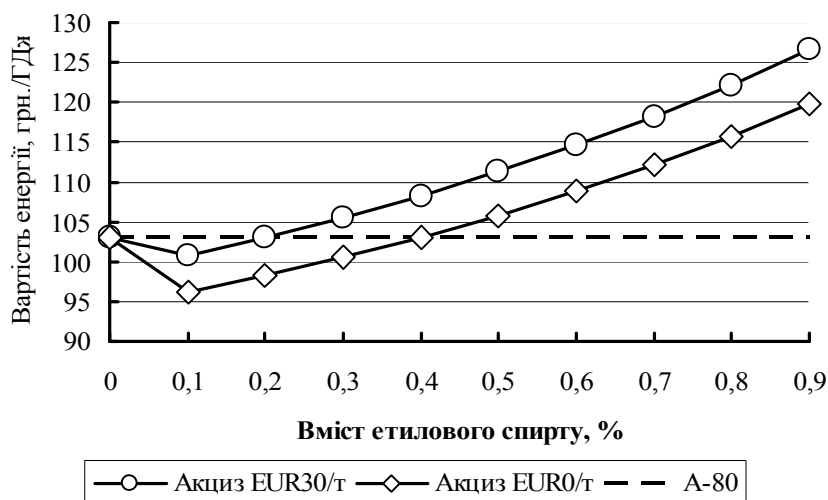


Рис. 2. Залежність вартості енергії від вмісту етилового спирту

Висновки

Використання скрапленого, стиснутого природного газу дає значний річний економічний ефект, але відомо, що ресурси енергетичних копалин вичерпуються. Тому в найближчому майбутньому вартість традиційних палив зросте до таких меж, що використовувати його буде економічно не вигідно. Застосування етанолу як палива має значні перспективи, зокрема, через екологічні переваги, а також невичерпаності джерел його отримання.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Забезпечення конкурентоспроможності і економічного зростання регіонального АПК/ За ред. Червена І.І., Євчук Л.А. - 2005.*
2. *Біопалива/ Дубровін В.О., Корченский М.О., Масло І.П., Шептицький О., Рожковський А., Засторек З., Гжибек А., Євич П., Амон Т., В.В. Криворучко В.В. К.: ЦТІ "Енергетика і електрифікація". - 2004.*

УДК 532.528:662.995

ПРОЦЕСС КАВИТАЦИИ В ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЕ

В.Б.Сеник, асистент

Одесский государственный аграрный университет

Наведено терміни «кавітація» і «кавітаційні бульбашки», та розглянуто процес кавітації в теплогенераторі

Термины “кавитация” и “кавитационные пузырьки” мы очень часто использовали в статьях [5]. Но до сих пор не удосужились разобраться, что же такое кавитация и какова её роль в теплогенераторе.

Кавитация (от латинского слова *cavitas* – пустота) – это нарушение сплошности внутри жидкости, то есть образование в ней полостей, заполненных паром, газом или их смесью (так называемых **кавитационных пузырьков**). Они возникают в результате местного понижения давления в жидкости ниже критического значения, которое приблизительно равно давлению насыщенного пара этой жидкости при данной температуре. Когда понижение давления происходит вследствие местного повышения скорости в потоке жидкости, то такой вид кавитации называют **гидродинамической**. Когда же понижение давления происходит вследствие прохождения в жидкости акустических волн, то кавитация называется **акустической**.

Согласно существующим представлениям, большинство кавитационных пузырьков почти сразу после их возникновения стремительно схлопываются под воздействием давления окружающей среды. При этом в них в конце схлопывания на короткое время развиваются очень высокие давления парогазовой смеси, заполняющей пузырёк. А когда пузырёк прилегает к твёрдой поверхности, то в нём при схлопывании возникает микроскопическая кумулятивная струя из жидкости, разрушающая материал

этой поверхности [3]. Когда же пузырёк образуется в ультразвуковом поле при акустической кавитации далеко от твёрдой поверхности, то он может существовать довольно долго, периодически сжимаясь и расширяясь, чаще всего с частотой этих ультразвуковых колебаний.

Кстати, кавитационные пузырьки, выбрасываемые в рабочий зазор на поверхности, уже сами по себе превращают воду здесь в воду, насыщенную пузырьками. А потому скорость звука в ней уменьшается даже без наших дополнительных забот об искусственном насыщении воды пузырьками газа или пара.

Известно, что фронт ударной волны, порождаемой движением твёрдого тела или жидкости, тем круче, чем больше отношение скорости движения к скорости звука в этой среде. А чем круче фронт, тем сильнее воздействия, оказываемые ударной волной на жидкость и кавитационные пузырьки в ней, тем сильнее схлопывание этих пузырьков.

А именно схлопывание кавитационных пузырьков ведёт к разогреву парогазовой смеси в них до термоядерных температур. При этом вроде бы осуществляются реакции ядерного синтеза, сопровождающиеся выделением энергии, идущей в конечном счёте на дополнительный нагрев жидкости. Это важнейшая для нас функция кавитационных пузырьков в теплогенераторе.

Таким образом, мы видим следующую интереснейшую зависимость. Чем больше рождается кавитационных пузырьков в жидкости, тем ниже становится в ней скорость звука и вследствие этого тем больше появляется ударных волн. А чем больше ударных волн, тем больше в пузырьках рождается избыточной энергии. Но ведь кавитационные пузырьки в жидкости рождаются тем легче, чем меньше давление в ней.

Другим весьма полезным приёмом является искусственное вспенивание рабочей жидкости перед подачей её в рабочий зазор.

Третьим, весьма простым, но пока никем не опробованным приёмом для усиления вспенивания в теплогенераторе, может явиться добавление в рабочую жидкость стирального порошка или других добавок, а также насыщение воды углекислым газом. В газированной воде интенсивнее будут идти и кавитация.

В 30-е годы при исследованиях акустической кавитации открыли *сонолюминесценцию* (звукосвечение) [4]. Впрочем, с этим явлением люди были знакомы и раньше. Вспомните светящийся в темноте бурун за кормой моторной лодки – это сонолюминесценция. Но только свечение буруна долгое время объясняли свечением микроорганизмов, потревоженных винтом лодки. На поверку оказалось, что светятся кавитационные пузырьки.

Хотя сонолюминесценция была открыта ещё в 30-е годы, вокруг природы этого свечения до сих пор не утихают научные споры [2]. Одна школа упорно настаивает, что это термическое свечение, что в кавитационном пузырьке светится газ, разогревающийся при сжатии пузырька до высоких температур. Другая считает, что в кавитационных пузырьках про-

исходят электрические разряды в результате электризации жидкости, и что мы видим свечение этих микроскопических разрядов.

Исследователи только в 1959 г. выяснили, что каждая вспышка сонолюминесценции представляет собой серию импульсов излучения, длительность каждого из которых не превышает $\sim 10^{-9}$ сек. При этом импульсы повторяются с частотой не менее чем $50 \cdot 10^{-12}$ сек.

Исследования, проведенные в 80-е годы, показали, что одиночный кавитационный пузырёк, удерживаемый в сконструированной ими ультразвуковой установке, раздувается до 50 мкм, затем стремительно сжимается в миллионы раз и излучает световую вспышку длительностью $\sim 50 \cdot 10^{-12}$ сек. При этом вспышки из одного и того же пузырька повторяются с потрясающе чёткой периодичностью, стабильность которой можно сравнить разве что со стабильностью работы кварцевого генератора хронографа [4].

Основатель *электрической теории сонолюминесценции* советский физик Я.И.Френкель еще в 1940 г предположил, что кавитационные полости в воде возникают точно так же, как трещина в твёрдом теле. Оно и понятно – ведь вода имеет квазикристаллическую структуру. А поскольку молекулы воды сильно полярны, то на противоположных сторонах таких трещин в жидкой воде, по мнению Френкеля, появляются значительные заряды противоположных знаков, как при растрескивании ионных кристаллов. Затем между стенками полости начинают происходить электрические разряды в парогазовой среде, ведущие к возбуждению молекул и атомов газа с последующим высвечиванием ими фотонов.

Часть исследователей сонолюминесценции настойчиво доказывала, что она обусловлена термическим свечением кавитационных пузырьков, ибо при их схлопывании плазма в них разогревается якобы до термоядерных температур. А потому там могут идти реакции термоядерного синтеза. Однако замалчивание в руководстве академий наук во всём мире информации [1] об обнаружении следов продуктов ядерных реакций в рабочей жидкости кавитационно-вихревых и роторных теплогенераторов, вызывало у научной общественности сомнения в возможности протекания таких реакций при сонолюминесценции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кладов А.Ф. Способ получения энергии. / Патент РФ №2054604, МПК F 24 J3/00. // От 02.07.93.
2. Маргулис М.А. Звукхимические реакции и сонолюминесценция. – М.: Химия, 1986. - 288 с.
3. Пирсол И. Кавитация. - М.: Мир, 1979. - 94 с.
4. Семенов А., Стоянов П. Звукосвечение или свет, вырванный из вакуума. –// Техника молодёжи. – 1997. - №3. - С. 4-5.
5. Топілін Г., Сєнік В. Гідродинамічний пастеризатор з кавітаційною обробкою молока. // Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. Праць. Одеський ДАУ. – Одеса: ОДАУ. – 2005. - №28. - С 42-48.

ЛУЩИЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ УДАРНОЇ ДІЇ

Н.О.Фучаджи, кандидат технічних наук, старший викладач

Д.О.Криворотько, студент

Таврійський державний агротехнічний університет,

м.Мелітополь

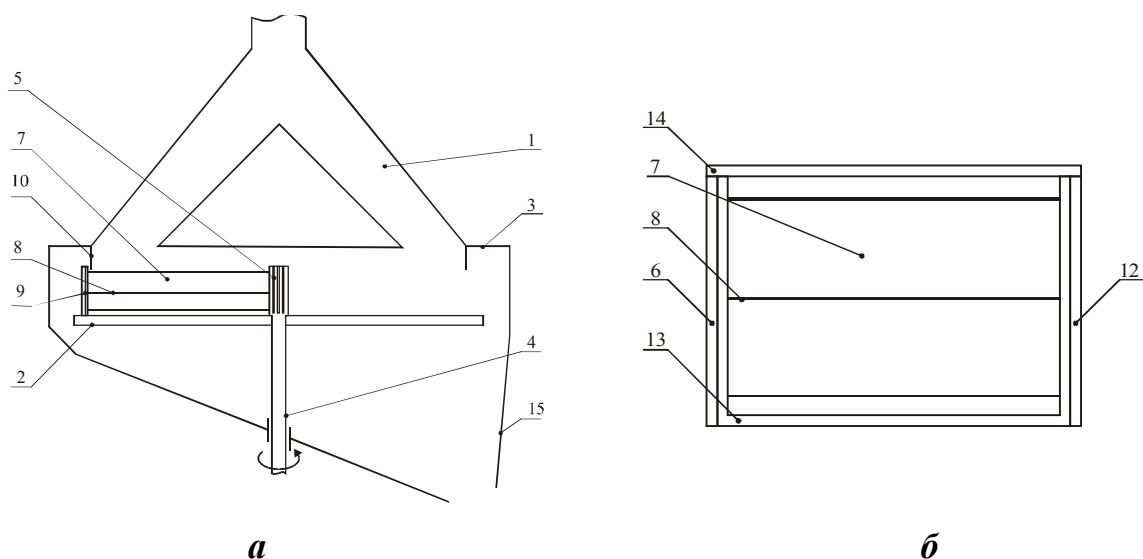
Статтю присвячено питанням вдосконалення луцильних машин. В роботі розроблено пристрій для луцення та подрібнення зернової сировини за допомогою прямого удару

Проблема вдосконалення луцильного обладнання і створення комплексних технологічних ліній малої потужності набуває для України великого народногосподарського значення та актуальності, оскільки сучасні способи й технологічні засоби відокремлення оболонки зерна у сільськогосподарському виробництві є недостатньо ефективними і потребують подальшого дослідження та вдосконалення. Перспективними для використання в лініях переробки зернових культур є машини ударної дії, які більшою мірою, ніж існуюче обладнання, відповідають вимогам ресурсозберігаючих технологій і універсальності, завдяки придатності для луцення зерна різних культур [1].

Метою роботи є вдосконалення способу та пристрою для луцення зерна прямим ударом, шляхом зниження часу луцення та зменшення дроблення та неолуцення зерна, що забезпечує збільшення виходу цілого ядра та зниження виходу неолуценого, подрібненого зерна та борошенця, а також зниження енергоємності технологічного процесу.

Враховуючи проведені дослідження, на базі кафедри “Обладнання переробних і харчових виробництв” Таврійського державного агротехнічного університету було розроблено пристрій для луцення зерна ударної дії (рис. 1, 2) [2, 3].

Запропонована конструкція дозволяє встановлювати на будь-якій висоті необхідну кількість струн відповідно до технологічних режимів та рівномірно розподілювати їх по колу, що робить можливим переналагодження пристрою відповідно до культури, що перероблюється, та необхідної продуктивності. Сутність запропонованої конструкції пояснюється кресленнями, де на рис. 1, а зображено заявлений пристрій, на рис. 1, б – рамка зі струнами, на рис. 2, а – Т-образний паз на кінці валу; на рис. 2, б – Т-образний паз у струноутримачі.



**Рис. 1. Пристрій для лущення та подрібнення зерна прямим ударом:
а – загальна схема пристрою зі встановленими рамками;
б – рамки зі струнами**

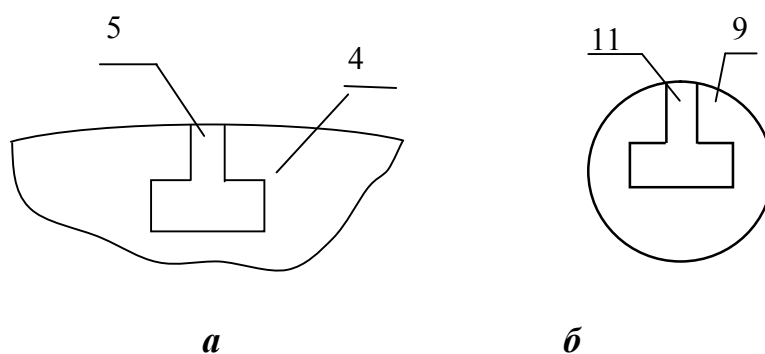


Рис. 2. Т-образний паз: а – на кінці валу; б – у струноутримувачі

Пристрій для лущення зерна містить живильний бункер 1, який виконано у вигляді двох звернених основами до диску 2 конусів. Диск 2 розташовано в порожнині корпусу 3 та жорстко закріплено в горизонтальному положенні на валу 4. На кінці валу 4, що знаходиться над диском 2, виконано радіальні Т-образні пази 5, у які встановлюються бічна стійка 6 рамки 7 з натягнутими струнами 8, а на периферії диску 2 прикріплені напрямні 9, відокремлені від живильного бункеру перегородкою 10 з Т-образними пазами 11 для фіксації іншої стійки 12 рамки 7, причому нижня стійка 13 рамки 7 виконана у вигляді планки, а верхня 14 – знімна. Продукти лущення видаляються за допомогою вихідного патрубку 15 [2, 3].

Пристрій працює таким чином: попередньо очищене зерно без сортування на фракції за розміром надходить до живильного бункеру 1 та, проходячи по каналу між двома конусами, попадає до робочої зони, яка створюється диском 2, закріпленим жорстко в горизонтальній площині на валу 4, та корпусом 3. В площині, перпендикулярній площині падіння зерна, обертаються струни 8 жорстко закріплені на стійках рамки 7.

Конструкція рамки 7, вала 4 та напрямних 9 дозволяє встановлювати необхідну для технологічного процесу кількість струн 8 на будь-якому рівні вздовж рамки 7 та змінювати струни 8 за діаметром, відповідно до культури, що переробляється. Для запобігання дроблення зерна напрямні 9, а відповідно їй бічна стійка 6 рамки 7 розташовані на периферії диску 2 та відокремлені від живильного бункеру 1 перегородкою 10. Далі продуктам лушення за рахунок відцентрового прискорення, яке виникає при обертанні диску 2, надається кінетична енергія, яку спрямовують на їх видалення з зони лушення, чому сприяє конструкція нижньої стійки 13 рамки 7, яка виконана у вигляді планки. Далі продукти лушення посипаються у зазор, який створюється диском 2 та корпусом 3, після чого попадають до вихідного патрубка 15 та направляються на подальшу переробку.

При зношуванні струни знімається пошкоджена рамка, а на її місце встановлюється нова, що дозволяє зменшити трудомісткості настроювання пристрою при переробці різних культур, забезпечити полегшене встановлення та зміни струн при їх зношуванні, можливість закріплення струн на будь-якому рівні вздовж стійки рамки. На відміну від загальноприйнятого обладнання луцильний пристрій ударної дії є досить компактним і не потребує використання потужного привідного обладнання [2, 3].

При роботі розробленого луцильного пристрою забезпечується постійність прямого удару робочого органу об зернівку, що призводить до зменшення енергії, яка необхідна для руйнування оболонки, при збереженні цілісності ядра. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що питома енергоємність процесу лушення у розробленому пристрої на 44...47 % менша за обладнання, що використовується на теперішній час. Конструкційні особливості розробленого нами пристрою дозволяють вилучити з технологічного циклу операцію пофракційного ділення за розміром. Луцильний пристрій ударної дії дозволяє скоротити кількість пропусків, оскільки при одноразовому пропусканні гречки ефективність лушення складає 35 % [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Гинзбург М.Е. *Технология крупяного производства*. – М.: Колос, 1981.– 256 с.
2. Фучаджи Н.О. *Оптимізація технологічного процесу лушення власнокруп'яних культур: Дис. ... к-та техн. наук: 05.18.03 – Херсон, 2006. – 168 с.*
3. Пат. №76556. *Україна МПК⁷ Україна, А23N5/00. Пристрій для лушення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Гвоздєва Т.О. (Україна). – №20040705370; Заявлено 17.11.2003.; Опубл. 15.08.2006; Бюл.№8 – 4 с.*

ЗЕРНОВА РОТОРНА ДРОБАРКА ДЛЯ ДОМАШНІХ ГОСПОДАРСТВ

В.О.Олексієнко, кандидат технічних наук, доцент

М.Я.Гаркас, студент

Таврійський державний агротехнічний університет,

м.Мелітополь

Проаналізовано основні недоліки існуючих конструкцій дробарок для зерна. Запропоновано нову конструкцію дробарки для підвищення якості та зменшення енерговитрат при подрібненні

Достатнє та якісне забезпечення комбікормами тваринницької галузі передбачає наявність сировинної бази, передових технологій і засобів механізації, які відповідають принципам ресурсо-енергозбереження та зоотехнічним вимогам. Особливого значення на сучасному етапі розвитку тваринництва набуває оснащення малих господарських організаційних формувальних малогабаритними засобами механізації для приготування комбікормів з високими техніко-економічними і якісними показниками.

При використанні молоткових дробарок з шарнірним закріпленням молотків утворюється близько 20 % пиловидних часток в продуктах подрібнення, що знижує якість комбікорму і до 40 % збільшує витрати енергії на виконання операції. Причиною цього є недосконалість конструкції робочого органу, який не забезпечує умов гарантованого руйнування зернівки за один цикл від зони завантаження до вихідних отворів решета кормодробарки [1].

На кафедрі "Обладнання переробних та харчових виробництв" Таврійського державного агротехнічного університету розроблено нову конструкцію зернової дробарки з продуктивністю до 150 кг/год. для домашніх господарств, яка дозволяє знизити надмірне подрібнення і енергоємність виконання операції.

Однією з важливих технологічних вимог до конструкції дробарок ударної дії є можливість виведення подрібнених до потрібного розміру часток з робочої камери якомога швидше. З метою недопущення пилоутворення і пов'язаних з цим підвищених витрат енергії в запропонованій конструкції прийнято горизонтальне розміщення дискового ротора, при цьому ситова поверхня в нижній частині робочої камери дозволяє вільний вихід часток регламентованого розміру, запобігаючи надмірному подрібненню.

Розроблена зернова дробарка має досить просту конструкцію (рисунок). Основними складовими частинами є: корпус дробарки 1, внутрішня поверхня якого має рифлі. До корпусу кріпиться фланцевий електродвигун 2, на валу якого знаходиться дисковий ротор 3. За рахунок збільшення

площі ситової поверхні 4 зменшено пилоутворення при подрібненні зерна. Направляючий конус 5 спрямовує подрібнювальні частини в підготовлену ємність. Завантаження матеріалу відбувається в приймальний бункер 6. Подача регулюється шиберною заслінкою 7. Застосування дробарки даної конструкції дає змогу підвищити якість подрібнення часток і відповідно зменшити енерговитрати, що позитивно впливає на собівартість виробництва продукції тваринництва в умовах невеликих домашніх господарств.

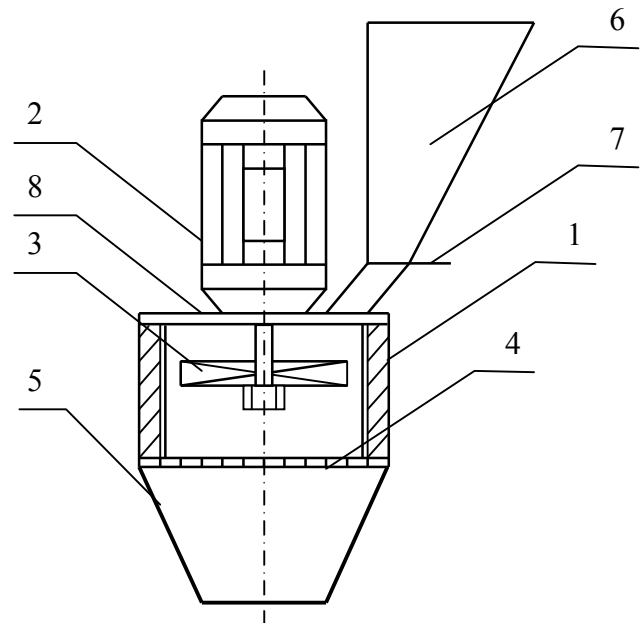


Рис. Загальний вид і схема зернової дробарки з дисковим ротором:

**1 – нерухома дека; 2 – електродвигун; 3 – дисковий ротор;
4 – змінне сито; 5 – розвантажувальний патрубок;
6 – приймальний бункер; 7 – шиберна заслінка; 8 – плита**

Дробарка показала досить високі техніко-економічні та експлуатаційні показники при роботі в умовах ряду домашніх господарств Мелітопольського району Запорізької області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ялпачик Ф.Ю., Олексієнко В.О. Підвищення ефективності роботи малогабаритних зернових кормодробарок.// *Праці Таврійської державної агротехнічної академії.* – 2005. – Вип. 25. – С. 3-13

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕВЕРСИВНО-ВІБРАЦІЙНОГО ФІЛЬТРУ

О.В.Гвоздєв, кандидат технічних наук, доцент

О.О.Іванова, студентка

*Таврійський державний агротехнічний університет,
м.Мелітополь*

Експериментально визначено оптимальний тиск над поршнем для фільтрування суспензій у реверсивно-вібраційному фільтрі

Інтенсивність процесу фільтрування, а також вологість одержуваної твердої фракції суспензії залежать, в основному, від форми зв'язку вологи з твердою фазою матеріалу.

Найбільш повна класифікація форм зв'язку вологи з матеріалом запропонована академіком П.А. Ребіндером, в основу якої закладена енергія зв'язку. Згідно з даною класифікацією волога ділиться на хімічну, фізико-хімічну і фізико-механічну. На практиці механічного обезводнення та фільтрування різних матеріалів і суспензій розпізнають гігроскопічну, пливчасту, капілярну і гравітаційну форми вологи в твердій частині суспензії [1].

Наше завдання зводилося до виділення капілярної та гравітаційної вологи за допомогою реверсивно-вібраційного фільтра. В цьому фільтрі процес фільтрації суспензій проводиться за рахунок коливального руху поршня під дією тиску повітря. Коливання поршня над фільтруючою перегородкою здійснюється за рахунок перепаду тиску і дії пружини [2, 3].

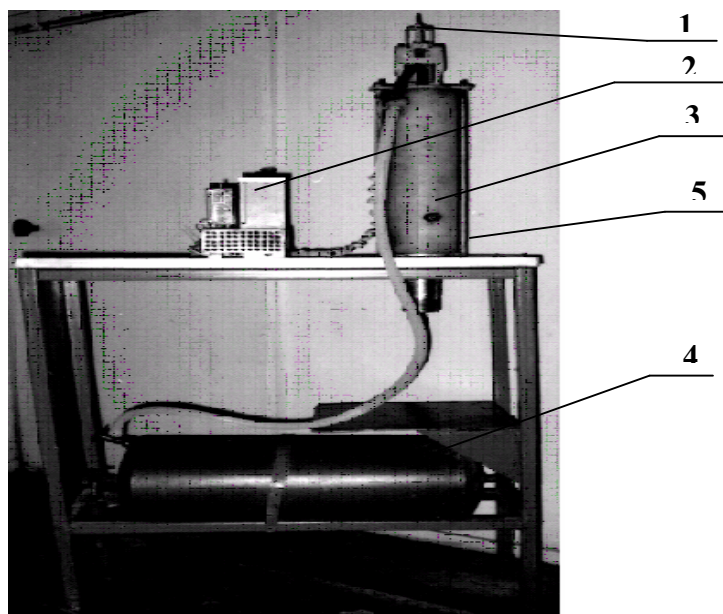
Ціллю наших досліджень було визначення оптимального тиску над поршнем для фільтрування суспензій у реверсивно-вібраційному фільтрі.

Досліди проводили на лабораторній установці в наступному порядку (рис. 1).

Суспензія (дрібно подрібнена маса томатів після протиральної машини) вологістю 95...98 % закладалася у фільтр і утворювався відповідний тиск вібрації, який контролювався за допомогою манометра. Віджятий таким чином осадок поміщували в раніше приготовлений бюкс, висушували й визначали вологість осаду.

За результатами досліджень знайдено залежність вологості суспензій від величини тиску вібраційного фільтру (рис. 2). З графіка ми бачимо, що вода з суспензії видаляється вільно до тих пір, доки вологість її не доходить до 80...85%. Це видаляється вільна волога. Для наступної фільтрації суспензії необхідна дія зовнішніх сил, якою є коливальний поршень над суспензією. Найбільш інтенсивне виділення рідини під дією зовнішніх сил приходить до моменту повного видалення гравітаційної вологи. Це відбувається до вологості 58...62% при тиску 0,10...0,15 МПа. При по-

дальшому підвищенні тиску процес видалення рідини із суспензії різко знижується при рості енерговитрат.



**Рис. 1.- Загальний вид лабораторної установки:
1 – електромагнітний соленоїд; 2 – реле часу; 3 – фільтр;
4 – ресивер; 5 – рама**

Тому тиск необхідно піднімати до тих пір, доки відношення приросту тиску ΔP до приросту вологи осадку ΔW буде рівний одиниці, тому що далі будуть відбуватися невиправдані затрати без позитивного ефекту. Тому тиск фільтрації суспензій типу соків, харчових продуктів у вібраційному фільтрі необхідно підтримувати в межах 0,10...0,15 МПа.

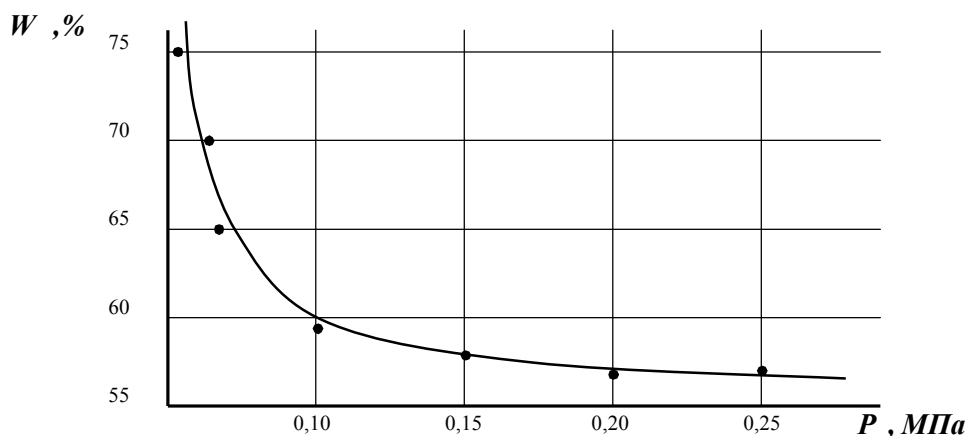


Рис. 2. Графік залежності вологості суспензій від величини тиску вібраційного фільтру

Також вивчали вплив часу реверсування на вихід соку із суспензії (дрібно подрібнена маса томатів після протиральної машини) (рис. 3).

Суспензія вологістю 95-98 % закладалася у фільтр і утворювався тиск в межах 0,10-0,15 МПа (для нашого дослідю брали 0,15 МПа), який контролювався за допомогою манометра.

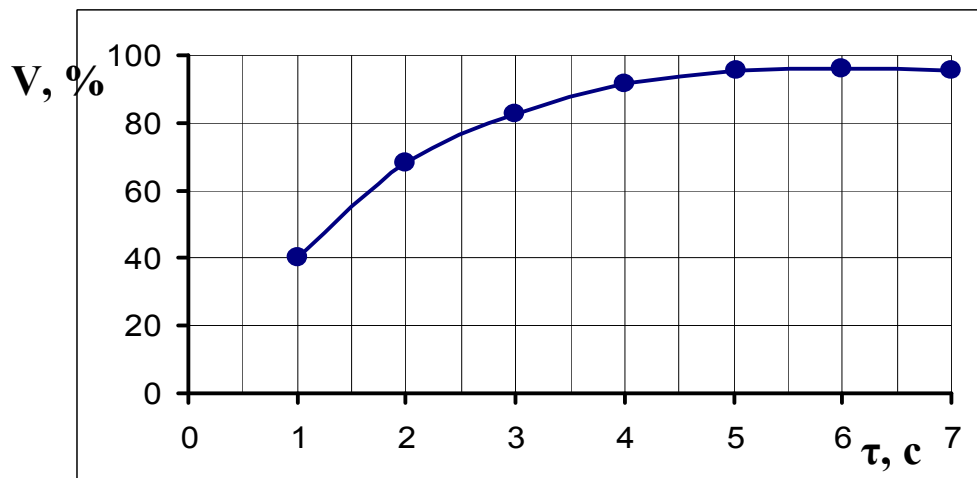


Рис. 3. Графік зміни процентного виходу соку від часу реверсування

Час реверсування змінювали від 1 до 7 секунд за допомогою реле часу і визначали процент виходу соку із суспензії. Як видно з рис. 3, приріст проценту виходу соку із суспензії знижується після 4 секунд реверсування. Подальший приріст проценту виходу соку із суспензії незначний. Тому оптимальним часом реверсування приймаємо 3-4 секунди. Збільшення часу реверсування приводить до збільшення енерговитрат та зменшення продуктивності фільтру.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жужиков В.А. *Фильтрация – теория и практика разделения суспензий*. 4-е издание, перер. и доп. – М.: Химия, 1980 – 400 с.
2. Деклараційний патент України № 59761 А Фільтр. Гвоздев О.В., Ялпачик Ф.Ю., Гвоздева Т.О., Ковалевич О.Ф. Бюл. № 9 від 15.09.2003.
3. Деклараційний патент України № 4967 Фільтр. Гвоздев О.В., Ялпачик Ф.Ю., Гвоздева Т.О., Ковалевич О.Ф., Ялпачик В.Ф., Деменко О.С. Бюл. № 2 від 15.02.2005.

ДРОБАРКА ЗЕРНА ПРЯМОГО УДАРУ

Ф.Ю.Ялпачик, кандидат технічних наук, доцент

Т.О.Шпиганович, аспірант

*Таврійський державний агротехнічний університет,
м.Мелітополь*

Проведено аналіз можливостей зменшення енергоємності подрібнення зерна. Запропоновано нову конструкцію дробарки зерна прямого удару

У постанові Кабінету Міністрів України №325 від 06.05.2005р. “Про заходи щодо стабілізації та розвитку тваринництва” передбачається розроблення та здійснення заходів, спрямованих на зростання виробництва продукції тваринництва. Подальший розвиток тваринництва, збільшення виробництва і підвищення якості продукції безпосередньо пов'язані з комплексною механізацією виробничих процесів у цій галузі сільського господарства, зокрема - кормовиробництва.

Однієї з важливих і самих енергоємних операцій у технології кормовиробництва є подрібнення. Приготування кормів складає 45-50 відсотків у собівартості готової продукції тваринництва. Витрати енергії по операціям розподіляються таким чином: транспортування – 20 %, дозування – 15 %, на подрібнення припадає близько 65 % загальних витрат, що складає приблизно 33 % собівартості готової продукції [1, 2].

Для підготовки концентрованих кормів до згодовування в сільськогосподарському виробництві найбільше поширення одержали молоткові дробарки. Вони мають просту конструкцію, зручні в експлуатації, але разом з тим мають порівняно високу енергоємність процесу, а гранулометричний склад готового продукту не досить однорідний, що вимагає їхнього подальшого вдосконалювання [3].

Тому розробка й удосконалювання малоенергоємних і надійних технічних засобів для подрібнення зерна, що забезпечують зниження енергоспоживання й поліпшення якості готового продукту, є актуальним і важливим завданням.

Аналіз результатів останніх досліджень багатьох авторів, а також власні дослідження дозволили зробити висновок, що для подрібнення зерна ефективно використовувати прямий удар. Експериментально встановлено [4], що при прямому ударі зернівки об робочі органи на руйнування її витрачається менше енергії та підвищується якість готового продукту. Так, при одноразовому луценні гречки та проса прямим ударом зниження енергоємності процесу становитиме 43...47 % [4].

Нами розроблено спосіб та дробарка для подрібнення зерна прямим ударом робочим органом у вигляді металевих струн (рисунок) [5].

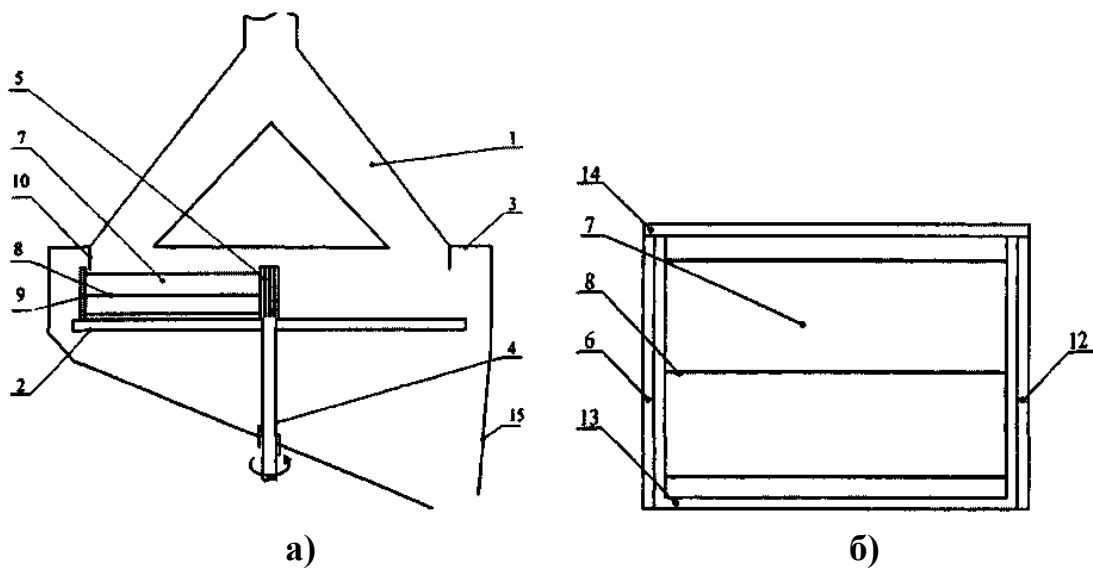


Рис. Схема дробарки для подрібнення зерна прямим ударом:
а) – схема встановлення рамки зі струнами; б) – рамка зі струнами

Подальші експериментальні дослідження дозволили вдосконалити конструкцію дробарки для подрібнення зерна прямим ударом за рахунок встановлення струн, що натягнуті у рамках, які легко змінюються відповідно до сировини, що обробляється (встановлення струн різного діаметру згідно з твердістю зерна) [6].

Дробарка працює таким чином.

Попередньо очищене зерно без сортування на фракції за розміром надходить до живильного бункеру 1 та, проходячи по каналу, створеному двома конусами, попадає до робочої зони, яка створюється диском 2, закріпленим жорстко в горизонтальній площині на валу 4, та корпусом 3. В площині, перпендикулярній площині падіння зерна, обертаються струни 8, жорстко закріплені на стійках рамки 7. Запропонована конструкція рамки 7, вала 4 та напрямних 9 дозволяє встановлювати необхідну для технологічного процесу кількість струн 8 на будь-якому рівні вздовж рамки 7 та змінювати струни 8 за діаметром, у відповідності з культурою, яка подрібнюється. Для забезпечення відсутності подвійного подрібнення зерна напрямні 9, а відповідно й бічна стійка 6 рамки 7 розташовані на периферії диску 2 та відокремлені від живильного бункеру 1 перегородкою 10. Далі продуктам подрібнення за рахунок відцентрового прискорення, що виникає при обертанні диску 2, надається кінетична енергія, яку спрямовують на їх видалення з зони лушення, цьому сприяє конструкція нижньої стійки 13 рамки 7, яка виконана у вигляді планки. Потім продукти подрібнення посилаються у зазор, який створюється диском 2 та корпусом 3, після чого попадають до вихідного патрубку 15.

Перед вмиканням дробарки, відповідно до технологічного режиму та виду зернової сировини, встановлюється на певній висоті необхідні рамка

з визначеним розташуванням струн необхідного діаметру. Процес встановлення відбувається таким чином:

- вибираються відповідні до технологічного режиму рамки з певною кількістю, розташуванням та діаметром струн;
- рамки встановлюються у Т-подібні пази на кінці валу та у напрямних;
- знімають верхню фіксуючу рамку.

При зношуванні струни, знімається пошкоджена рамка, а на її місце встановлюється нова.

На відміну від загальноприйнятого обладнання для подрібнення зерна, дробарка ударної дії є досить компактна, не потребує використання потужного привідного обладнання й може ефективно використовуватися на малих тваринницьких фермах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ревенко И.И. Комплексная энергетическая оценка процессов и средств измельчения кормового сырья. // Доклады ВАСХНИЛ.- 1988.- № 6. – С. 39 – 40.
2. Діордієв В.Т. Автоматизація процесів виробництва комбикормів в умовах реформованих господарств АПК. – Симферополь: Доля, 2004. – 138 с.
3. Поярков М.С. Совершенствование рабочего процесса молотковых дробилок с жалюзийными сепараторами при одно- и двухступенчатом измельчении зерна. Автореф. дис. канд. техн. наук. – Киров, – 2001. - 22 с.
4. Фучаджи Н.О. Оптимізація технологічного процесу луцення власнокрупних культур. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Херсон, – 2006. - 20 с.
5. Пат. на корисну модель № 11099. Україна, А23N5/02/ Пристрій для луцення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Чаусова Н.В., Гвоздєва Т.О. Опубл. 15.12.2005; Бюл.№12 – 3 с.
6. Пат. на винахід № 76556. Україна, А23N5/00/ Пристрій для луцення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Гвоздєва Т.О. Опубл. 15.08.2006; Бюл.№8 – 4 с.

ШВИДКОХІДНИЙ ГВИНТОВИЙ ЗМІШУВАЧ ІЗ ТОНКОШАРОВИМ ДИНАМІЧНИМ ЗМІШУВАННЯМ КОМПОНЕНТІВ, ЩО ДОЗУЮТЬСЯ

Ф.Ю.Ялпачик, кандидат технічних наук, доцент

В.О.Гвоздєв, аспірант

*Таврійський державний агротехнічний університет,
м.Мелітополь*

Розроблено конструкцію та обґрунтовано конструктивні і технологічні параметри швидкохідного гвинтового змішувача із тонкошаровим динамічним змішуванням компонентів комбікормів, що дозуються

Змішування сипучих компонентів при виробництві комбікормів, яких в Україні виробляють близько 2,3 млн. тонн на рік, є найбільш відповідальним процесом, від якого залежить кінцева якість готового продукту.

Система машин, розроблена для тваринництва, виявилася застарілою та такою, яку неможливо використати для обслуговування невеликого поголів'я тварин. У зв'язку з цим виникла необхідність розробки нових засобів механізації, при створенні яких враховано нові умови роботи та нові вимоги до засобів механізації тваринництва.

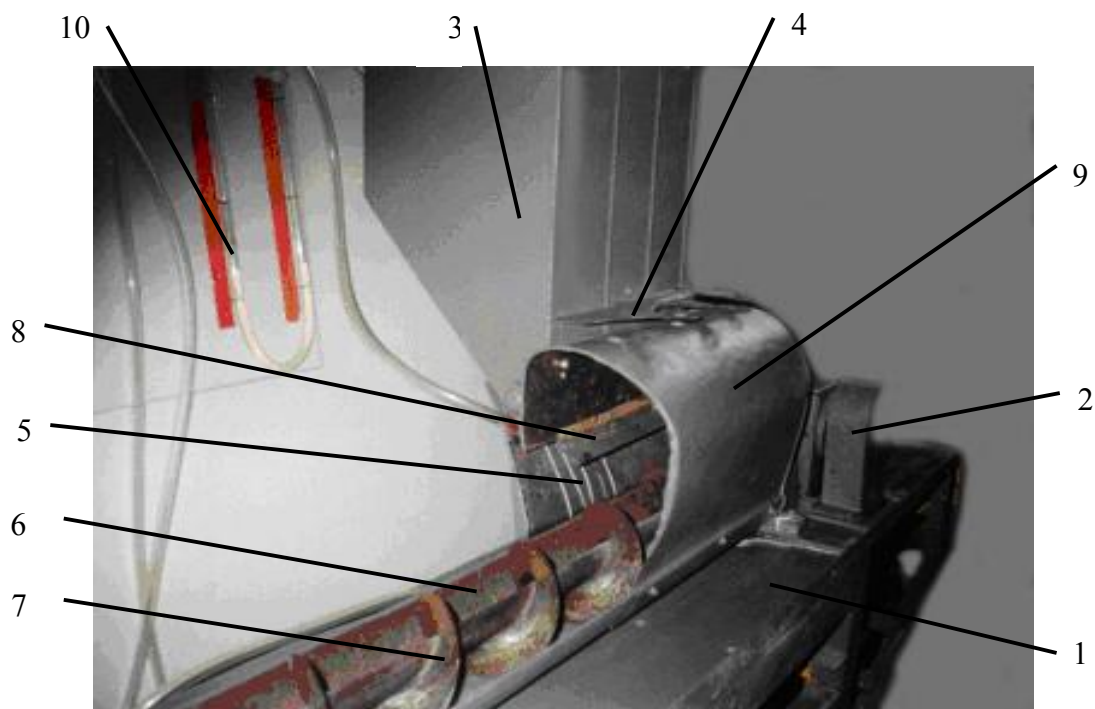
Тому метою роботи є розробка конструкції швидкохідного змішувача із тонкошаровим динамічним змішуванням компонентів комбікормів, що дозуються, та обґрунтування його конструктивних і технологічних параметрів.

Для з'ясування напрямків подальшого удосконалювання змішувачів сипучих кормів нами виконано аналіз їх класифікацій [1]. Встановлено, що для змішування сипучих кормів можна застосовувати гвинтові, стрічкові, лопатеві робочі органи або їхню комбінацію.

Застосування швидкохідних гвинтових змішувачів сипучих кормів дозволяє збільшити продуктивність виробництва комбікормів без зниження їхньої якості. Але це можливо тільки після усунення такого недоліку, як згладжування пульсації подачі компонентів з дозаторів. Рішення цієї проблеми можливо, на наш погляд, за рахунок застосування швидкохідних змішувачів з гвинтовим робочим органом і змішувальною камерою у надгвинтовому просторі [2].

На підставі аналізу літературних даних, теоретичних і експериментальних досліджень ряду авторів нами розроблено загальну класифікацію факторів, що впливають на показники ефективності роботи гвинтового змішувача безперервної дії [3].

Згідно з проведеними дослідженнями нами розроблено конструкцію установки для дослідження процесу змішування комбікормів (рисунок) [4]. Установка складається з звареної зі швелерів рами 1, на якій змонтований бункер 3 дозатора з приводом 2 від електродвигуна постійного струму. Для регулювання подачі сипучих компонентів у зону дозування 5 бункер 3 постачений заслінками 4. У зоні дозування 5 встановлено гвинт 7, що охоплений кожухом дозатора 9, і в надгвинтовому просторі якого встановлена шторка 8 для регулювання кута сходу тонкошарового потоку сипучих компонентів у потік псевдозрідженої суміші. Установка, крім зони дозування 5, має зону змішування 6, у якій встановлений гвинт 7, що є продовженням гвинта зони дозування. Для наочності зони змішування кожух знято. Для вивчення можливості появи розрядження в зоні дозування сипучих компонентів при готуванні сумішей установка постачена водяним диференційованим манометром 10, одна трубка якого приєднана до отвору в кожусі 9 у зоні розташування шторки 8, а інша зв'язана з атмосферним тиском. Диференціальний манометр витаруваний на показання – 10 мм водяного стовпа дорівнює 100 Па.



**Рис. Загальний вид експериментальної установки
(позначення у тексті)**

Для визначення раціональних конструктивних параметрів гвинтового змішувача із тонкошаровим динамічним змішуванням сипучих компонентів проведено багатофакторний експеримент з дослідженням впливу діаметра кожуха надгвинтового простору D_k (нами прийнято $D_k = D$), довжини зони дозування S та числа обертів гвинта n на продуктивність змішувача. За результатами математичного планування ек-

сперименту отримано наступні рівняння регресії в натуральних координатах:

$$Q = -116,198 + 982,574D + 496,958S + 0,956\omega - 436,769DS - 1,048D\omega - 3668,63D^2 - 1360,0S^2 - 0,0063\omega^2. \quad (1)$$

Аналіз поверхні відгуку (1) показав, що найбільш оптимальним режимом роботи гвинтового змішувача є наступні параметри: частота обертання гвинта $\omega = 55-60 \text{ с}^{-1}$ (довжина зони дозування $S = 0,13-0,15 \text{ м}$, діаметр кожуха надгвинтового простору $D_k = (0,12-0,13) \text{ м}$). При цьому продуктивність змішувача склала $8,5-9,0 \text{ кг/с}$.

Залежність продуктивності Q гвинтового змішувача від частоти його обертання ω можна пояснити тим, що даний параметр впливає пропорційно на продуктивність змішувача і зворотно пропорційно на коефіцієнт заповнення. При менших частотах обертання гвинта, коли швидкість витікання матеріалу з бункера-дозатора постійна і більше осьової швидкості гвинта, продуктивність змішувача з підвищенням частоти обертання гвинта росте. Однак, при перевищенні осьової швидкості гвинта швидкості витікання матеріалу продуктивність починає знижуватися у зв'язку з тим, що змішувач не цілком забезпечується дозуючим матеріалом. Тому, для збільшення продуктивності гвинтового змішувача та підвищення коефіцієнту заповнення нами пропонується установити у надгвинтовому просторі в зоні дозування шторку, яка дозволяє поступати сипучим компонентам тонкими шарами в псевдозріджену суміш компонентів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гвоздєв В.О. Класифікація змішувачів сипучих кормів, їх аналіз та вибір об'єкта модернізації // *Праці Таврійської державної академії*. – 2004. - Вип. 18. - С. 63-67.
2. Гвоздєв В.А. Обоснование конструкции шнекового смесителя при его совместной работе с дозатором. / *Технология и механизация животноводства. Меж вуз. сб. н. тр. Вып. 3. – зерноград, 2005. – С. 107-110.*
3. Ялпачик Ф.Ю., Гвоздєв В.О. Визначення суттєвих факторів для подальшого вдосконалення шнекових змішувачів сипких компонентів // *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. – 2004. - Вип. 1(25). - С. 171-175.
4. Деклараційний патент України на корисну модель №3325 "Змішувач" Автори: Ялпачик Ф.Ю., Гвоздєв В.О. Бюл. № 11 від 15.11.2004 р.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ШНЕКОВОГО ПРЕСУ

О.А.Горбенко, кандидат технічних наук, доцент

В.В.Стрельцов, магістр

Миколаївський державний аграрний університет

В статті проведено аналіз відомих технологічних процесів і обладнання переробки олійної сировини. При аналізі досліджень було виявлено, що більшість пресів холодного віджиму малопродуктивні і досить енергоємні. Для вирішення поставленої задачі запропоновано конструктивне рішення шнекового пресу

Головною задачею сільськогосподарського виробництва є впровадження нових технологій переробки сільськогосподарської продукції в умовах господарств різних форм власності. Нагальною задачею є також виробництво малогабаритної, малоенергоспоживчої техніки для комплектації технологічних ліній переробки сільськогосподарської продукції.

В Миколаївській області соняшник є однією з найбільш розповсюджених сільськогосподарських культур. Це обумовлюється насамперед високою рентабельністю вирощування культури, можливістю ефективної реалізації як насіння, так і рослинної олії. Але на сьогоднішній день багато господарств змушені віддавати насіння соняшнику в якості сировини за низькими закупівельними цінами чи на переробку великим підприємствам, втрачаючи при цьому кошти.

Сучасна технологія виробництва рослинної олії включає різноманітні операції. Значне місце серед них займають механічні операції (очищення насіння від домішок, руйнування і відділення плодових і насінневих оболонок від ядра, подрібнення ядра і проміжних продуктів їх переробки), за допомогою яких здійснюється підготовка матеріалу до інтенсивних фізико-хімічних змін. Важливе місце в технологічному процесі займають дифузійні і дифузійно-термічні процеси такі як: кондиціонування насіння, волого-теплова обробка м'ятки (підсмажування м'ятки), екстракція органічними розчинниками, відгін розчинника з місцели і шроту, а також гідромеханічні процеси пресування м'ятки на шнекових пресах, відстоювання і фільтрування олії [1,3].

Для вилучення олії застосовують два основні способи – механічний або пресовий (для переробки сировини з високим вмістом олії) і екстракційний, що передбачає виділення олії з сировини за допомогою органічних розчинників («пряма екстракція»). В основу пресового способу покладено процес пресування. Пресування – це механічне віджимання олії за допомогою пресових шнеків [2].

Видалення олії пресовим способом може бути здійснено пресами попереднього та остаточного пресування. Для форпресування (попередне

відділення) головним чином застосовуються шнекові преси, у яких крок витків шнекового валу до виходу зменшується, а діаметр тіла витка збільшується. Для остаточного пресування застосовуються преса, які мають постійний крок витка, оскільки тиск на матеріал в них створюється за рахунок протитиску.

Існуючі шнекові преси можуть бути виконані:

- зі ступінчастим зеєром, ступінчастим шнековим валом та регулюючим корпусом;
- зі ступінчастим зеєром, валом та калібрувальним кільцем;
- з прямим циліндричним зеєром та діафрагмовим затвором;
- преси-гранулятори з матричним філь'єром [4-6].

Аналіз відомих конструкцій пресового обладнання, визначення переваг і недоліків створило необхідність розробки модернізованої конструкції пресу, що має кращі конструктивно-технологічні характеристики.

Протягом 2004-2007 рр. на кафедрі механізації і електрифікації сільськогосподарського виробництва Миколаївського ДАУ виконувалася науково-дослідна робота, мета якої – модернізація конструкції пресової установки. Використання цієї конструкції в технологічній лінії переробки насіння соняшнику сприяє інтенсифікації пресування і збільшенню виходу олії. Основна увага при розробці вдосконаленої конструкції приділялася впровадженню пароутворюючого пристрою та збільшенню довжини приймально-підготовчої камери.

Для визначення конструктивних та технологічних параметрів проведено теоретичний аналіз роботи шнекового пресу.

Як показали теоретичні дослідження, повна питома робота, витрачена на відокремлення олії пресуванням, визначається сумою чотирьох робіт, витрачених на ущільнення насіння соняшнику, стікання м'язги, подолання сил тертя, стікання олії через зеєрні канали (філь'єри):

$$A'_{\Pi} = A'_{УН} + A'_{СМ} + A'_{ТР} + A'_{СО}; \quad (1)$$

$$A'_{\Pi} = \frac{C}{m-1} \cdot \left(\rho_2^{m-1} - \rho_1^{m-1} \right) + n \cdot \xi \cdot \frac{S^2 \cdot \omega^2}{8 \cdot \pi \cdot \varepsilon^2} + c \cdot \rho_2^{m-1} \cdot \left[1 - \frac{S_0}{2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot f \cdot D} \cdot \left(1 - e^{-2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot f \cdot D_x} \right) \right] + \xi_0 \cdot \frac{K_u^2}{2} \cdot \left(\frac{\rho_2}{\rho_0} \cdot \frac{D \cdot S \cdot v}{a \cdot n_c} \right), \quad (2)$$

де A'_{Π} – повна робота, витрачена на процес пресування (Дж/кг); $A'_{УН}$ – робота ущільнення насіння соняшнику; $A'_{СМ}$ – робота, витрачена на стікання м'язги; $A'_{ТР}$ – робота, витрачена на подолання сил тертя; $A'_{СО}$ – робота, витрачена на стікання олії через зеєрні канали, Дж/кг; ρ_1, ρ_2 – початкова і кінцева густина, відповідно, кг/м³; n – кількість зеєрних каналів; ξ – коефіцієнт

місцевого опору; S —крок гвинтової лінії, м; ω —кутова швидкість, рад/с; ε —коефіцієнт живого перетину зерної камери; f —коефіцієнт зовнішнього тертя матеріалу, що стискається; a —ширина зерного каналу, м; D —внутрішній діаметр камери, м; η —коефіцієнт бічного тиску матеріалу, що стискається; K_u —коефіцієнт відокремлення олії; S_0 —робоча площа зерної камери, м²; c, m —коефіцієнти, що визначають фізичні властивості насіння соняшнику; v —швидкість руху олії по зерних каналах, м/с.

Робота ущільнення насіння соняшнику:

$$A'_{UH} = \frac{C}{m-1} \cdot (\rho_2^{m-1} - \rho_1^{m-1}), \text{ Дж/кг.} \quad (3)$$

Робота, витрачена на стікання м'язги, визначається:

$$A'_{CM} = n \cdot \xi \cdot \frac{S^2 \cdot \omega^2}{8 \cdot \pi \cdot \varepsilon}, \text{ Дж/кг.} \quad (4)$$

Робота, витрачена на подолання сил тертя:

$$A'_{TP} = c \cdot \rho_2^{m-1} \cdot \left[1 - \frac{S_0}{2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot f \cdot D} \cdot \left(1 - e^{-2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot f \cdot D x} \right) \right], \text{ Дж/кг.} \quad (5)$$

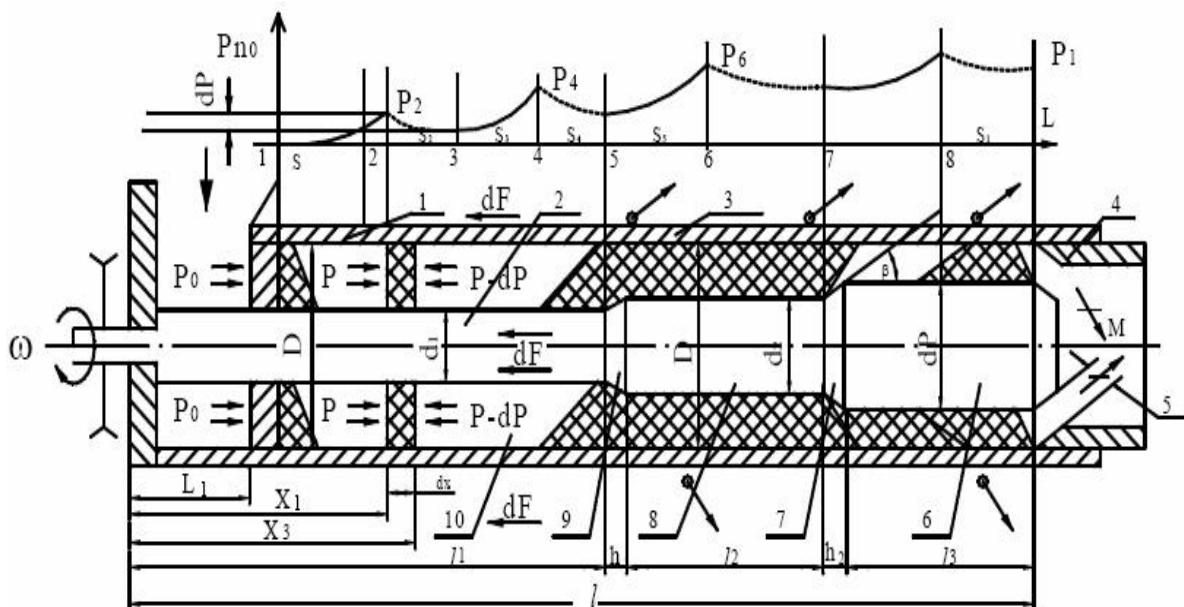


Рис. Розрахункова схема процесу розділення насіння соняшнику

(→) на олію (○→) і макуху (+→) пресуванням:

- 1 – приймально-підготовча камера; 2 – приводний набірний шнековий вал; 3 – зерна камера; 4 – механізм регулювання тиску; 5 – регулювальний зазор; 6, 8, 10 – шнеки; 7, 9 – перехідні конуса

Робота, витрачена на стікання олії через зерні канали:

$$A'_{CO} = \xi_0 \cdot \frac{K_u^2}{2} \cdot \left(\frac{\rho_2}{\rho_0} \cdot \frac{D \cdot S \cdot v}{a \cdot n_c} \right), \text{ Дж/кг.} \quad (6)$$

Проведений теоретичний аналіз створює передумови для визначення основних конструктивних і режимних параметрів шнекового пресу.

Продуктивність шнекового пресу (кг/год) визначатиметься за формулою:

$$Q = 600V_j \rho_j \omega K_s K_V (1 - K_b) K_y K_p, j = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

де V_j – теоретичний об'єм м'язги на довжині j -го витка гвинта, м³;
 ρ_j – густина м'язги в зоні j -го витка гвинта, кг/м³:

$$\rho_j = \rho_{жс} \varepsilon_j. \quad (8)$$

Тут $\rho_{жс}$ – густина м'язги в зоні живлення, $\rho_{жс} = 450$ кг/м³;
 ε_j – ступінь стиску м'язги в робочому об'ємі j -го витка гвинта:

$$\varepsilon_j = (1 + j)^{1,45}; \quad (9)$$

ω – кутова швидкість гвинтового вала, рад/с;

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (10)$$

де n – число обертів шнекового вала; K_s – коефіцієнт ущільнення м'язги, $K_s=2$; K_V – коефіцієнт використання міжвиткового об'єму живильного витка, $K_V=0,86$; K_b – коефіцієнт, який ураховує зворотний рух м'язги вздовж осі гвинта, $K_b=0,64$; K_y – коефіцієнт, що враховує вид олійної культури (для насіння соняшнику $K_y=1$); K_p – коефіцієнт, що враховує режим роботи преса (для одноступеневого пресування $K_p=1$).

Проведений теоретичний аналіз представленої математичної моделі дозволив встановити, що на витрати енергії процесу пресування основний вплив мають геометричні параметри зерної камери - діаметр, довжина, робоча площа, ширина зерних каналів, кількість зерних каналів, крок гвинта. Разом з конструктивними параметрами зерної камери значний вплив роблять і фізико-механічні властивості насіння соняшнику, м'ятки і м'язги, такі як густина, коефіцієнт зовнішнього тертя і бічного тиску. Окрім того, певний вплив на енергетику процесу мають також кінематичні параметри: кутова швидкість шнекового вала і лінійна швидкість витків шнеку уздовж осі вала. Дослідження цих параметрів виконано на лабораторній установці пресового шнеку.

З метою збільшення продуктивності в дослідному зразку пресової лабораторної установки збільшено довжину приймально-підготовчої камери. Проведені лабораторні дослідження підтвердили вірність такого рішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербаков В.Г. *Технологія отримання рослинної олії. 3-е видавництво, перероблене та доповнене* – М: Колос, 1992.
2. Кічичін В.П. *Технологія та технохімічний контроль виробництва рослинної олії*, М.: Харчова промисловість, 1976.
3. Копійковський В.М., Данильчук С.І, Гарбузова Г.І. *Технологія виробництва рослинних олій*. - М.: Легка та харчова промисловість, 1982.
4. Кошевой Е.П. *Оборудование для производства растительных масел* – М.: Агропромиздат, 1991.
5. Масликов В.А. *Технологическое оборудование производства растительных масел* – М.: Пищевая промышленность, 1974.
6. Гавриленко І.В. *Обладнання для виробництва рослинних олій*. - М.: Харчова промисловість, 1972.

УДК 631.361.85

ЛАБОРАТОРНО–ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПЛОДОВО–ЯГІДНИХ СОКІВ

О.А.Горбенко, кандидат технічних наук, доцент

О.Я.Чебан, магістр

Миколаївський державний аграрний університет

В статті проведено аналіз відомих конструкцій машин і обладнання для переробки плодово-ягідної продукції на сік. При аналізі досліджень було приділено увагу конструкціям машин для подрібнення та протирання сировини і запропоновано конструктивне рішення машини подрібнювача-протиршика

Аналіз відомих конструкцій машин і обладнання для переробки плодово-ягідної продукції на сік підтвердив, що в технологічних лініях відбувається використання комплекту машин, кожна з яких виконує визначену технологічну операцію.

Поєднання операцій в роботі однієї машини дає можливість зменшити енергоємність, металоємність технологічного обладнання, а проведення оптимізації технологічного процесу сприятиме підвищенню продуктивності.

Розвиток і становлення господарств, що мають невеликі обсяги виробництва плодової та ягідної продукції і прагнуть впровадження переробної бази в умовах власних господарств, робить необхідним створення машин та обладнання для ліній невеликої продуктивності.

Розробці такого технологічного обладнання в останні часи приділялося небагато уваги, а зростання потреби в ньому впливає на необхідність проведення досліджень в цьому напрямку.

Основну увагу при виконанні науково-дослідної роботи було приділено конструкціям машин для подрібнення та протирання сировини, таким як:

- дробарки з зубчастими валками, що застосовуються для подрібнення плодів і овочів;
- дискові подрібнюючі машини, комбіновані з центрифугою для подрібнення фруктів і ягід та подальшим відділенням;
- протибочні машини для виділення соку з мезги;
- теркові машини для виробництва овочевих і фруктових соків.

Ґрунтуючись на зібраних інформаційних матеріалах, розроблено класифікаційну схему, яку наведено на рис. 1.

Плодово-ягідний матеріал, що подрібнюється на харчових виробництвах, різноманітний і потребує різних типів подрібнюючих машин та протирщиків. Незважаючи на це, можна сформулювати деякі загальні вимоги, які має задовольняти будь-яка машина для подрібнення та протирання плодово-ягідної сировини:

1) конструкція машин повинна забезпечувати можливість швидкої і легкої заміни всіх її частин, що спрацьовуються, особливо робочих органів та елементів;

2) продукт, який подрібнюється, повинен складатися із шматочків однакового розміру, а конструкція подрібнювачів — допускати по можливості швидку і легку зміну ступеня подрібнення;

3) подрібнений матеріал необхідно негайно видаляти з подрібнювача, щоб уникнути надмірного його подрібнення, а отже, і зайвих затрат енергії;

4) подрібнювач повинен мати якомога меншу масу;

5) подрібнювач повинен мати запобіжні конструктивні елементи, які б у разі поломки або деформації запобігали аварії всієї конструкції машини;

6) протибочні машини повинні мати високу питому продуктивність (кількість напівфабрикату, вироблена за одиницю часу з одиниці площі робочого сита); низьку питому витрату енергії; низьку металоємність, особливо некорозійність матеріалів; просту конструкцію, що забезпечує зручність обслуговування, профілактичний огляд, ремонт і якісну санітарну обробку без розбирання основних пристроїв машини [1, 2].

Базуючись на вище викладеному матеріалі, було розроблено лабораторну установку подрібнювача-протирщика.

Проведення експериментальних досліджень здійснювалося з метою зменшення кінематичних режимів подрібнювача-протирщика. Для цього здійснено вивчення плодово-ягідної продукції та маси, що отримується після подрібнення. В загальному випадку вона складається з соку, мезги і подрібненої шкірочки.

Визначення процентного вмісту компонентів подрібненої маси плодів проводилося у відповідності з розробленою методикою [3]. Лабораторні дослідження проводилися наступним чином: зважуванням кожної фракції з наступним перерахунком за формулою:

$$C_u = \left(\frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \right) \cdot 100\% , \quad (1)$$

де C_i, m_i —процентне співвідношення і маси i -ої фракції.

При вивченні співвідношення між компонентами, які входять до складу різної фракції, використовувалась залежність:

$$C_u = \left(\frac{m_j}{\sum_{j=1}^n m_i} \right) \cdot 100\% . \quad (2)$$

Тут C_j, m_j – відповідно процентне співвідношення і маси i -го компоненту.

Визначення якісного складу подрібненої маси досліджуваних культур (яблука та груші), що поступають на протирання після подрібнення, проводилося за допомогою установки, схема якої наведена на рис. 2.

Установка подрібнювача-протирщика складається з приймальної горловини 1 з вальцями 2; витки 3 служать для переміщення сировини до різальних лопотей 4, де вони в свою чергу переміщують сировину відносно перфорованого барабану з різальними елементами 5; система видалення соку з жмиха виконана в виді шнека 7 та перфорованого барабану 6; піддон для збору соку 8 і приводу 9.

Сировина крізь завантажувальний бункер направляється в середину барабана до подрібнюючого пристрою. Система видалення жмиха виконана у вигляді шнека, витки якого знаходяться в проміжку між обичайкою та внутрішнім корпусом барабану.

Подрібнювальна камера оснащена лопатями, що здійснюють переміщення плодів в робочій камері і за рахунок відцентрових сил, що виникають під час обертання барабану, створюють силу притискування сировини до ріжучій поверхні. Таким чином здійснюється подрібнення.

Барабан змонтовано з можливістю асинхронного обертання відносно барабана подрібнювальної камери.

Барабан з обичайкою кріпиться на порожнистому валу корпусу приводу, встановленому в підшипниках корпусу. Корпус виконано із завантажувальним вікном, вікном для виходу віджатого сіку і вікном для відведення жмиха.

Витки шнека можуть бути виконані конічними і зі зменшенням їх діаметру в напрямку руху жмиха, що забезпечує збільшення зазору між перфорованою обичайкою і витками. Це запобігає забиванню і заклиню-

ванню шнека. Лопаті в завантажувальному барабані можуть бути закріплені під кутом до його подовжньої осі, що полегшує процес різання і прохід оброблюваного матеріалу у внутрішню порожнину.

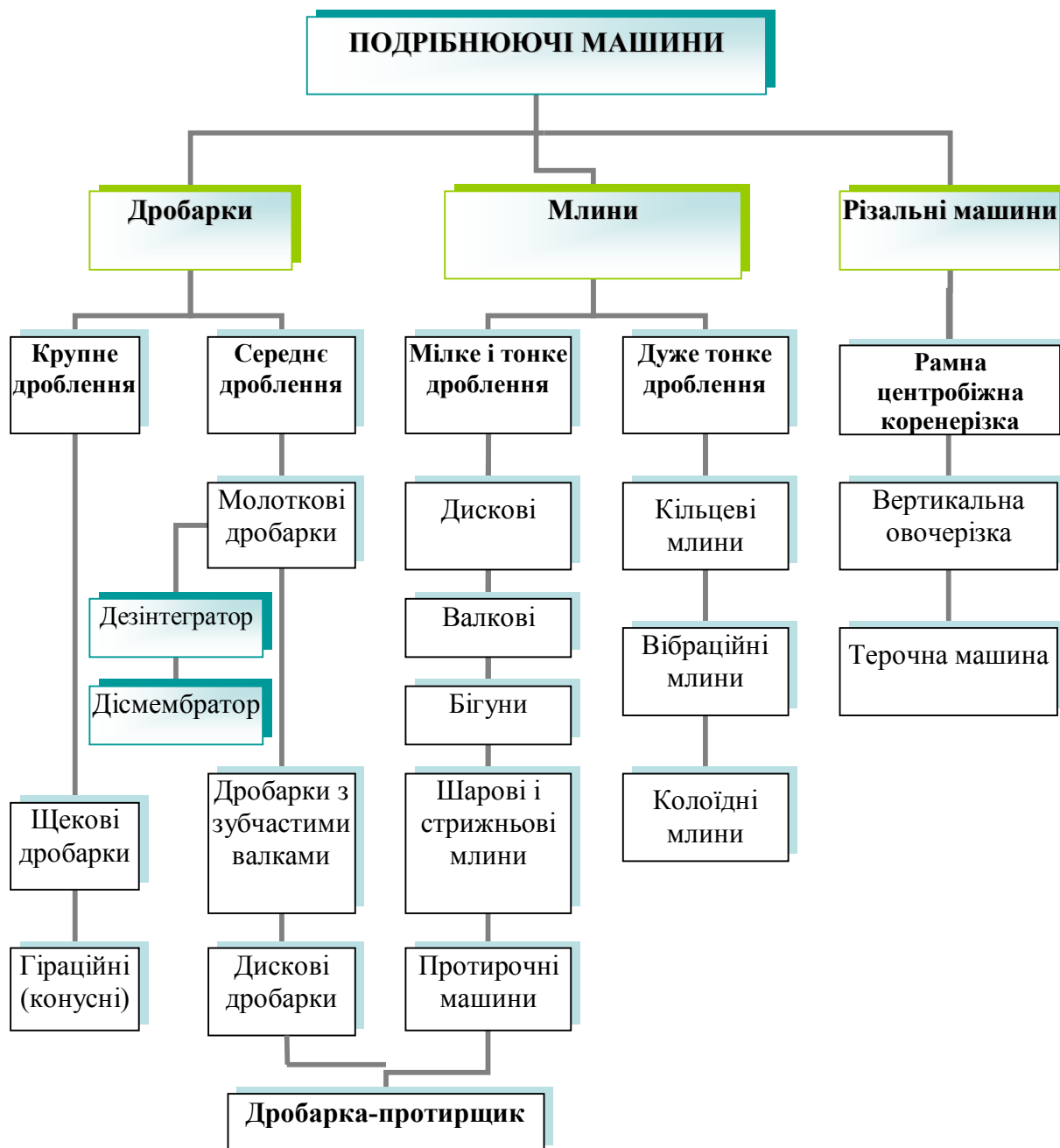


Рис. 1. Класифікаційна схема подрібнюючих машин

Для збільшення ступеня віджимання соку початкова частина шнека виконана багатозахідною. Таке конструктивне рішення сприяє збільшенню швидкості очищення перфорованої обичайки і підвищенню ступеня віджимання соку. Загальний вид установки представлений на рис. 3.

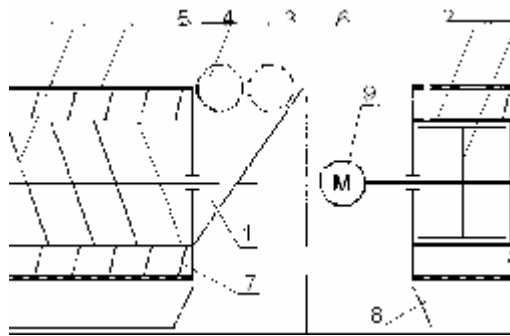


Рис. 2. Схема установки для подрібнення та вивчення компонентів подрібненої маси

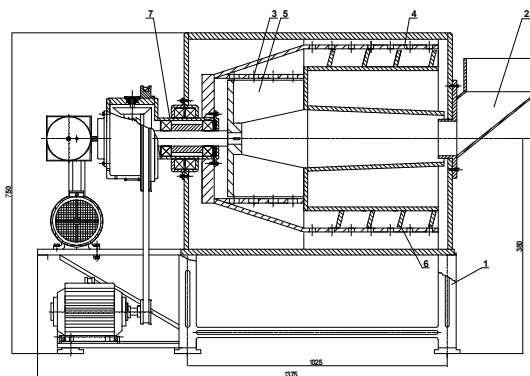


Рис. 3. Загальний вигляд лабораторної установки: 1—станина; 2—приймальна горловина; 3—перфорований барабан з різальними елементами; 4—перфорованої обичайки; 5—лопаті для переміщення сировини відносно різальних елементів, 6—системи видалення жмиха; 7—вал.

Після дроблення плодовоовочевих плодів подрібнена маса зважувалася і фільтрувалася через решето з розміром осередків 2,5 мм. Маса, що залишилася після фільтрації, диференціювалася на групи: кірка, м'якоть і насіння. Причому шматки кірки і м'якоті оглядалися на наявність в них зв'язаного насіння. Рідка фракція фільтрувалася через сито з розміром осередків 1 мм для визначення наявності в ній дрібного і роздробленого насіння.

Таким чином, була виявлена наявність трьох фракцій, з яких складається подрібнена маса, що поступає на протирання:

- рідка фракція, соку з суслимом;
- мезга;
- шкірочка і насіння культури.

Проводилося почергове зважування відібраного соку та мезги. Визначення процентного вмісту кожного з компонентів подрібненої маси проводилося за наступною залежністю:

$$C_c = \left(\frac{m_c}{m} \right) \cdot 100\%; C_{ш} = \left(\frac{m_{ш}}{m} \right) \cdot 100\%; C_m = 100\% - (C_c + C_{ш}), \quad (3)$$

де C_c , $C_{ш}$, C_m —відповідно процентний вміст чистого соку, шкірочки з насінням культури та мезги в подрібненій масі;

m_c , $m_{ш}$ —відповідно маса чистого соку, шкірочки з насінням культури в подрібненій масі;

m —повна маса подрібнених насінневих плодів.

Повторність проведення опитів 10-кратне.

При проведенні експериментів також досліджувалися ступінь подрібнення шкірки плодів та насіння в них. Визначено процентний вміст в подрібненій і протертій масі за трьома групами: до 1мм, 1-5мм і 7 мм [4].

При цьому, процентний вміст шкірки з насінням в кожній групі визначався наступною залежністю:

$$C_1 = \left(\frac{m_1}{m_k} \right) \cdot 100\% ; \quad (4)$$

$$C_5 = \left(\frac{m_5}{m_k} \right) \cdot 100\% ; \quad (5)$$

$$C_7 = \left(\frac{m_7}{m_k} \right) \cdot 100\% . \quad (6)$$

де m_1, m_5, m_7 – маса вмісту в мезги шкірочки з насінням кожної розмірної групи;

m_k – загальна маса подрібненої шкірочки з насінням.

Виконаний аналіз відомих конструкцій машин для подрібнення та протирання сировини підтвердив необхідність створення сучасних конструкцій, що забезпечуватимуть зниження енерго- та ресурсоемності виробництва.

Експериментальні дослідження механіко-технологічних якостей плодової сировини і подрібненої маси дозволили визначити перелік культур, що придатні для отримання сокової продукції.

Експериментальні дослідження лабораторної установки, які виконано з використанням теорії планування експерименту, сприятимуть оптимізації технологічного процесу отримання сокової продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кавецкий Г.Д., Королев А.В. *Процессы и аппараты пищевых производств.* – М.: Агропромиздат, 1991. – 432 с.
2. Горбатюк В.И. *Процессы и аппараты пищевых производств.* – М.: Колос, 1999. – 335с., ил.
3. Доспехов Б.А. *Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных.* - М.: Колос, 1972. - 207 с.
4. Касандикова О.Н., Лебедев В.В. *Обработка результатов наблюдений.* М.: Наука, 1976. - С. 18-22.

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА УГЛЕРОДИСТОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ 65Г

А.А.Андрушевич, кандидат технических наук, доцент

А.А.Кодолич, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет

Проведено дослідження впливу параметрів імпульсної обробки на властивості сталі 65Г. Одержано результати показують, що імпульсна обробка в поєднанні з термічною і хіміко – термічною обробкою підвищує її зносостійкість

Среди марок стали, применяемых в отечественном производстве почвообразующих элементов плугов – долот, зубьев, лемехов, работающих в абразивной среде с периодической ударной нагрузкой о камни, одной из самых распространенных является конструкционная сталь 65Г (ГОСТ 14959 - 79). Отсутствие в ней дефицитных составляющих в сочетании с высокими физико-механическими свойствами обуславливает исключительную экономию и массовость её использования в сельскохозяйственной технике. Из-за сравнительно низкого ресурса, не превышающего в среднем 20 га, работоспособности почворезущих элементов плугов применяют самые различные способы их упрочнения, для которых характерно либо использование объёмного легирования и термической обработки, либо энергозатратные технологии поверхностного упрочнения [1].

Состав стали 65Г при содержании углерода (0,62–0,70 %) характеризуется наличием кремния (0,17–0,37 %) и марганца (0,8–1,2 %), что обеспечивает хорошие упругие свойства. После закалки при температуре 850 – 870 °С в масле и среднего отпуска при 350 – 400 °С, сталь имеет структуру троостита. Предел упругости достигает при этом максимального значения, твердость по Роквеллу 45 – 55 HRC. Термически обработанная сталь обладает сравнительно невысокой износостойкостью, что требует периодической перезаточки режущей части изготавливаемых из неё лемехов.

В работе исследовали влияние параметров импульсной взрывной обработки на свойства стали 65Г в исходном отожженном и термически обработанном состояниях, а также после химико-термической обработки (ХТО).

В основу импульсной обработки положено использование эффекта сверхглубокого проникания (СГП) порошковых частиц в металлические преграды [2], ускоренных энергией взрыва. При таком нагружении стальных заготовок в них возникают градиенты полей давлений и деформаций, за счёт которых формируются локальные зоны изменённых структур с повышенным уровнем энергии. Внедрение частиц сопровождается интенсивными сдвиговыми деформациями в локальных зонах и динамической перестройкой в них структуры матричного материала. Задавая структуру зон перестройки путём

введения частиц с нано - и микроструктурой, можно существенно изменить уровень физико-механических свойств матричного материала.

Для проведения исследований изготавливались образцы в виде цилиндров диаметром 12 мм, длиной 45 мм. Взрывная обработка проводилась с однократным нагружением порошком карбида кремния SiC с размерами частиц 10 – 50 мкм с использованием взрывного ускорителя. В качестве взрывчатого вещества использовался аммонит 6ЖВ, на одну обработку - 0,2 кг при расстоянии до образцов 90 мм. Фоновое давление составляло порядка 10 ГПа, время воздействия свыше 300 мкс. Условия проведения импульсной и термической обработки образцов из стали 65Г приведены в таблице.

Для проведения металлографических исследований и определения твердости образцы разрезались по плоскости вдоль оси и приготавливались продольные шлифы.

Результаты экспериментов (см. таблицу) показали, что изменение твердости для образцов, прошедших различные виды упрочнения, существенно отличаются, достигая максимальных значений только в сочетании термической обработки с цементацией или взрывной обработкой. Только импульсная обработка не приводит к значительному повышению твердости в сравнении с термической обработкой (закалка + отпуск). Цементация также не позволяет достичь требуемых значений твердости, хотя взрывная обработка активизирует процесс цементации. Взрывная обработка + цементация + традиционная закалка + отпуск обеспечивает достижение необходимой значения твердости, но эти значения ниже, чем после ХТО (цементация) + закалка + отпуск.

Таблица

Режимы импульсной и термической обработки стали 65Г

Маркировка образца	Импульсная обработка	Термическая обработка, °С	Химико-термическая обработка	Расстояние от поверхности, мм	Твердость по Роквеллу, HRC
0	-	Отжиг	-	5-35	11-14
1	-	Закалка 840 + отпуск 400	-	5-15	52-57
2	-	-	Цементация	-	31-33
3	-	-	-	5-35	20-25
4	Взрывная 10ГПа	-	Цементация	20	36-38
5	Взрывная 10ГПа	Закалка 840+ отпуск 400	-	20-40	50-54
6	Взрывная 10ГПа	-	-	5-35	26- 28

Для оценки износостойкости образцов стали 65Г, прошедших импульсную взрывную и последующую термическую обработки, проводились сравнительные испытания на износ на машине трения МТ-1. Результаты испытаний приведены на рисунке.

Учитывая полученные результаты по износу (рис. 1) и сравнивая с данными по твердости, видно, что наиболее предпочтительными являются образцы сталей по режимам обработки №5 и №4. Сталь после цементации несмотря на то, что менее подвержена износу чем сталь после взрывной обработки, но по своим физико-техническим характеристикам (предел прочности, ударная вязкость) уступает стали после взрывной обработки + закалка + отпуск. Процесс цементации не может обеспечить необходимую твердость и эксплуатационные характеристики стали в сравнении со сталью, прошедшей взрывную обработку + цементацию; или взрывную обработку + закалка + отпуск.

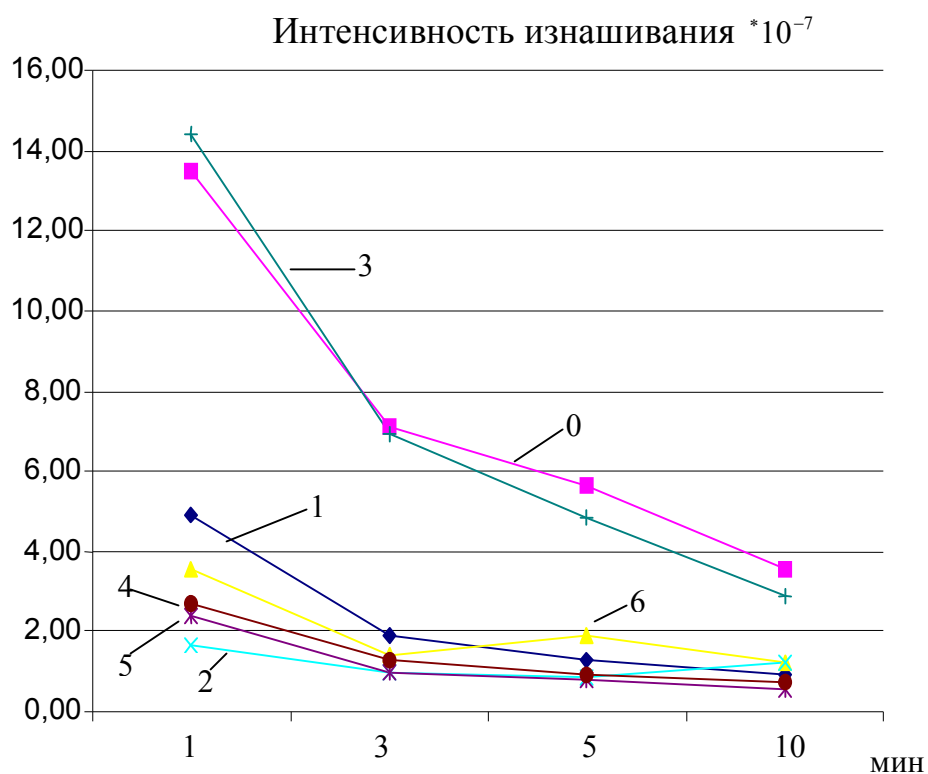


Рис. Интенсивность изнашивания стали 65 Г после различных видов обработки: 0 - после отжига; 1 - после закалки и отпуска; 2 - после цементации; 3 - прокат (поставка); 4 - после взрывной обработки и цементации; 5 - после взрывной обработки + закалка + отпуск; 6 - после взрывной обработки;

Проведенные исследования показывают что импульсная обработка стали 65Г в сочетании с термической и химико – термической обработкой повышает ее сопротивление изнашиванию.

Наибольший эффект регулирования физико-механических свойств достигается при оптимизации процессов взрывного микролегирования и последующей термической обработки сплавов. При этом особое внимание следует обращать на выбор состава вводимых порошковых частиц, поскольку их взаимодействие с металлической матриц играет определяющую роль.

Приведенные результаты позволяют использовать такое комплексное упрочнение для повышения эксплуатационных свойств рабочих органов почвообрабатывающих машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетеня Г.Ф. Восстановление и упрочнение почворезущих элементов диффузионным намораживанием износостойкими сплавами. – Минск, БГАТУ, 2003.- 188 с.
2. Динамическая перестройка структуры металлов. Кол. монография по ред. С.М.Ушеренко. – Минск, НИИП с ОП, 2000. – 183 с.

УДК 631.3.001.1 (082)

АВТОМАТИЗАЦІЯ ГРАВІТАЦІЙНОГО ВОДОПІДІЙМАЧА В СИСТЕМІ ВОДОПОСТАЧАННЯ

О.А.Горбенко, кандидат технічних наук, доцент

О.О.Ковальов, магістр

Д.А.Кальянов, магістр

Миколаївський державний аграрний університет

В статті звертається увага на проблему водопостачання в сільській місцевості. І розглядається альтернативне вирішення цієї проблеми шляхом впровадження і автоматизації гравітаційного водопідіймача в систему водопостачання сільської місцевості

Однією з актуальних проблем для сільськогосподарського виробництва є проблема забезпечення водою як різних виробничих сфер, так і, безпосередньо, мешканців сільської місцевості.

В лабораторії гідравліки факультету механізації сільського господарства МДАУ ведеться науково-дослідна робота по пошуку рішень стосовно впровадження використання альтернативних джерел, що можуть забезпечити якісне водопостачання.

При участі в науково-дослідній роботі у 2005-2006 навчальному році ставилася завдання пошуку конструктивного рішення клапанів для гідравлічної системи гравітаційного водопідіймача, лабораторно-дослідна установка якого функціонує в лабораторії.

Проведений огляд літературних джерел та патентно-інформаційних матеріалів щодо застосування систем та обладнання для водопостачання показав, що відомі технічні рішення для підйому води у водопідіймачах, як правило, мають низькі ККД і при експлуатації потребують енерговитрат. Також вони не завжди технологічні при вирішенні питань підвищення напору в водопровідній мережі і підтриманні його на необхідному для споживача рівні. Таким чином, є необхідність вирішення питання підвищення покращення якісного рівня забезпечення водою споживачів, зниження енерговитрат при експлуатації системи водопостачання та підтримання необхідного напору у водопровідній мережі.

Для вирішення проблем водопостачання в сільській місцевості пропонується використання гравітаційного водопідіймача.

До складу гравітаційного водопідіймача входить: бак з напором - $H_{розп}$; базові ємності - O_1 та O_2 (компресор); транзитні ємності - 1, 2, 3, 4...n; магістраль стиснутого повітря - М; напірні трубопроводи -Т; клапани для води та стиснутого повітря $K_{01}...K_{0n}, K_H, K_{B1}, K_{B2}, K_{C1}$; клапани герметизації та розгерметизації - В; існуюче джерело напору - ІДН.

Функціонування гравітаційного водопідіймача здійснюється наступним чином. Спочатку через гідравлічний клапан K_1 заповнюється водою транзитна ємність 1 і герметизується за допомогою клапана B_1 через важільну систему приєднану до гідрогальма клапана K_1 . Коли транзитна ємність 1 заповнюється водою, гідравлічний клапан K_1 автоматично перекриває воду. Одночасно з цим базова ємність (наприклад O_1) герметизується і заповнюється водою через клапан K_{H1} , створюючи при цьому в ній тиск стисненого повітря

$$P_0 = P_{атм} + \gamma h,$$

де γ - питома об'ємна вага води, а h - висота стовпа води розполагаемого напору - H . Потім через клапан K_{B1} стиснене повітря з ємності O_1 надходило в магістраль M , а потім через клапан K_{01} , який вводиться в робочий стан також через просту систему важелів, з'єднаних з гідрогальмом гідравлічного клапана K_1 , в транзитну ємність 1, з якої вода виштовхувалась стисненим повітрям по трубопроводу T в транзитну ємність 2 і заповнювала її, а в подальшому відбувалось повторення циклу виштовхування води з транзитної ємності 2, тобто після заповнення її водою вона також герметизувалась тільки за допомогою клапана B_2 . Процес заповнення і виштовхування води з наступних транзитних ємностей відбувався аналогічно. При цьому кожна транзитна ємність системи гравітаційного водопідіймача, починаючи з другої, забезпечувала на конкретному рівні її підйому величину напору води $H = \gamma h$.

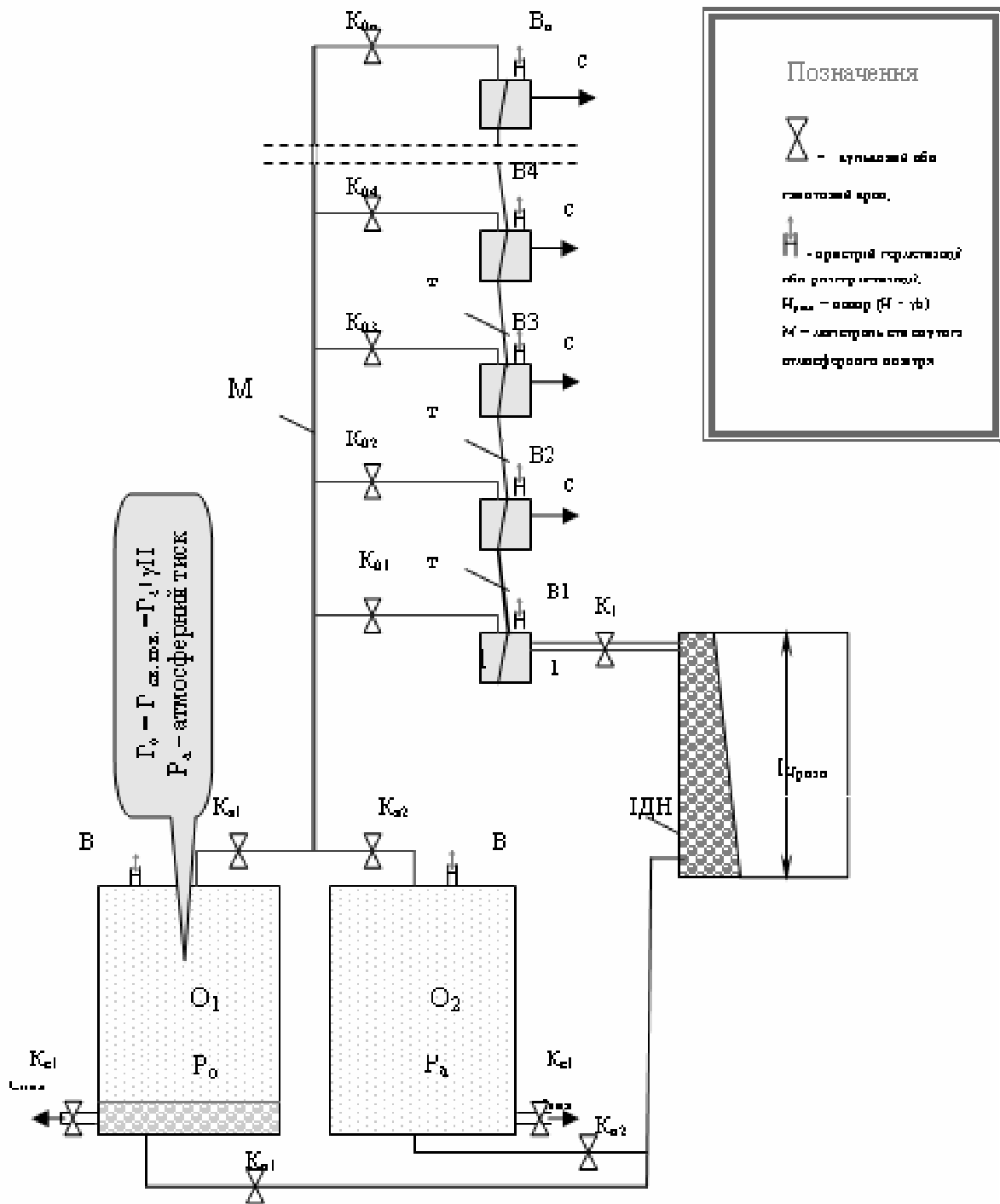


Рис 1. Схема лабораторної установки гравітаційного водопідіймача

Для широкого впровадження в систему водопостачання необхідно повністю автоматизувати процеси підйому та зливання води. Це стає можливим за рахунок встановлення системи клапанів в гідравлічній та повітряній магістралях.

Проведення науково-пошукової роботи і аналізу літературних джерел дало можливість зробити висновок, що для впровадження в систему

автоматизації гідравлічної мережі гравітаційного водопідйомника можна пропонувати наступну конструкцію зворотнього клапану.

Зворотний клапан (рис.2) містить корпус 1, що містить запірний орган 2, закріплений на осі 3, і гідрогальма 4.

Перед запуском насоса запірний орган 2 зворотнього клапана знаходиться в відкритому положенні і, відповідно, плаваючий поршень 6 займає місце в кінці вузької частини корпусу 5 гідрогальма і в тому положенні зазор між поршнем і корпусом мінімальний. У момент запуску насоса на запірний орган 2 діє максимальне зусилля і починається відкриття клапана. Разом з клапаном повертається вісь 3 і шків 12 (проти годинникової стрілки). Кінець троса 10, закріплений в крапці А, починає рухатись до крапки Б, крапка Б до крапки С. В результаті плаваючий поршень 6 переміщується у бік розширеного кінця корпусу і гідрогальма -4 Розширення виконане пропорційно зменшенню сил на запірний орган 2 по мірі його відкриття, і витрата перетікаємої рідини через зазор між поршнем 6 і корпусом 5 залишається постійним. Отже, поршень 6 переміщується з постійною швидкістю, і запірний орган 2 відкривається рівномірно. Так само протікає процес закриття.

Плавне відкриття і закриття запірного органу 2 зворотнього клапана забезпечує високу працездатність всіх елементів, що функціонують в даній магістралі.

Для забезпечення автоматизації повітряної мережі може бути придатним дозуючий клапан, конструктивне рішення якого представлено на рисунку 3.

Дозуючий клапан (рис. 3) складається з розташованих одна над іншою напірної і зливної камер 1, 2, розділених перегородкою 3 з розташованим в ній клапаном 4, і його приводу, що містить укріплений на клапані 4 порожнистий поплавець 5, змонтовану в ньому з можливістю переміщення запірної голки 6 з каналом 7 для поєднання із зливною камерою 2 і атмосферою, і розташований на виході з останнього запірного елемента 8, при цьому запірна голка 6 змонтована з можливістю переміщення в каналі 9, утвореному в клапані 4, в зливній камері 2 утворені отвори 10 для зливу рідини, а на запірному елементі 8 встановлений болт 11 з шайбою 12. В режимі очікування канали 7 і 9 перекриті. Клапан 4 перекриває прохід з напірної камери 1 в зливну камеру 2, оскільки не спливає через часткове обмивання (зверху) тіла клапана рідиною. В напірну камеру 1 безперервно поступає рідина із зовнішнього джерела. При зачіпанні наповнюваної місткості болта 11 клапан 4 небагато підводиться в сідло, підйомна сила його за рахунок повного омивання рідиною різко зростає і він спливає, при цьому рідина, накопичившись в напірній камері 1, витікає в камеру 2 і через отвори 10 в наповнювану ємність. Після цього клапан 4 знов закривається до наступного контакту наповнюваної ємності з болтом 11. Величина порції рідини в цьому випадку залежить від швидкості притоку рідини в напірну камеру 1 і частоти контакту наповнюваної ємності з болтом 11.

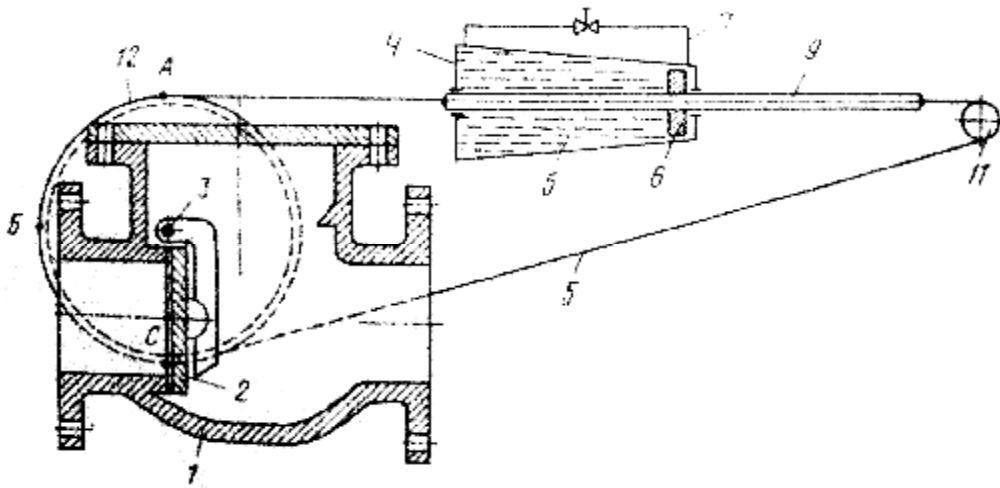


Рис. 2. Зворотній клапан

За іншим варіантом режиму очікування роботи дозатора, його сполучають камерою 1 з днищем бака рідини, що дозується. Канали 9 і 7 починають запірною голкою 6 і запірним елементом 8. При зачіпанні наповненої місткості болта 11 клапан 4 відкривається і спливає, при цьому рідина потрапляє в камеру 2. Оскільки витрата рідини через отвори 10 менше, ніж через отвір сідла клапана 4, в камері 2 створюється надмірний тиск, рідина по каналу 9 потрапляє в поплавець 5, що призводить до збільшення маси і закриття клапана 4. Рідина через канал 7 витікає з поплавця 5, і система повертається в початковий закритий стан до наступного впливу на болт 11. У цьому варіанті режиму очікування роботи дозатора величина порції рідини залежить від ступеня перекриття запірною голкою 6 каналу 9, а час, за яке дозатор повертається в початковий стан, залежить від ступеня перекриття запірним елементом 8 каналу 7.

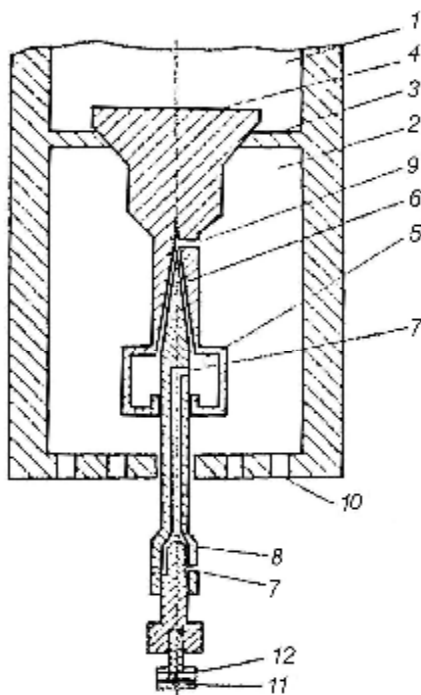


Рис. 3. Дозуючий клапан

У автоматичному режимі камерою 1 є сам бак з рідиною, що дозується. Загальна маса клапана з приводом і кількістю шайб 12 регулюється на позитивну плавучість в закритому стані. При цьому клапан спливає. Рідина через канал 9 заповнює поплавець 5, і клапан закривається. Він знаходиться в закритому стані до тих пір, поки рідина з поплавця 5 через канал 7 не витече. Тоді клапан знов відкривається і т.д. Величина порції рідини, що дозується, залежить від ступеня відкриття каналу 9 голкою 5, а проміжки часу між порціями залежать від ступеня відкриття каналу 7 запірним елементом 8.

Впровадження запропонованих конструкцій клапанів для повітряної та гідравлічної мереж гравітаційного водопідіймача дає можливість автоматизувати процес, що сприятиме ефективному використанню його як альтернативного джерела водозабезпечення сільськогосподарських об'єктів і споживачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. М.: Наука, 1981. т. 6. - С. 498.
2. Авторское свидетельство СССР № 918630. кл. F. 16 K 47/00 198ст. В.А. Силагадзе, Л.И. Махарадзе.
3. Исаев А.П., Сергеев Б.И., Дидур В.А. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов. – М., «Агропромиздат», 1990. - 420 с.
4. Дідур В.А., Савченко О.Д., Пастушенко С.І., Мовчан С.І. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод. – Запоріжжя: Прем'єр, 2005. - 464 с.
5. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 672 с.

УДК 681.518.001.33.008:629.5

РУКОВОДЯЩАЯ РОЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ИНФОРМАЦИОННОМ ИНТЕГРИРОВАННОМ ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВА

*Г.Клещёв, кандидат технических наук, профессор
Одесский филиал Европейского университета*

В статті розглядається математична модель інформаційного інтегрованого промислового комплексу з керуючою роллю економічних систем з використанням математичного апарату. Запропоновані методи і алгоритми мають позитивні відмінності від вже відомих

Введение. Переход на рыночные отношения содействовал потому, что последние несколько лет, в связи с нехваткой (отсутствием) специалистов по предметной области, были ознаменованы значительным повышением интереса к компьютерным системам, посредством которых можно обеспечить эффективное управление предприятием. Причём растёт спрос именно на интегрированные системы управления-автоматизация отдельной функции, бухгалтерский учёт или сбыт готовой продукции, считается уже пройденным этапом для многих предприятий [1]. Поэтому, представленная и описанная в статье [2] модель информационного интегрированного промышленного комплекса (ИИПК) с экономическими системами 1-6 (подсистемами или группами специалистов): 1- менеджмента, 2- экономистов предприятия, 3- финансистов, 4- банкиров, 5- маркетологов, 6- бухгалтеров и ауди-

тов (см. рис., представленный ниже), является своевременным и необходимым.

Методика исследования. В качестве объекта исследования нами принята структура модели информационного интегрированного промышленного комплекса (МИИПК) процесса управления механическим производством (см. рис.), а в качестве предмета исследований – математический аппарат и модели принятия решений.

Для описания математической модели интегрированного комплекса использованы алгоритмы и методы теории системного анализа и синтеза оптимизации организованных структур.

Рассматриваемая модель базируется на теоретико-множественном подходе, в основе которого лежит представление системы в виде совокупности множества элементов. Соответствующая структура которых, определяется как иерархическая совокупность от поверхностей различных классов деталей, множеств сопряжения до отдельных систем, входящих в МИИПК, определенных на элементах структуры, а процедура синтеза - в виде теоретико-множественных операций над множествами [3].

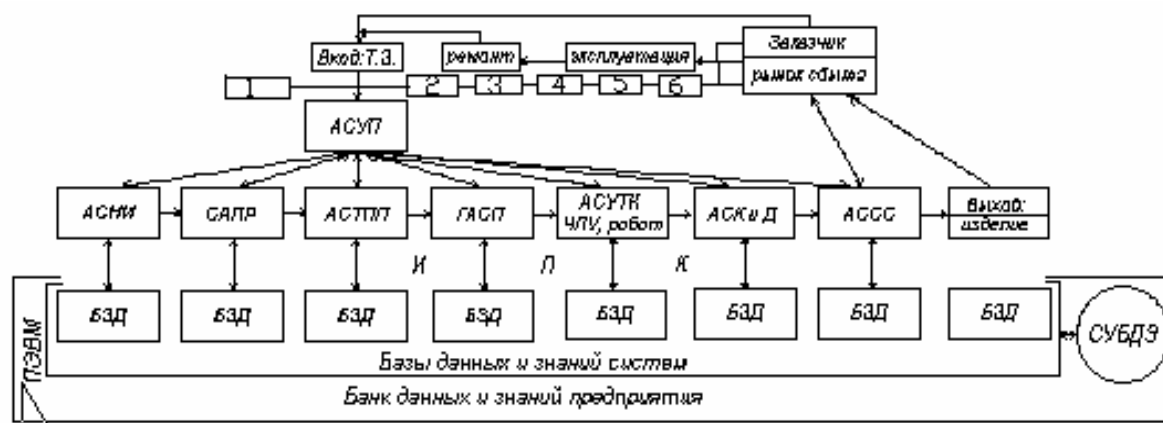


Рис. Модель информационного интегрированного промышленного комплекса

При синтезе оптимальной структуры системы управления производством наиболее эффективным является применение теоретико-множественного подхода. Данный подход обеспечивает возможность наиболее полно наделять полученные конструкции конкретными математическими структурами и предельно обобщенно подойти к проблеме описания сложных систем, к которым относятся системы управления производством. При этом мы исходили из понятия системы S как подмножества декартового произведения некоторого семейства множеств:

$$\{V_i | i \in I\} \quad S \subset \prod_{i \in I} V_i, \quad I - \text{множество индексов, принимая во внимание}$$

существование глобальной реакции системы:

$$R: X \times \prod_{i \in I_1} V_i \rightarrow \prod_{j \in I_2} V_j,$$

где $I_1 \cup I_2 = I$ и $I_1 \cap I_2 = \emptyset$; X - некоторое абстрактное множество, называемое множеством состояний.

Иерархическая n - уровневая система U , представляет собой совокупность векторов [2]:

$$U = (X, Z, \Omega, \varphi, \psi), \quad (1)$$

где X – множество состояний системы, которая является декартовым произведением множеств $X = \prod_{i=1}^n X_i$.

Множество управлений Z и множество внешних воздействий Ω являются множествами отображений:

$$\begin{aligned} \forall z \in Z \quad Z : X \rightarrow X, \\ \forall \omega \in \Omega \quad \omega : X \rightarrow X. \end{aligned}$$

Причем:

$$\begin{aligned} Z = \prod_{i=1}^n Z_i, \quad \Omega = \prod_{i=1}^n \Omega_i, \text{ так что} \\ z(x) = (z_1(x_1), z_2(x_2), \dots, z_n(x_n)), \\ \omega(x) = (\omega_1(x_1), \omega_2(x_2), \dots, \omega_n(x_n)) \end{aligned}$$

для всех $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X$,

где $z_i \in Z_i : X_i \rightarrow X_i$, $\omega_i \in \Omega_i : X_i \rightarrow X_i$.

Будем полагать, что множества Z_i и Ω_i содержат элемент \wedge такой, что $\wedge(x) = x$, для всех $x \in X_i$ и для $i = 1, 2, \dots, n$.

$$\varphi : X \rightarrow P(X), \quad \psi : X \rightarrow P(Z),$$

где $P(\cdot)$ - совокупность всех непустых подмножеств, множества m , φ и ψ являются диагональными произведениями

$$\varphi = \Delta_{i=1}^n \varphi_i, \quad \psi = \Delta_{i=1}^n \psi_i$$

отображений $\varphi_i : X \rightarrow P(X_i)$, $\psi_i : X \rightarrow P(Z_i)$, ($i = 1, 2, \dots, n$).

Так что для каждого $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$

$$\varphi(x) = \prod_{i=1}^n \varphi_i(x), \quad \psi(x) = \prod_{i=1}^n \psi_i(x),$$

где $\varphi_i(x)$ определяются значениями многозадачных отображений

$$\varphi_{ki} : X_k \rightarrow P(X_i), \quad (k = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

как первое непустое множество в последовательности

$$\begin{aligned} A_n \subseteq A_{n-1} \subseteq \dots \subseteq A_1, \\ A_m = \bigcap_{k=1}^m \varphi_{ki}(x_k), \quad (m = 1, 2, \dots, n). \end{aligned}$$

Аналогично $\psi_i(x)$ – первое непустое пересечение $B_m = \bigcap_{k=1}^m \psi_{ki}(x_k)$ в последовательности $B_n \subseteq B_{n-1} \subseteq \dots \subseteq B_1$.

Таким образом, иерархическую систему (1) можно рассматривать как систему, состоящую из n -уровней ($i=1, 2, \dots, n$)

$$U_i = (X_i, Z_i, \Omega_i, \{\varphi_{ij}\}, \{\psi_{ij}\}_{1 \leq j \leq n}) \quad (3)$$

Будем называть множество X_i множеством состояний i -го уровня, Z_i – множеством возможных управлений i -м уровнем и Ω_i – множеством внешних воздействий на i -й уровень. $\varphi_{ij}(x)$ можно интерпретировать как множество j -го уровня, удовлетворяющее требованиям i -го уровня, находящемуся в состоянии $x \in X_i$. В частности множество $\varphi_{ii}(x)$ будем называть собственной целью i -го уровня, отвечающей его состоянию x . Если $\varphi_{ij}(x) = X_j$, то это будет означать инвариантность состояний x i -го уровня к состояниям j -го уровня.

Множество $\psi_{ij}(x)$ является множеством допустимых управлений на j -ом уровне, определяемым состоянием x уровня U_i . Отсутствие ограничений на управляемость j -м уровнем со стороны уровня U_i , находящегося в состоянии x , выражается равенством:

$$\psi_{ij}(x) = Z_j.$$

Отображения φ_i и ψ_i определяют приоритетность уровней (3). Действительно, при определении значения $\varphi_i(x)$, (соответственно $\psi_i(x)$) ($x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$) прежде всего учитываются элементы множества $\varphi_{1i}(x_1)$, затем $\varphi_{2i}(x_2)$ и т.д. до $\varphi_{ni}(x_n)$ (соответственно $\psi_{1i}(x_1), \psi_{2i}(x_2), \dots, \psi_{ni}(x_n)$).

Сохраняя принятую индексацию, можно говорить, что уровень U_k является вышестоящим по отношению к U'_k , если $k < k'$ ($U_k > U'_k$). Следовательно, можно говорить об упорядоченном множестве уровней (3) системы U :

$$U_1 > U_2 > \dots > U_n,$$

взаимосвязь которых как сверху вниз, так и снизу вверх характеризуется функциями φ_{ij} и ψ_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n$) и не ограничивается при этом взаимодействиями между соседними уровнями.

Состояние x системы U будем называть идеальным, если x является неподвижной точкой многозначного отображения φ , т.е. $x \in \varphi(x)$. Если множество неподвижных точек отображения φ не пусто ($F_{ix} \varphi \neq \emptyset$), то система U называется разрешимой.

Иерархическая система потенциально управляема в состоянии x , когда существует такое управление $z \in \psi(x)$, что $z(x) \in \psi(z(x))$, и полностью

управляема в состоянии x , если $\forall \omega \in \Omega \exists z \in \psi(x)$, что $z(\omega(x))$ – неподвижная точка отображения φ .

В общем случае под управлением иерархической системы можно понимать конечную последовательность управлений z_1, z_2, \dots, z_p , которая приводит состояние x системы в состояние x_p , так что $z_i(x) = x_i$, $z_l(x_{l-1}) = x_l$ ($l = 1, 2, \dots, h$).

Если ввести в рассмотрение функцию $f: Z \rightarrow R$ множества Z во множество действительных чисел, то можно говорить, например, о „стоимости” управлений и решать задачу об оптимальном управлении в интегрированных системах.

Для разрешимости системы U необходимо, чтобы $F_{ix} \varphi_{11} \neq 0$. Действительно, если $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – неподвижная точка отображения φ , то $x_1 \in \varphi_1(x)$.

В силу определения φ_1 $\varphi_1(x) \cap \varphi_{11}(x_1) \neq \emptyset$ и $\varphi_1(x) \subseteq \varphi_{11}(x_1)$, следовательно: $x_1 \in \varphi_{11}(x_1)$.

Пусть x_1, x_2, \dots, x_n являются компактными выпуклыми непустыми множествами в банаховых пространствах x_1, x_2, \dots, x_n . Тогда для того, чтобы иерархическая система (1) была разрешимой, достаточно, чтобы отображения (2) φ_{ki} ($1 \leq i, k \leq n$) были замкнутыми и выпуклыми.

Действительно, при этих условиях множество состояний X иерархической системы является компактным выпуклым множеством в банаховом пространстве $x = \prod_{i=1}^n x_i$.

В силу определения отображений φ_j ($j = 1, 2, \dots, n$) для всех $x \in X$ отображение $\varphi_j(x)$ непустое и для каждого j

$$\exists_k : \varphi_j(x) = \bigcap_{i=1}^k \varphi_{ij}(x).$$

Поэтому для всех $\varphi_j(x)$ является замкнутым и выпуклым как непустое пересечение выпуклых множеств. Тогда отображение $\varphi = \bigtriangleup_{j=1}^n \varphi_j$ будет удовлетворять условиям замкнутости и компактности. И по теореме Какутани о неподвижных точках имеем $F_{ix} \varphi \neq \emptyset$.

Для исследования руководящей роли экономических систем рассмотрим, из представленной модели интегрированного комплекса, первую экономическую систему - менеджмента. При массовом, крупносерийном и серийном производстве могут функционировать системы, подсистемы или группа специалистов - менеджеров. При мелкосерийном и единичном производстве, которое преобладает, в настоящее время во многих странах - в лице одного специалиста - менеджера. В рыночных отношениях менеджмент

предприятия выступает в роли: и начальника производства, отвечающего за функционирование всего производства; и как социолог, использующий труд, интеллект, поведение и отношения других людей; и как руководитель, например, главного инженера предприятия (офиса), работающего на хозяина; и как менеджмента по кадрам; и т. д. В совокупности менеджмент обеспечивает, в результате своей деятельности, максимальную прибыль, рентабельность, темпы роста производительности труда, стратегию развития предприятия на перспективу. В узком понимании менеджмент - это умение достигать поставленных целей, используя работу, интеллект, мотивы поведения других людей. В отличие от старых принципов “не увольняются, значит предприятие (фирма), их удовлетворяет”, в соответствии с современными (самыми передовыми японскими способами производственных отношений) понятиями о менеджменте - необходимо беспокоиться первоначально о персонале, а прибыль будет достигнута в результате совместной работы всего коллектива [4]. В первом случае будет большая текучесть кадров, недостаточная квалификация персонала, и фирма может обанкротиться. Во втором случае для менеджмента главное - это эффективные взаимоотношения между сотрудниками, которые занимают определённые должности и различные положения, зарплаты, нормативы и инструкции и т.п. - всё это хоть и важные, но второстепенные условия. Японские рабочие чувствуют, что их менеджеры более образованные и компетентные, чем они. Менеджеры не имеют избыточных привилегий, что могло бы вызвать ревность. Их оклады и другие вознаграждения считаются скромными по сравнению с их заслугами. Они должны быть в курсе оперативного планирования, результатов этого ежедневного планирования, а также перспективного на годы вперёд. Поэтому они приходят на работу раньше и уходят позже всех, заботясь о каждом сотруднике.

Анализ японского управления персоналом представляет собой интерес по следующим причинам. Во-первых, это та область менеджмента, где наиболее разительно проявляются отличия японского стиля управления от достаточно изученного и широко распространённого в различных странах западного (американского) стиля. Во-вторых, результаты, полученные на японских предприятиях (например, темпы роста производительности труда), свидетельствуют о том, что используемые там методы управления персоналом достаточно эффективны.

Именно эффективность и способы производственных отношений японских менеджеров с коллективом привлекают многих социологов для их использования в своих странах.

Таким образом, менеджмент обязан заниматься и кадрами. Главная задача кадровой политики в современных условиях - раскрытие человеческого потенциала и управление поведением людей. В этой связи большое значение приобретают вопросы мотивации труда, сочетание интересов работников и предприятия. Объективные потребности инновационного развития обусло-

вили возникновение новой концепции подготовки кадров, нацеленной на формирование творческой личности, стремящейся к самореализации в процессе труда, т.е. непрерывное обучение приводит к постоянному совершенствованию мастерства. Каждый сотрудник путём непрерывного обучения может улучшить выполнение своей работы. Это приводит к саморазвитию, а достигнутые результаты - приносят моральное удовлетворение. С другой стороны, целью обучения является подготовка к более ответственной работе и продвижения по службе.

Современное японское управление приобрело дух открытости. Если менеджмент доводит до сознания служащих, чего хочет достичь компания, и если его подчинённые осознают, что работают не только за “хлеб”, они получают стимул к более напряжённой совместной работе во имя достижения общей цели. Указанные выше аспекты необходимо использовать менеджеру и в наших производственных отношениях.

В рыночных отношениях большое значение имеют и связи менеджмента с окружающей средой. Хотя окружающая среда и выходит за пределы менеджмента, однако она играет значительную роль в содержании управленческой деятельности. Поэтому менеджмент должен уметь приспособливать организацию (фирму) к потребностям окружающей среды [4]. Окружающая среда представляет собой объективные обстоятельства, факторы, которые окружают организацию в обществе (государстве), к которым она должна приспособливаться. Приводятся примеры [5], когда были сняты десятки руководителей, их заместителей и должностных лиц по главной причине - неумение руководителей ориентироваться в современной среде, нежелание адаптироваться к децентрализованному административному управлению, а также к часто изменяющимся условиям этой среды.

Выводы

Представленные в статье информационный интегрированный промышленный комплекс и описывающие его структуру алгоритмы автоматизированного синтеза, а также исследования в области управления механо-производством обеспечивают снижение трудовых и временных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гужва В.М. *Інформаційні системи і технології на підприємствах*. – К.: - Київський Національний Економічний Університет, 2001.
2. Gennadiy Kleshchev. *Integrated industrial information complex of economic systems control for farming industry* // Сб. трудов международной научно-технической конференции. MOTROL'2006, том 8А. – Люблин. - 2006, С 158-167.
3. *Математические методы оптимизации и структурирования систем* / Межвузовский сб. – Калинин: КГУ, 1980. – С. 115-119.
4. *Как работают японские предприятия*. Перевод с англ. / Под ред. Я. Мондена и др. – М., 1989.
5. Кредісов А.І. і др. *Менеджмент для керівників*. – К.: Знання, 1999.

ПОРІВНЯННЯ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ ГІДРОПРИВОДІВ З ЦИКЛІЧНОЮ ДІЄЮ СИСТЕМИ

О.П.Губарев, доктор технічних наук, професор

О.В.Левченко, студент

Національний технічний університет України «КПІ»

Розглянуто основні методи регулювання насосних агрегатів систем гідроприводів циклічної дії та визначено їх переваги і недоліки. Визначено залежність ефективності роботи гідросистеми від способів регулювання насосних агрегатів та їх зв'язок з технологічним процесом роботи системи. Запропоновано зменшення енерговитрат за рахунок використання раціональної схеми та включення енергетичних пристроїв в енергетичний цикл

Вступ. Враховуючи розвиток виробництва та значне зростання вартості енергоносіїв, актуальним стає питання більш ефективного використання промислового обладнання [1]. Так як значну частину промислових виробничих систем складають системи гідроприводів циклічної дії, тому питання підвищення ефективності таких систем є досить вагомим при вирішенні питань економії енергоносіїв в цілому для виробництва.

Постановка задачі. Визначити переваги та недоліки основних методів регулювання роботи насосних агрегатів з циклічною дією системи та можливість їх комбінування. Визначити можливість підвищення енергетичної ефективності систем промислового гідроприводу шляхом узгодження характеристик насосних агрегатів з параметрами технологічного циклу роботи системи приводів.

Запропоноване рішення. Порівняльну оцінку різних систем регулювання насосних агрегатів гідроприводів доцільно проводити по двох показниках: навантажувальній характеристиці приводу $v=f(F_H)$ і ККД системи регулювання. На рис. 1, а наведені навантажувальні характеристики, побудовані для гідроприводів з однаковим максимальним навантаженням (1 - система зі змінним тиском, 2- система постійним тиском, 3 - об'ємне керування).

Для керованих гідроприводів найбільший інтерес представляє не значення ККД на одному з режимів роботи, а характер зміни ККД у всьому діапазоні регулювання при різних навантаженнях, то порівняння систем найкраще здійснювати по характеристиках:

$$\eta = \varphi(\bar{v}); \eta = f(F_H), \quad (1)$$

де \bar{v} – відношення поточного значення швидкості при даному навантаженні до максимального значення швидкості при тому ж навантаженні.

На рис. 1, б наведені характеристики ККД систем регулювання (1 - паралельне включення дроселя; 2 - послідовне включення дроселя при оптимальному навантаженні; 3 - об'ємно-дросельне керування при оптимальному навантаженні й об'ємне керування), а на рис. 1, в) - залежності ККД системи регулювання від навантаження при максимальній швидкості руху вихідної ланки приводу (1 - паралельне включення дроселя й об'ємне керування; 2 - об'ємно-дросельне керування; 3 - послідовне включення дроселя).

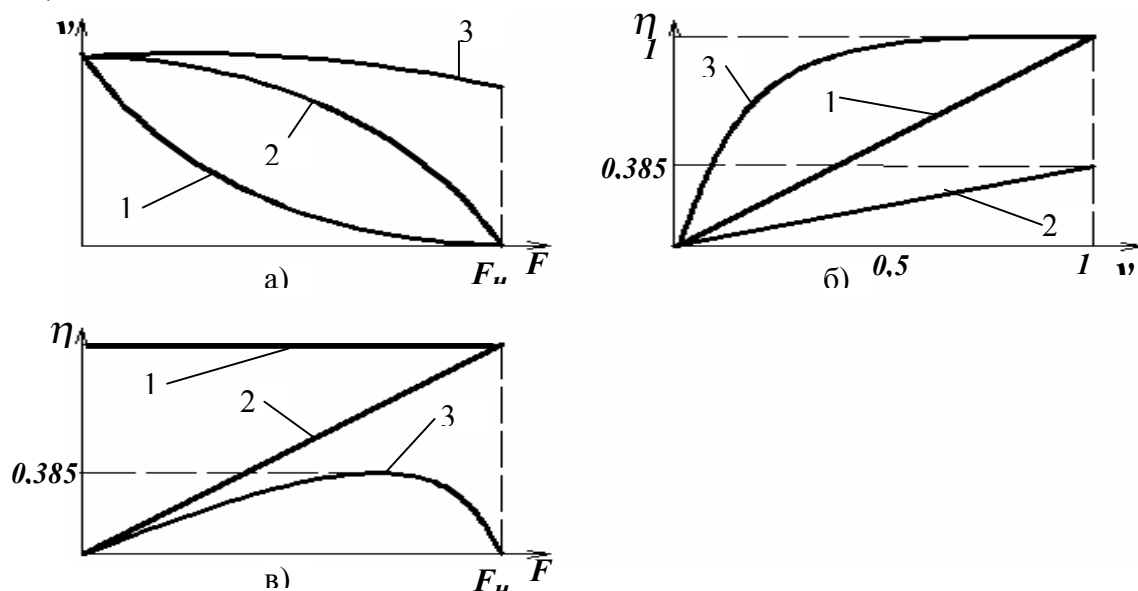


Рис. 1. Характеристики гідроприводів з різними способами керування

Порівняння характеристик на рис. 1 показує, що гідропривід з об'ємним керуванням має найбільш стабільну характеристику швидкості у всьому діапазоні зміни навантажень і найвищий ККД системи регулювання у всьому діапазоні зміни швидкості.

Однак вартість регульованих гідромашин набагато вище, ніж нерегульованих, і тому тільки в гідроприводах великої потужності ($N > 10$ кВт), де вигреш в енергетиці компенсує збільшення вартості, доцільно використовувати систему об'ємного керування. У приводах невеликої потужності раціонально використовувати системи дросельного регулювання, забезпечивши при цьому стабільність швидкості при зміні навантаження [2].

Підходи до формування й визначення енергетичних характеристик. Визначення енергетичних характеристик гідроприводу є однією з основних задач, вирішення якої максимально впливає на підвищення ефективності роботи багатопривідних автоматичних систем. Отримання загальної енергетичної картини може бути реалізовано лише завдяки додаванню характеристик окремих пристроїв, які входять до складу системи. Відповідно, кожна схема, що може бути запропонована для вирішення поставленої

задачі, має різне обладнання та його кількість і відповідно в процесі експлуатації буде мати різні енергетичні характеристики.

Розглянемо процес визначення енергетичних характеристик для найбільш розповсюджених схемних рішень при створенні багатопривідних автоматичних систем, а саме системи з дросельним регулюванням, об'ємним регулюванням та системи з пропорційними переливними клапанами.

Дросельне регулювання. Дросельне регулювання характеризується найбільшою споживаною енергією і найбільшими енергетичними втратами. Розглянемо приклад найпростішого гідроприводу металорізального станку з нерегульованим насосом та переливним клапаном. Система забезпечує рух робочого органу: швидке підведення – робоча подача – швидкий відвід. В сучасних системах швидкості підводу і відводу сягають 6-10 м/хв, а мінімальні значення робочих подач складають всього 14-20 мм/хв (в 300–700 разів менше). Задамо вихідні параметри гідропривода: тягове зусилля циліндра дорівнює $P=50$ кН, тиск масла в гідросистемі $p=5$ МПа, швидкість підводу 1 м/сек, швидкість робочої подачі 0,04 м/с, робочий хід складає 90 % часу робочого циклу системи. При проектуванні гідросистеми потрібно прагнути досягнення максимально можливого ККД з метою зменшення втрат потужності в гідроприводі і зменшення нагріву масла. Для того, щоб оцінити ефективність роботи подібної схеми, в першу чергу визначаємо коефіцієнт корисної дії:

$$\eta = N_{кор} / N_{зат}, \quad (2)$$

де $N_{кор}$ – корисна потужність системи, Вт;

$N_{зат}$ – затрачена потужність, Вт.

Відповідно корисна потужність визначається добутком тиску мастила в системі та витрати:

$$N_{кор} = p \cdot Q, \quad (3)$$

де $Q = F \cdot v = (P/p) \cdot v$. (4)

Тому корисна потужність при підведенні/відведенні становить:

$$N_{кор} = 5 \cdot 10^6 \cdot (50 \cdot 10^3 / 5 \cdot 10^6) \cdot 0,167 = 8,35 \text{ кВт}; \quad (5)$$

корисна потужність при робочій подачі становить:

$$N_{кор} = 5 \cdot 10^6 \cdot (50 \cdot 10^3 / 5 \cdot 10^6) \cdot 33 \cdot 10^{-4} = 0,17 \text{ кВт}. \quad (6)$$

Відповідно затрачена потужність визначається добутком максимального тиску та витрати, що необхідні в процесі роботи системи:

$$N_{зат} = 5 \cdot 10^6 \cdot (50 \cdot 10^3 / 5 \cdot 10^6) \cdot 0,206 = 10,3 \text{ кВт}. \quad (7)$$

Оскільки подача насосу і тиск в напірній лінії гідросистеми визначаються максимально можливою швидкістю гідродвигуна і навантаженням на робочому органі і для нерегульованого насосу і звичайного переливного клапану постійні, можна зробити висновок, що при робочій подачі (а це 90% часу циклу) ККД гідроприводу близький до нуля, так як практично

все мастило, яке подається насосом, зливається в бак через переливний клапан, не виконуючи корисної роботи. Це означає, що протягом 90 % часу вся споживана потужність ($N = N_{\text{зат}} - N_{\text{кор.лив}} = 10,3 - 0,17 = 10,13$ кВт) витрачається на нагрів масла в гідросистемі, за рахунок його зливання з максимальним тиском через переливний клапан.

Ступінчате регулювання. Реалізація ступінчатого регулювання може бути виконана різними способами: використання декількох насосних агрегатів з різним номінальним тиском та подачею; використання гідроаккумуляторів; використання регульованих переливних клапанів тощо.

Розглянемо аналогічну систему з використанням двох насосів, що мають різні значення номінального тиску та подачі. В результаті такого підходу в системі може бути отримано 3 рівні затраченої потужності $p \cdot Q_1$, $p \cdot Q_2$, $p \cdot (Q_1 + Q_2)$ за рахунок переключення насосів, що дозволяє зменшити затрачену енергію роботи гідросистеми. Аналогічно, потужність визначається добутком робочого тиску мастила та його витрати, але значення енергетичних витрат для кожної ступені будуть різні і відповідно сумарна затрачена потужність буде менша, ніж при дросельному регулюванні. Таким чином, при однаковій корисній потужності гідроприводу, системи зі ступінчатим регулюванням будуть мати вищий ККД.

Об'ємне регулювання. Використання об'ємного регулювання дозволяє значно зменшити енергетичні витрати роботи гідросистеми. В результаті використання такого способу регулювання затрачена потужність змінюється пропорційно зміні корисної потужності з незначним її перевищенням, тому об'ємне регулювання дозволяє отримати найбільш високий ККД роботи гідроприводу.

Для найбільш поширених способів регулювання можна побудувати графіки, що характеризують співвідношення між корисною і затраченою потужністю. Враховуючи, що при постійному тискові p в напірній лінії потужність пропорційна витраті мастила (або швидкості руху робочого органу) при дросельному регулюванні, можна побудувати графік (рис. 2,а), що характеризує співвідношення між корисною і затраченою енергією в описаному вище гідроприводі з нерегульованим насосом. З графіка видно, що при швидкому підведенні (витрата масла $Q_{\text{ш.п.}}$) втрати потужності в гідроприводі порівняно невеликі, то при робочій подачі $Q_{\text{р.п.}}$ втрачається майже вся споживана потужність $N_{\text{затр}}$.

Використання двох насосів з клапанною коробкою дозволяє автоматично (східчасто) змінювати подачу насосів залежно від споживаної гідросистемою витрати мастила при постійному тискові в напірній лінії. Витрати в такому випадку значно зменшуються (рис. 2,б), так як при зміні витрати забезпечується автоматичне перемикавання насосів і відповідно змінюється споживана гідроприводом потужність $N_{\text{затр1}}$, $N_{\text{затр2}}$, $N_{\text{затр3}}$.

Використання насосів автоматично (плавно) змінюють подачу залежно від споживаної гідросистемою кількості мастила при постійному тискові в напірній лінії. Графік потужності для цього випадку показаний на рис. 2,в (N_{max} і Q_{max} – максимальні значення відповідно потужності і витрати).

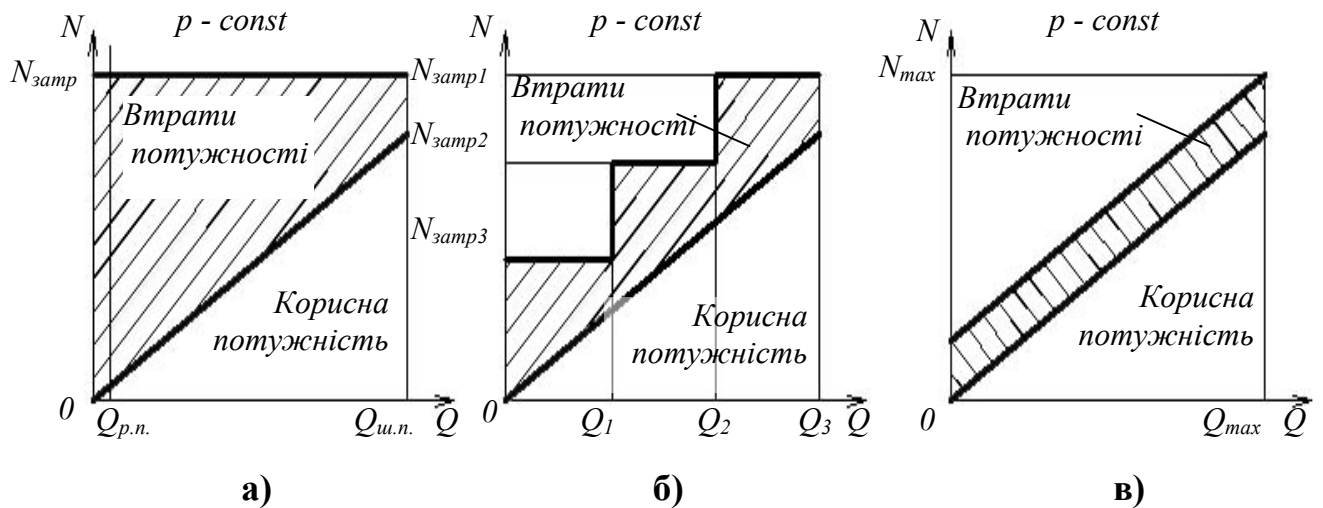


Рис. 2 Графіки втрати потужності в гідроприводах з:
а) дросельним регулюванням, б) ступінчастим регулюванням;
в) об'ємним регулюванням.

Висновки

1. Обґрунтовано можливість підвищення ефективного способу регулювання насосними агрегатами за рахунок узгодження роботи пристроїв енергетичного та споживчого рівня в технологічному циклі.
2. Для вибору раціональної схеми потрібно враховувати вартість енергії, вартість обладнання, технологічний цикл роботи системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ewald R., Hutter J., Kretz D., Schmitt A. „Proportional- und Servoventil-Technik” Der Hydraulik Trainer Band 2, Mannesmann Rexroth GmbH, Lohr am Main, Würzburg, 1998.
2. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РІДИННИХ ПЛІВОК НА ПРОФІЛЬОВАНИХ ПОВЕРХНЯХ

О.М.Яхно, доктор технічних наук, професор

В.А.Пархомчук, студент

Д.Н.Кашуба, студент

*Національний технічний університет України "Київський
політехнічний інститут"*

*Розглянуто стенд для вивчення перебігу рідинної плівки по
профільованих поверхнях. Представлено результати дослідження
стікаючої плівки рідини по конічній поверхні*

Вступ

Одним з найбільш ефективних методів інтенсифікації процесів тепло- і масообміну є проведення їх в тонких рідинних шарах (плівках). Течія плівок може бути викликана гравітаційними силами, силами поверхневого тертя, центробіжними, вібраційними силами або сумісною дією цих сил.

Вивченню гідродинамічних особливостей течій, в яких рух забезпечується за рахунок сил гравітації, присвячений цілий ряд робіт з області хімічних технологій, тепло- і масообмінної апаратури, пристроїв для очистки газу і рідини тощо. Багатьма авторами, такими як Шульман З.П., Воронцов Є.Г., Тананайко Ю.М., Колмогоров В.Л. та ін., досліджені течії на циліндричних, плоских, вертикальних і нахилених поверхнях в зв'язку з рішенням проблем розчинення газу в рідині, інтенсифікації тепло- і масообміну, прискорення хімічних реакцій, отримання високоякісних захисних покриттів тощо. Без плівкових течій неможливо собі уявити проектування ряду типів реакторів, пристроїв для охолодження багатьох апаратів хімічної і авіаційної промисловості, установок для опріснення морської води і випарювання розчинів. Широка різноманітність областей застосування рідинних плівок, гравітаційно стікаючих по поверхнях, визначило не тільки сфери їх використання, але й типи поверхонь, що доцільно використовувати в залежності від тих або інших технологічних задач. Як показано в ряді робіт, плівкова течія залежно від типів і конструкцій розподільчого пристрою, поверхонь, по яким організується течія, може бути стабілізованою і нестабілізованою. В цих випадках відмінною особливістю такого потоку від інших типів є те, що рух відбувається в полі дії масових сил, сил в'язкого тертя, поверхневих сил і, якщо рух нестабілізований, сил інерції. В залежності від степені вияву цих сил на вільній поверхні рідини і поверхні, по якій стікає плівка, визначаються найважливіші характеристики даної течії, такі як товщина рідинної плівки і щільність зрошення.

Переваги плівкових течій

В ряді досліджень достатньо переконливо показано, які переваги можуть мати плівкові потоки у порівнянні з напірними (наприклад, в трубах). Такі переваги можна звести до наступних:

- більш інтенсивна тепловіддача від стінки до рідини (коефіцієнт тепловіддачі в плівці вищий ніж у трубі в 2,2 рази);
- більш висока поверхня контакту, що призводить до росту коефіцієнтів тепло- і масопередачі;
- при плівковій течії спостерігається постійна температура кипіння по висоті плівки в зв'язку з постійним тиском вздовж потоку;
- в плівкових потоках можна досягти більш високих ефектів по тепло- і масообміну при значно менших витратах рідини.

Дані переваги є причиною економічності і ефективності плівкових апаратів у порівнянні з апаратами, де робочими ділянками є напірні трубопроводи. І, нарешті, підвищення ступеня ефективності роботи таких апаратів залежить також від вдалого і науково обгрунтованого вибору форми і типорозмірів поверхонь, на яких формується рідинна плівка. В більшості випадків робочі поверхні таких апаратів є плоскими або циліндричними. На рис. 1 представлені приклади робочих елементів апаратів для хімічної і харчової промисловості, теплообміну, які використовуються в скруберах, випарних та інших плівкових апаратах. Разом з тим інтенсифікація тепломасообмінних процесів ставить задачі у створенні пристроїв з криволінійними і конічними поверхнями. Нажаль течія по таким поверхням досить мало вивчалась.

З метою дослідження товщини плівки на конічній поверхні, визначення різних характеристик плівкової течії був створений спеціальний стенд. Поставлені завдання досліджень визначили конструкцію стенда. Він був виконаний за схемою замкнутого типу (рис. 2). Робоча рідина з резервуара б по всмоктувальному трубопроводу надходила у відцентровий насос 5 і далі подавалася в бак 8. З ємності через розподільний пристрій 2 рідина попадає на поверхню конуса 1 і гравітаційно стікає в секційний збірник 13, звідки попадає в прийомний резервуар 6. Регулювання витрати рідини здійснюється за допомогою зміни числа обертів двигуна постійного струму насоса й кульовим краном на напірному патрубку насоса. Для виміру тиску перед розподільним пристроєм використовувався п'єзометр 9 або зразковий манометр.

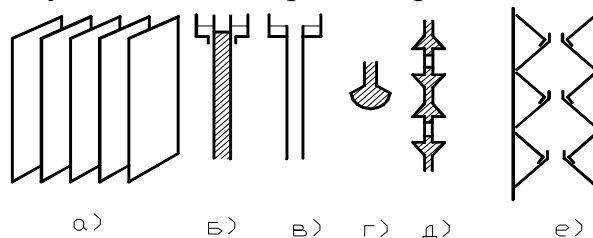


Рис. 1. Форма робочих елементів плівкових апаратів:
а – плоскопаралельна насадка; б, в – циліндрична поверхня;
г, д, е – конічна поверхня

Стенд

Розподільний пристрій являє собою змінний конічний або циліндричний насадок, який вкручується у металеву плиту. Для досліджень були виготовлені насадки з різними кутами конусності й з різною довжиною. Регулювання зазору між насадком і конусом здійснюється за допомогою підвіски. Поворот гайки 11 на 360° відповідав вертикальному переміщенню плити на 1 мм. Зазор між насадком і конусом визначався шляхом опускання або піднімання плити 14. Плита була закріплена на трьох опорах за допомогою щупів. Горизонтальність положення плити контролювалася поплавковим рівнем 4.

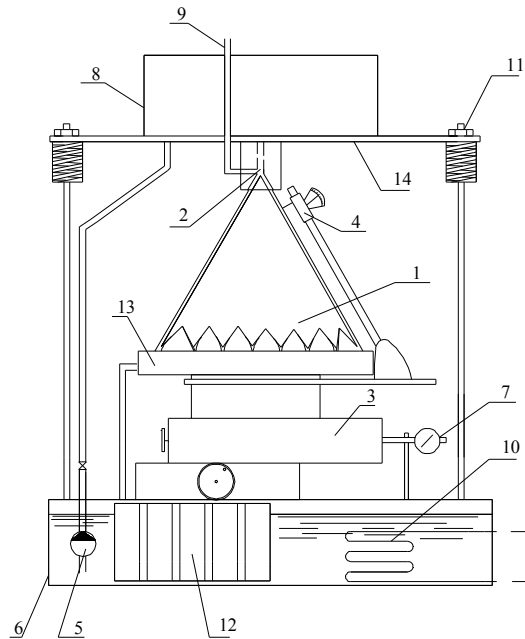


Рис. 2. Схема експериментального стенда: 1 - конус, 2 - розподільний пристрій, 3 - координатний стіл, 4 - електроконтактний вимірник товщини плівки, 5 - насос, 6 - прийомний резервуар, 7 - вартовий індикатор, 8 - бак, 9 - п'єзометр, 10 - теплообмінник, 11 - регулювальна гайка, 12 - батарея мірних циліндрів, 13 - секційний збірник, 14 - плита, 15 - пелюстки

Товщина плівки визначалася електроконтактним датчиком 4, що мав вільне переміщення уздовж напрямного конуса й навколо його осі. При включенні датчика приводний механізм починав переміщати щуп-електрод у напрямку до плівки рідини. У момент дотику щупа до плівки рідини замикався електричний ланцюг і включався реверс приводного механізму. Відлік визначався візуально по шкалі. Датчик градуювався перед і після закінчення серії дослідів. Точність виміру товщини плівки становила 0,05 мм. Товщина плівки визначалася уздовж утворюючого конуса із кроком 5 мм. Температура робочого розчину визначалася за допомогою ртутного термометра з точністю 0,1 °С.

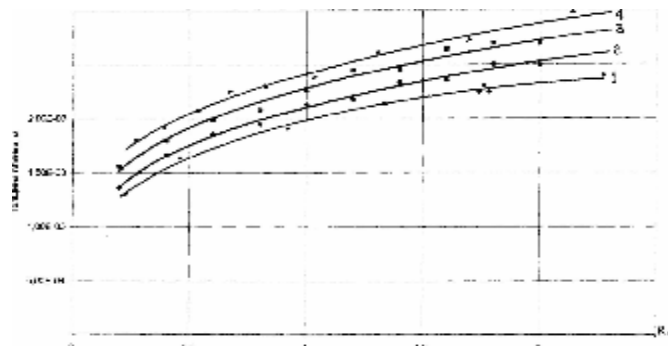
У такий спосіб на експериментальному стенді представлялася можливість визначати товщину плівки, щільність зрошення, витрату через розподільний пристрій, реологічні характеристики робочих рідин.

Але з метою інтенсифікації процесу тепло- і масообміну, більш ефективнішим може бути використання профільованої поверхні, що дає можливість збільшення площі контакту.

Проведення експерименту дало можливість побудувати наступні графіки і визначити такі залежності.

Як відомо, для отримання основних характеристик плівкових течій, необхідних при проектуванні відповідного обладнання, необхідно знати товщину плівки і щільність зрошення. Якщо в результаті експериментів вдається знайти залежність між цими величинами і оцінити вплив реологічних властивостей рідини на них, то це дає можливість з достатньою точністю описати плівкову течію. В даному експерименті товщина плівки визначалася в різних перерізах потоку по довжині конічної поверхні, змінювалася степінь шорсткості і кут конусності (кут змінювався в границях від 32° до 44°).

На рис. 3 показано отримані залежності товщини плівки δ від числа Рейнольда Re при обтіканні конічної поверхні з кутами конусності (32° , 36° , 40° , 42°). Характер зміни товщини плівки для неньютонівських рідин на конічній поверхні подібний зміні товщини плівки на плоскій поверхні для води і носить нелінійний характер. Степінь нелінійності визначається величиною кута конусності поверхні, а, відповідно, і ступенем зміни її кривизни.



**Рис. 3. Зміна товщини плівки в залежності від чисел Рейнольда на конічній поверхні з кутами конусності:
1 – 32° , 2 – 36° , 3 – 40° , 4 – 44° .**

На рис. 4 представлений графік зміни δ по довжині конуса при обтіканні водяного розчину ПВС з реологічними константами $\kappa = 0,121$ і $n = 1,011$. Як видно з графіку, товщина плівки навколо твірної конуса залежить від ряду факторів і реологічних властивостей рідини, кутів конусності поверхні, геометричних розмірів розподільного пристрою. Зі збільшенням кута конусності степінь не лінійності залежності $\delta = f(x)$ зменшується.

С.С.Гримлеєм було виявлено, що вплив кривизни поверхні зв'язано з виникненням додаткового капілярного ефекту. Показником такого впливу може служити відношення товщини плівки до радіусу поверхні, де воно визначається, тобто величини δ / R . В нашому випадку кут конусності

змінюється по висоті навколо твірної, то кривизна конічної поверхні є величиною змінною, причому такою, що найбільша кривизна у вершині (рис. 5).

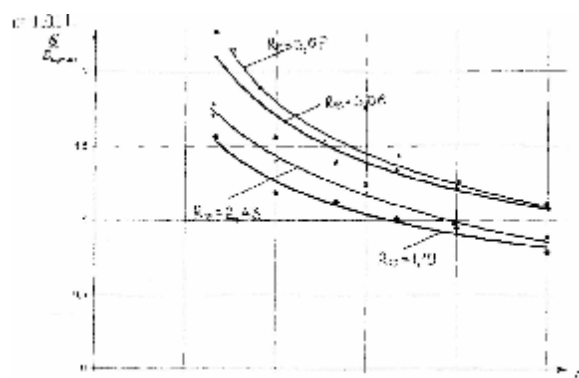


Рис. 4. Залежність відносної товщини плівки $\delta/s_{\text{цилінди}}$ від відносної довжини $l/s_{\text{цилінди}}$ для ряду значень числа Рейнольдса

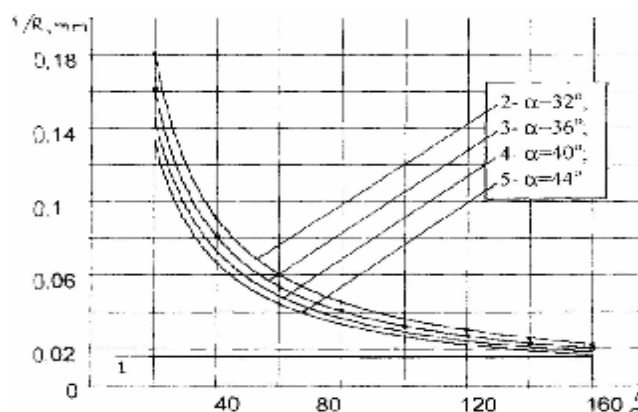


Рис. 5. Зміна кривизни поверхні вздовж твірної для циліндричної поверхні – 1 і для конічних поверхонь – 2, 3, 4, 5

В відповідності з цим змінюється і товщина плівки (рис. 6).

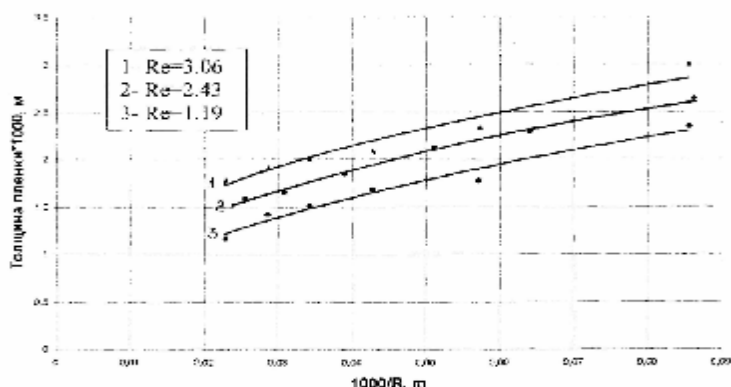


Рис. 6. Зміна товщини плівки в залежності від кривизни поверхні вздовж твірної конусу при ряду чисел Рейнольдса

Даний графік показує степінь впливу зміни кривизни поверхні по довжині твірної конуса на δ . З даного графіка можна зробити оцінку впливу на товщину плівки числа Re .

В результаті експерименту не вдалося знайти зону на конусній поверхні, в якій $\delta_{кр}$ не змінювалось по твірній конуса. Це пояснюється впливом кривизни поверхні, що змінюється по довжині потоку, яка в свою чергу сприяє дестабілізації течії, тобто вказує про те, що поряд з силами в'язкого тертя, поверхневого натягу і гравітаційними, великий вплив на потік здійснюють сили інерції від конвективного прискорення.

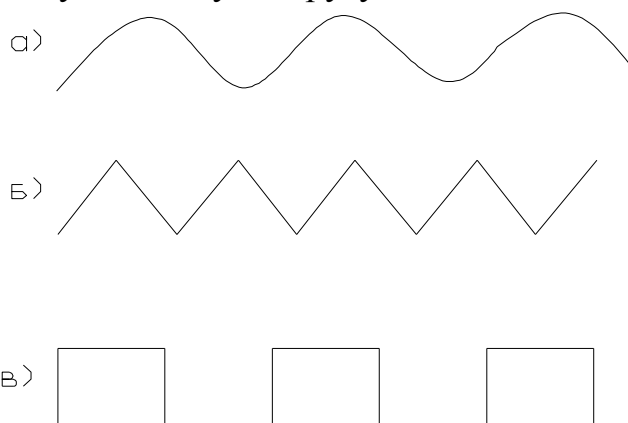
Висновки

На основі представлених результатів експериментальних досліджень отримані графічні залежності, що характеризують щільність зрошення і то-

вщину плівки як функцію узагальненого числа Рейнольдса і геометричних особливостей поверхні, що розглядається.

Проведено співставлення результатів досліджень на конічній поверхні і існуючих аналітичних залежностей для розрахунку товщини плівки і щільності зрошення на плоских і циліндричних поверхнях. Визначена степінь розбіжності пов'язана з тим, що на конічній поверхні відбувається зміна її кривизни по довжині, а також з тим, що використані формули придатні для ньютонівських рідин, а розглядались неньютонівські рідини.

На сьогоднішній день на даній установці проводяться дослідження на профільованих поверхнях. Ці поверхні отримані шляхом формування на поверхні конусу циклічних гофрів різної форми. Отримані поверхні можна утворити рухом однієї з кривих, які показані на рис. 7, і які переміщуються в просторі так, що при цьому постійно проходять через нерухому точку і перетинають віддалену площину по колу.



**Рис. 7. Криві, якими утворюються профільовані поверхні:
а - синусоїда, б і в – інші циклічні криві.**

Очікуваним результатом досліджень є підвищення процесу теплома-сообміну на криволінійних поверхнях, що призведе до зменшення габаритів плівкових апаратів, водночас при збільшенні площі контакту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тананайко Ю.М., Воронцов Е.Г. Методы расчета и исследования пленочных процессов. – К.: Техника, 1975. – 312 с.
2. Воронцов Е.Г., Тананайко Ю.М. Теплообмен в жидкостных плёнках. – К.: Техника, 1972.
3. Бувевич Ю.А., Кудымов О.В. Течение и теплообмен в тонкой пленке на волнистой поверхности // Инж. физ. журн. – 1982. – Т.42, №4. – С. 564-573.
4. Воронцов Е.Г. Экспериментальное исследование гидродинамики и теплоотдачи орошающей пленки жидкости при ее гравитационном течении по вертикальной поверхности теплообмена: Автореф. дис. канд. техн. наук. – К.: 1967. – 26 с.
5. Коваленко В.Ф. Гравитационное течение аномально вязких жидкостей по коническим поверхностям. Автореф. дис. канд. техн. наук. – К.: 2001. – 30с.

6. Коваленко В.Ф. Математичне моделювання плівкових течій в'язких та аномально в'язких рідин по кінчних поверхнях // Тези доповідей 61-1 науково-практичної конференції КНУБА. - К.: - 2000. - с.32.
7. Накоряков В.Е., Алексеенко С.В. Волны на наклонно стекающей пленке жидкости // Волновые процессы в двухфазных средах. – Новосибирск: СО АН СССР, 1980. – С. 64-79.
8. Воронцов Е.Г., Тананайко Ю.М. Теплообмен в жидкостных пленках. – К.: Техника, 1975. – 311 с.
9. Коваленко В.Ф., Яхно О.М. О некоторых закономерностях течения жидкостных пленок на конических поверхностях // Гидравлика и гидротехника. - К.: - 1998. - вып. 59. - С.27-32.
10. Алексеенко А.В., Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г. Волнообразование при течении пленки жидкости на вертикальной стенке // Журн. прикл. мех. и техн. физ. – 1979. – № 6. С. 77-87.
11. Живайкин Л.Я. О толщине пленки жидкости в аппаратах пленочного типа // Химическое машиностроение: Респ. межвед. сб.– К.: 1961.– Вып. 6. – С. 25-29.
12. Крылов В.С., Воротилин В.П., Левйч В.Г. К теории волнового движения тонких пленок жидкости // Теорет. основы хим. технол. – 1969. – Т. 3, № 4. – С. 449-507.
13. Накоряков В.Е., Алексеенко С.В. Волны на наклонно стекающей пленке жидкости / В кн.: Волновые процессы в двухфазных средах.– Новосибирск: СО АН СССР, 1980. – С. 64-79.
14. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. II, М., Физматгиз, 1963. – 728 с.

УДК 631.51:62-822

СТРУЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД

**О.М.Яхно, доктор технических наук, профессор
Н.В.Семинская, студентка**

У статті розглянуто питання, пов'язані із застосуванням струминних технологій при руйнуванні гірничих порід і корисних копалин. Наведено класифікацію струменів по величині тиску, що підводиться, й по типах технологічних операцій. Проведено аналіз перетворень енергії в струмені, на етапах формування, витікання й взаємодії з матеріалом, що руйнується

Вступление

Эффективность и безопасность являются основными критериями при выборе технологических процессов в горной промышленности. Струйные технологии, получившие в настоящее время широкое применение в различных отраслях промышленности, обеспечивают безопасность работ и высокую производительность процессов резания и разрушения материалов при минимальных затратах энергии.

В качестве режущего инструмента при применении данной технологии используется струя жидкости.

Анализ существующих исследований

В настоящее время наиболее распространенным вариантом классификации струй по величине давлений [1, 2, 3], является разделение их на низконапорные; среднего давления; высокого давления; тонкие струи высокого давления, тонкие струи сверхвысокого давления (табл. 1).

Достаточно широкое применение струйных технологий, разнообразие способов формирования струи и ее воздействия на обрабатываемый материал привело к созданию различных технологических операций:

- резание – струя разрезает материал или нарезает щель на заданную глубину; бурение (сверление) – погружающиеся в материал вращающиеся струи образуют в нем отверстия заданной конфигурации;

- токарная обработка и фрезерование – в этом случае струи используются вместо механического инструмента;

- устройства.

Таблица 1

Классификация струй по величине подводимого давления

Вид струи	Давление, МПа	Диаметр насадок, мм	Область применения
Низконапорные водяные струи	0,36-1,2	50-190	Для размыва
Струи воды среднего давления	2,0-8,0	10-50	При подземной добыче полезных ископаемых
Струи высокого давления	10,0-50,0	4,5-10	В гидромониторах и устройствах для разрушения угля и горных пород
Тонкие струи высокого давления	20,0-60,0	1-4	Очистка поверхностей
Тонкие струи сверхвысокого давления	70,0-400,0	0,1-2	Резка пород высокой крепости

Так при гидродинамическом разрушении можно выделить три схемы воздействия струи на твердый материал [1] рис. 1.

- комбинированное резание материалов – струи воздействуют на обрабатываемый материал совместно с другими методами обработки, например, с механическим режущим инструментом (гидромеханическое резание);

- обработка поверхностей – очистка, удаление нарушенного или инородного слоя материала, полировка, наклеп и др.;

- вымывание материала из разных оболочек.

Различие видов деформации обусловлено физико-механическими свойствами пород, видом прилагаемых нагрузок, гидродинамическими и геометрическими параметрами струи, формой струеформирующего

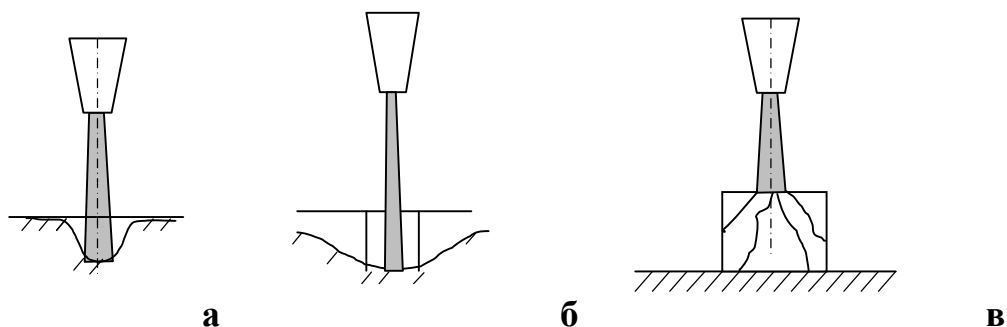


Рис. 1. Схемы воздействия струи на преграду:

а–струя воздействует на плоскость полуограниченного объёма породы, разрушение происходит за счёт сжатия и эрозионного вымывания участка породы; б–струя воздействует на дно шпура, при определенных условиях происходит прорастивание от дна шпура к свободной поверхности; в–ударом струи производится раскалывание или трещинообразование куска породы ограниченных размеров

Постановка и решение задачи

Определение факторов оказывающих существенное влияние на разрушающую способность струи.

Существенно на производительность гидрорезания влияет кинематический фактор, угол между струей жидкости и обрабатываемой поверхностью. Данное обстоятельство проиллюстрировано на рис. 2, из которого следует, что существует, в каждом конкретном случае обработки, свой оптимальный угол атаки.

При возрастании коэффициента крепости пород f от 1 до 12 сначала происходит резкое уменьшение глубины реза, после чего снижение происходит очень медленно. Так, исходя из исследований [2], объем воронок с увеличением прочности пород сначала резко падает, а начиная с прочности 80 - 100 МПа, практически не меняется.

Параметры разрушения твердых материалов с различным коэффициентом крепости приведены в табл. 2.

В зависимости от прочности пород меняется форма воронок (рис. 3). С увеличением прочности пород уменьшается глубина, и растет ширина воронки.

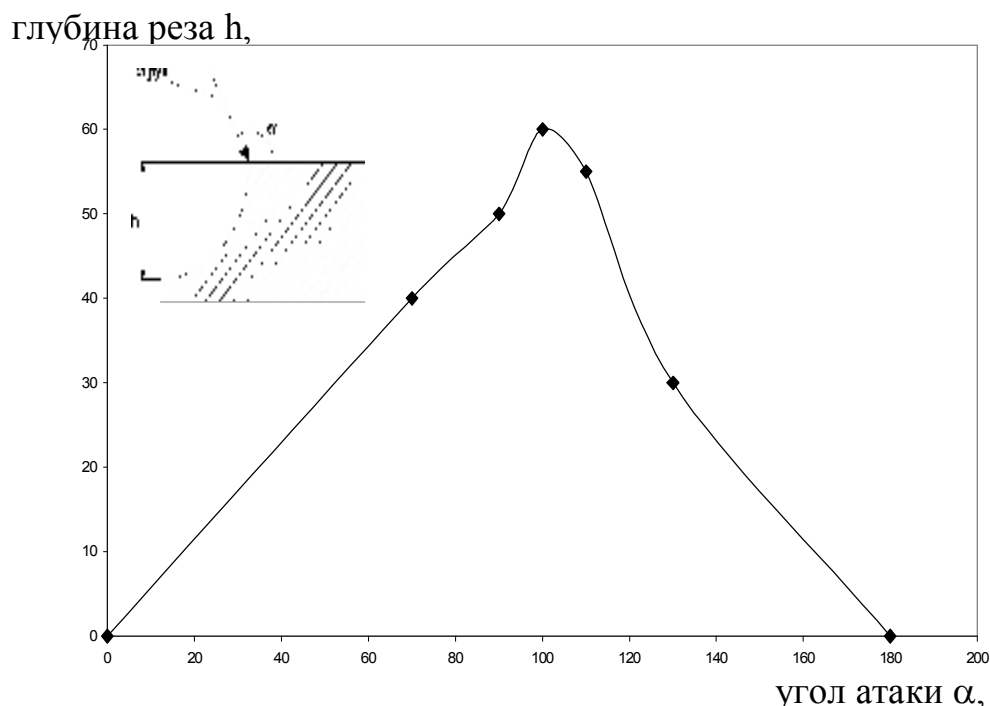


Рис. 2. Влияние угла атаки на производительность гидрорезания

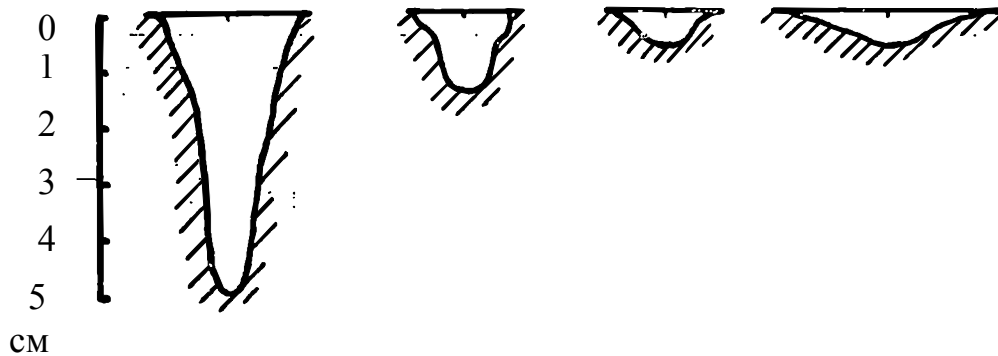
Таблица 2

Параметры разрушения твердых материалов

Разрушаемый материал	Глубина воронки, мм	Объем воронки, см ³	Энергоемкость разрушения, Дж/см ³
Песчано–цементная смесь	49	7	430
Мрамор Экпенды	13,7	0,61	4910
Мрамор Коелга	12	0,38	7900
Гранит Курдай	7,3	0,52	5770
Порфирит Акбастау	6,2	1,15	2600

На крепких породах лунка имеет правильную округлую форму [5], на слоистых породах геометрически выдержанная лунка не образуется, а имеет место разрушение со сплошным растрескиванием поверхностного слоя на разную глубину в перпендикулярном направлении к линии резания.

На эффективность разрушения углей значительное влияние оказывает их вещественный состав, структура и метаморфизм [4]. Так при одинаковых хрупко–пластических свойствах ингредиентов более легко будут разрушаться те угли, в которых содержится меньшее количество основной цементирующей массы, лейптинитов и минеральных включений, при одной стадии метаморфизма будут легче разрушаться те угли, в которых ниже хрупко–пластические свойства ингредиентов.



**Рис. 3. Форма воронок в различных материалах:
1 – песчано-цементная смесь; 2 – мрамор Коелга;
3 – гранит Курдай; 4 - порфирит Акбастау**

Наиболее легко разрушаются угли комплексных и рыхлых структур, более трудно угли однородной структуры.

Особенно большое влияние на сопротивляемость разрушению материала оказывает его метаморфизм. На различных стадиях метаморфизма угли разрушаются по разному:

- на углях средней стадии - щелеобразование происходит наиболее интенсивно; щели образуются наиболее отчетливой и правильной формы; для нарезки щелей требуется значительно меньшее давление в струе, чем на других углях

- антрациты из-за высокой крепости разрушаются более трудно; однако благодаря повышенной хрупкости при давлении в струе более 25 МПа образуются щели неправильной формы;

- угли низкой стадии метаморфизма разрушаются наиболее трудно, вместо щели образуются воронки.

Согласно экспериментальным исследованиям процесс воздействия струи при образовании воронки можно описать следующим образом (см. рис. 4).

Представим струю, вылетающую из водомёта в виде цилиндра диаметром d и длиной l , выделим из него элемент $dl \times d$ и рассмотрим его воздействие на разрушаемый объект. Сначала элемент ударяется с силой о дно выемки A , сжимая породу и сжимаясь сам. Под действие упругих сил элемент пытается отскочить в противоположном направлении, но находящейся выше элемент не позволяет это сделать.

Он движется параллельно дну забоя, ударяясь о стенку выемки в точке B и параллельно этой стенке выходит из выемки. Участки A и B подвергаются действию нормального давления, причём в точке B действие струи менее эффективно за счёт потери части энергии на первый удар и трение, на участке AB и BC действуют касательные напряжения. Касательные силы срезают и выносят сжатый от потери прочности материал за пределы выемки.

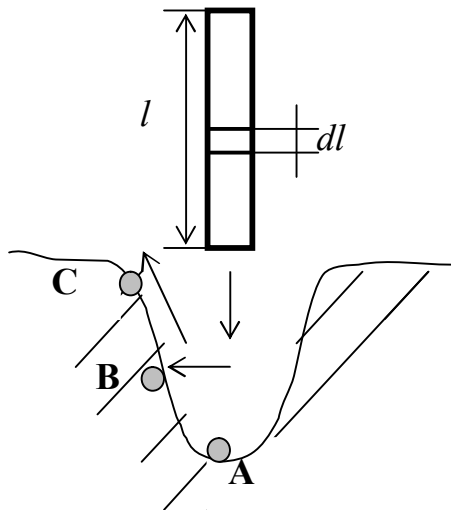


Рис. 4. Образование воронки

образца изменяется в зависимости от его размеров.

Касательное напряжение на любом элементе длины пропорционально квадрату скорости.

$$\tau = \frac{\rho_0 u_\infty^2 \lambda}{8},$$

где u_∞ – скорость потока в удалении от поверхности; λ – коэффициент трения.

В результате, было установлено, что энергоёмкость разрушения негабаритов одинаковой крепости существенно зависит от величины объёма, что объясняется влиянием масштабного эффекта, согласно которому прочность

Выводы

В статье проведены исследования влияния прочностных характеристик, вещественного состава, структуры и метаморфизма пород - на энергетические характеристики процесса разрушения струей жидкости различного давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шавловский С.С. Основы динамики струй при разрушении горного массива. – М.: Наука, 1979.
2. Исследование гидравлического разрушения угля. Коллективная монография. – М, 1966.
3. Бафталовский В. Е. Вопросы повышения компактности водяных струй. – В сб. «Совершенствование добычи угля гидравлическим способом» Научные сообщения, вып. 134. – М., 1975.
4. Бафталовский В. Е. Влияние качества обработки насадки на компактность водяных струй в автомобильном режиме истечения – Науч. тр./ ИГД им. А.А.Скочинского, 1977.- вып. 150.
5. Савченко Н.В., Яхно О.М. Гидродинамические способы создания пульсирующих струй для гидроразрушения твердых материалов//Вісник Сумського державного університету. – 2003. - №12.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ УКРАИНЫ

Ю.В.Селезнев, доктор технических наук, профессор

Д.В.Бабенко, кандидат технических наук, профессор

Г.А.Иванов, кандидат технических наук, доцент

П.Н.Полянский, ассистент

Николаевский государственный аграрный университет

Проаналізовано перспективи використання нанотехнологій у сільському господарстві та шляхи створення ефективних теплових двигунів з використанням нових термостійких антифрикційних матеріалів з керованими властивостями

Под нанотехнологией понимается совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм. Более точное и широкое применение этого термина относится к технологическим процессам, осуществляемым с помощью наночастиц на уровне молекул и атомов, биологические и физиологические процессы в живой природе на уровне живых клеток и микроорганизмов - бактерий, микрогрибов, микроспор, вирусов, водорослей и их составных частей. Наиболее перспективными нанотехнологиями в сельском хозяйстве являются биотехнология и геновая инженерия. Биотехнология использует наноразмерные живые организмы продуктов питания и лекарств для получения ценных кормов, белково-витаминных добавок пищевой промышленности. Геновая инженерия - это новое направление биотехнологии по разработке генно-инженерных клеточных методов создания продуктов питания, растений и новых пород животных. Ведущие страны уделяют этой отрасли большое внимание. В США, например, принята долгосрочная комплексная программа - Национальная нанотехнологическая инициатива. В растениеводстве планируется проведение следующих работ: диэлектрическое сепарирование зерна в электромагнитном поле для отбора живых и сильных семян из общей массы семенного вороха, предпосевная обработка семян, стимулирование всхожести семян, облучение почвы электромагнитной энергией для борьбы с сорняками и насекомыми-вредителями, снижение энергоемкости сушки семян путем использования ионно-озонированного воздуха, разработана классификация применения электротехнологий в сельском хозяйстве. В животноводстве нанотехнологии планируется использовать для формирования оптимального микроклимата в помещениях для животных Разделение молодняка птиц по полу, обработка спермы быков электромагнитным полем для повышения активности. Нанотехнологии в

техническом сервисе развиваются в следующих направлениях: создается опытный образец генератора водорода (водород получают из окиси алюминия путем химической реакции, что позволяет снизить энергоемкость в 2 раза по сравнению с углеводным топливом, разрабатываются присадки к моторным маслам, повышающим долговечность трущихся деталей двигателей внутреннего сгорания (ДВС), магнитные смазки узлов машин, магнитожидкостные уплотнители, каталитические нейтрализаторы отработавших газов дизельных двигателей вместо дорогостоящих благородных металлов, металлопорошковые материалы, методы плазменного напыления и индукционной наплавки для упрочнения рабочих поверхностей износостойкими материалами, получение энергии из тонких структур, создание подшипников скольжения с безыносными покрытиями, электролизные методы получения водорода из воды.

Экоэнергетика нашей планеты на стадии развития

В связи с резким ухудшением экологической обстановки на нашей планете в настоящее время является актуальной проблемой создание безтопливной экологически чистой энергетике с использованием энергии солнца, воды, воздуха, эфира, гравитации без сжигания углеводородных топлив, загрязняющих нашу атмосферу ... В настоящее время создана виртуальная партия **экоэнергетиков - ВП ЭКОЭН**, которая разрабатывает модель термодинамического цикла нашей планеты с водо-воздушными рабочими телами, взаимодействующими с Землей и Солнцем. Наиболее простым рабочим циклом описывается поведение воды - основного источника жизни на нашей планете. Этот цикл состоит из следующих процессов: испарение воды за счет солнечной энергии; подъем паров воды к небесам и образование облаков; охлаждение паров воды холодным воздухом; образование конденсата и выпадение осадков в виде дождей; скопление воды на поверхности почвы и ее стекание вниз до уровня морей и океанов с активным взаимодействием с почвой и живыми организмами, которые живут за счет воды; скопление соленой воды и ее разогрев до следующего цикла ... На самом деле на этот термодинамический цикл оказывают влияние неучтенные загадочные явления природы в виде электромагнитных, гравитационных, газодинамических, ... Самым интересным непознанным явлением может быть шаровая молния- предполагаемый источник энергии эфира - физического вакуума, который надо научиться использовать. Шаровые молнии встречаются различных размеров и цветов ... Шаровая молния не имеет ничего общего с обычной молнией ... В 16 веке множество людей наблюдало полет нескольких огненных шаров в небе над швейцарским городом Базель. В 19 веке наблюдалось много случаев полета огненных шаров, иногда они причиняли пожары и взрывы ... На юге Англии участились случаи образования кругов

на полях под влиянием полета огненных шаров - шаровых молний ... с диаметром от 10 до 50 см. Наиболее часто наблюдались ярко-белые шары, нередко также бывают шары желтого, красного и оранжевого цвета ... Часто шаровые молнии появлялись при резком изменении погоды - бури и смерчи ... Некоторые ученые считают, что как только мы поймем природу шаровой молнии, это предоставит в наше распоряжение новый источник электрической энергии.

Большой интерес представляет технология использования энергии эфира для разложения воды на водород, кислород. При сжигании водорода можно получать тепло и пары воды, вместо ядовитых выхлопных газов при сжигании известных топлив. Основными элементами такой энергосистемы могут быть электроаккумулятор, камера сгорания теплового двигателя, тепловой роторный двигатель, приводящий в движение электрогенератор, производящий электрический ток. Главной частью такой системы может быть электролизный генератор водорода, в который подается вода ...

Термоядерные реакции и эфирознергетика

В настоящее время в связи с экологическим кризисом возникла проблема создания новой экологически чистой экоэнергетики без сжигания в атмосфере вредных топлив ... Решается эта проблема различными путями - атомная энергетика, ветросолнечная энергетика, водородная энергетика, ... гравитационная энергетика, эфирознергетика. Последнее направление многим представляется наиболее перспективным, т.к. эфир - физический вакуум обладает неисчерпаемой энергией, которая для многих является тайной. Термоядерные реакции (ТР) – могут быть подсказкой для раскрытия тайны эфира ... ТР - ядерные реакции между легкими атомными ядрами, протекающими при очень высоких температурах при которых преодолеваются электростатические барьеры сил отталкивания. При таких условиях происходит перестройка ядер с тепловыделением ... Поэтому ТР в природных условиях протекает лишь в недрах звезд, а для осуществления их на Земле необходимо сильно разогреть вещество ядерным взрывом, мощным газовым разрядом или импульсом лазерного излучения ... ТР представляют собой процессы образования сильно связанных ядер из более рыхлых и поэтому сопровождаются выделением энергии. ТР это реакции слияния - синтеза легких ядер в более тяжелые ... Большое энергосодержание в ряде ТР вызывает интерес для астрофизики, прикладной ядерной физики и энергетики ... ТР во Вселенной играют двойную роль - как основной источник энергии звезд и как механизм нуклеосинтеза ... На Солнце главным процессом экзоэнергетического ядерного синтеза является сгорание водорода - превращение его в гелий ... - водородный цикл. На Земле имеет смысл использовать лишь наиболее эффективные ТР, связанные с участием изотопов водорода Д и Т. По-

добные ТР осуществлены пока в испытании взрывов термоядерных или водородных бомб. Путем использования ТР в мирных целях может явиться управляемый термоядерный синтез с которым связывают надежду решения энергетических проблем человечества ... Дейтерий, содержащийся в воде океанов, представляет собой практически неисчерпаемый источник дешевого горючего для управляемых ТР. Наибольший прогресс в этой области достигнут в рамках совместной программы «Токамак».

Наша задача системно обработать все накопленные знания в ТР и эфирозенергетике и разработать технологию использования энергии эфира в мирных целях. В качестве примера может служить идея по разложению воды на водород и кислород с последующим использованием водорода в качестве топлива в топке парового котла или в двигателе внешнего сгорания.

Опыт шаровых молний также дает подсказку как можно возбуждать эфир и получать из него бесплатную энергию, которую надо научиться превращать в тепловую, электрическую, механическую, психическую. Все живые организмы тоже используют энергию эфира (биоэнергетика, псиэнергия, перелетные птицы, полеты людей, психотропное оружие ...). Системное мышление поможет нам овладеть тайнами экоэнергетики.

Ключевые фрагменты науки об атомно-ядерной энергетике и возможностях ее развития в 21 веке

Ядерная энергетика-отрасль энергетике, использующая ядерную (атомную энергию) в целях электрофикации и теплофикации. Это область науки и техники, разрабатывающая и использующая на практике методы и средства преобразования ядерной энергии в тепловую и электрическую. Основу этого составляют атомные электростанции-АЭС, где источником энергии служит ядерный реактор, в котором протекает управляемая цепная реакция деления ядер тяжелых элементов (урана, плутония, ...) с выделением тепла и его использования в тепловых двигателях - безтопливная тепловая электростанция, где вместо органических топлив (угля, нефти, газа, торфа, древесины ...) используется ядерная энергия ... Ядерная энергия - атомная энергия - внутренняя энергия атомного ядра. Ядерное топливо - вещество, которое используется в ядерных реакторах - это уран, составляющий основу ядерной энергетике. Производство урана начинается с переработки руд, сортировке, дроблении, кислотного выщелачивания, сорбционного извлечения урана из осветленных растворов или пульп и получение очищенной закиси-окиси урана. Вся эта технология сложна и опасна и часто протекает в подземных камерах с предварительной отбойкой руды и ее дробление взрывными методами. Далее производится тетрафторид для последующего получения металлического урана. Регенерация ядерного топлива - сложный и дорогостоящий процесс, требующий защиты от радиоак-

тивных излучений и дистанционного управления всеми операциями даже после длительной выдержки отработавших материалов в спец. хранилищах. Техника безопасности таких технологий на низком уровне. Атомная электростанция (АЭС), в которой атомная энергия (ядерная) преобразовывается в тепловую и далее в механическую и электрическую. При делении 1 грамма изотопов урана или плутония высвобождается 22500 кВт часов, что эквивалентно энергии, содержащейся в 2800 кг условного топлива. Установлено, что мировые ресурсы ядерного горючего (уран, плутоний и др.), существенно превышают энергоресурсы природных углеводородных топлив - нефть, газ, уголь. Первая в мире АЭС мощностью 5 МВт была пущена 27 июня 1954 г. в г. Обнинске. В 1957 г. введена в эксплуатацию 1-ая очередь Сибирской АЭС мощностью 100 МВт. В ноябре 1965 г. в городе Мелекесе Ульяновской обл. вступила в строй АЭС с водоводяным реактором кипящего типа мощностью 50 МВт. За рубежом первая атомная электростанция мощностью 46 МВт введена в эксплуатацию в 1956 г. в Колдер-Холле (Англи).

Пути создания эффективных тепловых двигателей с использованием новых термостойких антифрикционных материалов с управляемыми свойствами

В настоящее время известно много проведенных исследований по созданию тепловых двигателей с использованием керамических термостойких материалов с целью отказа от системы охлаждения двигателя, которая отбирает 20-30 % энергии термодинамического цикла двигателя. Создаются так называемые адиабатные двигатели без системы охлаждения или керамические двигатели. Так, например, фирмой Камминс Энджин предпринимается усилия по созданию цилиндро-поршневой группы из керамики без смазки, компания Карборундум разрабатывает и изготавливает детали из карбида кремния для замены ими металлических деталей двигателей, фирма ОХАСИ Масааки разрабатывает керамику для автомобильных двигателей, фирма Комацу (Япония) проводят работы на тему: "Трибология при высокой температуре неохлаждаемого двигателя с теплоизоляцией". Токийский автосалон представил адиабатный двигатель, предназначенный для грузовых и хозяйственных автомобиле. Избыточную энергию более горячего выхлопа, отчасти компенсирует турбина, размещенная в выхлопной трубе за турбонагнетателем, соединенная механической понижающей передачей с коленчатым валом, которому возвращается часть энергии через гидравлическую муфту, защищающую турбину от вибрации коленчатого вала. Основной проблемой адиабатных двигателей являются высокие температуры рабочего тела, с которыми классические материалы не могут совладать. Поэтому двигатель имеет прокладку цилиндра, днища поршня, а также тарелки клапанов, днища камер сгорания в головке цилиндра и выходные отверстия выхлопных кана-

лов из керамических материалов. Этот двигатель имеет только два небольших воздушных охладителя масла: один для собственной системы охлаждения турбины, другой - для системы смазки коленчатого вала. К сожалению, изготовитель не сообщил, когда будет создан эффективный и надежный адиабатный двигатель для серийного производства. Японо-корейская фирма по производству стекла Такасахи С., Токийский технический научно-исследовательский институт Иссики Н, Японо-корейская фирма Ода Н разработали и рекламируют керамический тепловой двигатель, который якобы отличается низкой токсичностью, может потреблять топливо различных видов, обладает высоким КПД. Рекомендуют керамику из кремниевоуглеродистых и кремниевоазотистых соединений, которые при высокой температуре обладают высокой прочностью и износоустойчивостью. Но есть еще много нерешенных проблем: герметичность поршня, проблемы смазки.

Одной из задач УНИЛСП кафедры тракторов и сельскохозяйственных машин Николаевского государственного аграрного университета (НГАУ) является анализ и синтез известных подходов и разработка новой конструкции роторного двигателя с использованием углерод-углеродных деталей с керамическим покрытием.

Пути создания проектов безтопливных водо-водородно-воздушных экодвигателей

В связи с критической экологической обстановкой на нашей планете и вступлением в силу с 16.02.2005 г. Киотского протокола поставлена задача срочной разработки новых технологий получения энергии без сжигания углеводородных топлив и взрывов путем создания эффективных тепловых двигателей, экотехники, экоэнергетики, экотехнологий. Одним из главных вопросов экологии является замена поршневых ДВС экологически чистыми тепловыми двигателями с внешним теплоподводом - ТДВТ. В настоящее время во многих странах проводятся научно-исследовательские поисковые работы по созданию новых альтернативных экологически чистых двигателей для транспорта, сельского хозяйства, энерготехнологических систем. В УНИЛСП НГАУ также проводятся работы в этом направлении на базе системно-аксиоматического подхода с применением новых композиционных и гибридных материалов. В результате проведенных НИР и ОКР нами получены некоторые положительные результаты в области экотеплоэнергетики - получен патент Украины на тепловой солнечный двигатель с внешними теплоподводом, патент на планетарную фрикционную передачу с использованием углекомполитов, а также на роторные машины различного назначения (насосы, воздуходувки, компрессоры, расширительные машины, ДВС). В настоящее время разрабатывается тепловой двигатель внешнего сгорания, роторный двигатель внешнего теплоподвода (РДВТ). Разработано несколько вариантов РДВТ с применением углерод-углеродных композиционных материалов. В результате проведенного сис-

темного анализа установлено, что самым оптимальным и перспективным будет водо-водородно-воздушный РДВТ с углерод-углеродными деталями. В этом случае используется только вода и воздух. Вода разлагается на водород и кислород в отдельном реакторе, водород после сгорания во внешней камере выделяет теплоту Q_i с образованием паров воды. Таким образом, из окружающей среды берется вода и выбрасываются пары воды - экология не нарушается, экодвигатель без потребления топлива. Такой экодвигатель впервые будет создан в г. Николаеве.

ЛІТЕРАТУРА

1. Селезнев Ю.В. Системное исследование сложных термодинамических процессов. К.: Институт кибернетики АН УССР. – 1977. – 32с.
2. Селезнев Ю.В. системный подход к исследованию термогазодинамических процессов и циклов. – Харьков, Вища школа, 1981. – 142 с.
3. Голубков Е.П. Использование системного анализа в принятии плановых решений. - М.: Экономика, 1982. – 159 с.

АННОТАЦИИ

***В.С.Шебанин.* ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В УКРАИНЕ.**

Проведен анализ производственных мощностей промышленных предприятий, связанных с проектированием, выпуском сельскохозяйственной техники, изготовлением узлов, агрегатов и других комплектующих, на основании чего отмечены перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения Украины.

***В.Г.Семёнов, М.Н.Лылка.* ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПАРАМЕТРЫ ДИЗЕЛЯ И ЕГО ЭКОЛОГО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.**

Биодизельное топливо (метилловые эфиры жирных кислот масел и жиров) достаточно хорошо адаптировано к дизельным двигателям. Химическая формула эфиров отличается наличием карбонильной и метиловой групп, двойными связями, которые определяют повышенную способность к окислению и биологическому разложению биодизельного топлива. Наличие кислорода в молекуле эфиров улучшает протекание процесса сгорания в цилиндре двигателя, но в то же время снижает энергетический потенциал биотоплива. Биодизельное топливо, химмотологические показатели которого отвечают европейскому стандарту EN 14214, предопределяет надежную работу дизельного двигателя и его топливной системы.

***В.М.Булгаков, В.А.Костюченко.* ТЕОРИЯ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК.**

Рассмотрена динамика подъемных установок механических устройств для производства гидропонной продукции с учетом упругости валов и упруго - вязких весомых канатов переменной длины.

***О.В.Сидорчук, В.М.Булгаков.* К ПЕРСПЕКТИВАМ ЭФФЕКТИВНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЬНА В УКРАИНЕ.**

Приведен анализ современного состояния производства важнейшей культуры сельского хозяйства – льна в Украине. Намечены общие пути преодоления кризиса, который имеет место в последние годы в этой отрасли.

***Н.О.Фучаджи.* ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШЕЛУШЕНИЯ ГРЕЧКИ.**

Статья посвящена вопросам исследования шелушительных машин. В работе приведены результаты исследований процесса шелушения гречки в шелушительном устройстве ударного действия.

В.И.Корабельский, А.С.Кобец, С.П.Сокол, О.А.Демидов. **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ САМОРАЗВЁРТЫВАЮЩЕГОСЯ ЧИЗЕЛЯ (СЧ) И ПЛУГА-СКОБЫ.**

Получены параметры гибки полосы металла для изготовления саморазвёртывающегося чизеля. Определены зависимости ориентации элементарных клиньев при формообразовании поверхности рабочего органа.

В.П. Табацков, Э.Г. Бергер, Г.Е. Диневич, Е.Э. Бергер. **К ВОПРОСУ СИНТЕЗА ЦЕНТРОИДНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ.**

В работе рассмотрена одна из основных задач ТММ – задача о воспроизведении наперед заданной траектории, применяющаяся в практике обработки сложных криволинейных профилей, в машинах-автоматах, роботах и манипуляторах.

С.И.Шкурат, П.М.Полянский. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ЖАРОПРОЧНЫХ И ЖАРОСТОЙКИХ СПЛАВОВ НА АДГЕЗИЙНУ ПРОЧНОСТЬ ПОКРЫТИЙ.**

Рассмотрены основные схемы получения технологической ионной струи и исследования влияния ионного травления на состояние поверхности материалов.

С.И. Пастушенко, К.М. Думенко, А.С. Пастушенко, А.О. Дубовик. **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И ДОРАБОТКИ СЕМЯН ОВОЩЕБАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР.**

В статье на основании разработанного технологического комплекса машин приведена новая универсальная, энергоэффективная, мобильная технологическая линия для выделения и доработки семян овощебахчевых культур.

Ю.В. Селезнев, Г.А. Иванов, П.Н. Полянский, А.П.Бойко. **ОЦЕНКА ЭКВИВАЛЕНТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМОЛОГИИ.**

Выполнен сравнительный анализ расчетов эквивалентных напряжений на основе различных гипотез прочности. Показано преимущество расчетов.

В.И.Корабельский, Л.В.Лось, С.П.Сокол. **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ДИЗАЙН УСТРОЙСТВА ТИПА СКОБА-ПЛУГ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СКЛОНОВ ЧЕРЕЗ БЕРМУ.**

Приведен анализ возможностей обработки почвы на склонах. Предложена конструкция специальной скобы-плуга для глубокой обработки склонов через берму.

Ю.Ф.Авлукова, А.В.Говзич, Т.И.Деленди. **ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ 3D – БАЗЫ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ СРЕДСТВАМИ ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ КОМПАС-3D.**

В данной работе обоснована необходимость и рассмотрены возможности создания трехмерной базы конструктивных элементов корпусов и крышек цилиндрических редукторов. Проведенное исследование может иметь практическое применение в условиях машиностроительного производства и позволяет снизить затраты времени на конструирование и создание деталей.

Л.Е.Сергеев, В.Е.Бабич. **СОЗДАНИЕ СМАЗОЧНО – ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ МАГНИТНО–АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ.**

Осуществлено прогнозирование применения смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) для магнитно-абразивной обработки (МАО) цветных материалов. Выявлены пути интенсификации процесса МАО цветных материалов за счет изменения как технологии изготовления СОТС, так и создания новых составов конструированием системы компонентов данных СОТС.

Ю.Ф.Авлукова, А.А.Кодолич. **РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАЛОВ В ТРАКТОРОСТРОЕНИИ.**

Внедрение компьютерных технологий возможно при использовании комплексного подхода, увязывающего в единую систему вопросы моделирования объектов и процессов проектирования в машиностроении, создание интегрированной программной среды, а также эксплуатации этой среды в проектных подразделениях. Практическая реализация данного подхода рассмотрена на примере конструирования вала.

Ю.Ф.Авлукова, М.Е.Петрикевич, Ю.В.Игнатъев. **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ.**

Проведенный анализ средств и методов автоматизированного проектирования позволяет сделать вывод о необходимости использования как двухмерного, так и трехмерного моделирования в графической среде КОМПАС-3D. Рассмотрены особенности создания изображений деталей машиностроительного профиля различными методами, изложены требования к эскизам при трехмерном моделировании.

Л.М.Кожуро, В.Миранович, А. Г.Зеленцов, Д.В.Счастный. **НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ ФЕРРОПОРОШКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ И ЭНЕРГИИ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ НА ДЕТАЛИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ.**

Приведены сравнительные характеристики магнитных систем на электрических и постоянных магнитах, показаны результаты испытаний эффективности их работы, а также производительности наплавления, пористости покрытий и интенсивности изнашивания посадочных мест под подшипники качения валов коробок передач автомобилей КамАЗ.

М.Н.Ерохин, А.Н.Самойленко. **АНАЛИЗ ВЫБОРА СТЕПЕНИ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНАХ КОНТАКТА ПРИ РАСЧЕТАХ В ПАКЕТЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА SAMSEF.**

Приводится анализ напряжений в зонах контакта в зависимости от выбора степени элементов в объемных конечно-элементных моделях при расчетах в пакете SAMSEF. Для анализа полученных результатов рассматривается распределение эквивалентных напряжений Мизеса в продольном и диагональном направлениях. На основе результатов даются рекомендации по использованию различных типов элементов в зонах контакта для расчетов объемных конечно-элементных моделей.

Б.И.Бутаков, В.А.Артюх, А.А.Кулик. **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОБКАТЫВАНИЯ ВИНТОВЫХ ПАР НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ЗАПЫЛЕННОСТИ.**

В статье проведен анализ эффективного использования обкатывания деталей роликам на износостойкость винтовых пар в условиях абразивного изнашивания. При анализе исследований было выявлено, что износостойкость винтов после обкатывания повышается в обоих случаях, в большей степени в паре с бронзовыми гайками.

В.В.Мамарин, В.А.Артюх, А.Е.Березанский. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОФИЛИРОВАННЫХ ПОДШИПНИКОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ.**

Рассмотрено влияние погрешности изготовления конусной поверхности шипа на основные рабочие характеристики подшипников. Даны рекомендации по назначению поля допуска поверхности конусов.

М.В. Молодык, И.Л. Роговский. **ПЕРСПЕКТИВЫ СТРУКТУР ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.**

Проведено обобщение технологических особенностей существующих производственных структур технического обслуживания сельскохозяйственных машин и предложена перспектива их развития.

Е.Е. Александров, В.В. Пидашов. **К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПЕРЕМЕННОГО НАТЯЖЕНИЯ ГУСЕНИЦЫ.**

Рассмотрено влияние переменного натяжения гусеницы на динамику гусеничной машины во время её движения по пересечённой местности. Приведена последовательность расчёта натяжения на разных участках гусеничного обвода.

Е.Е. Александров, С.В. Стримовски. **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.**

Предложена методика выбора микропроцессорной техники при проектировании электронной аппаратуры управления для транспортных средств. Указаны перспективы применения “интеллектуальных” силовых модулей и специализированных микросхем для дальнейших разработок.

О.Я. Никонов, О.Е. Скворчевский, **ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАВЕСНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ТРАКТОРОВ.**

Разработана электрогидравлическая схема системы управления навесным оборудованием тракторов. В её составе использованы многофункциональные пропорциональные электрогидравлические преобразователи. Это позволяет применять для управления навесным оборудованием тракторов современные достижения автоматики.

С.С. Гутьря, Ю.Б. Моргун. **СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАРИКОВЫХ ФРИКЦИОННО-ЭПИЦИКЛИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ.**

Рассмотрены основные параметры нагруженного контакта и предложен алгоритм проектирования механизмов шариковых фрикционно-эпициклических передач, который обеспечивает достижение современного технического уровня механического привода. Приведен пример проектирования конкурентоспособной конструкции редуктора. Установлено направление усовершенствования известных конструкций.

П.К.Охмат, В.И.Мельниченко, В.М.Яцук. **ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРАКТОРА Т-150К С СЕРИЙНЫМ ТОПЛИВНЫМ НАСОСОМ.**

Для определения влияния регулировочных параметров ТНВД НД-22/6Б4 на показатели дизеля СМД-62 и трактора Т-150К согласно известным методикам на стендах "Моторпал" НС-109, НС-129 и КИ-921М определялись скоростные характеристики топливного насоса с серийным все-режимным регулятором и регулировками в соответствии с техническими требованиями и с эксплуатационными регулировками.

В.Я.Коваль, А.В.Щеглов. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБРОСА СЕМЕНИ ПРИСОСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕГО БАРАБАНА. СВОБОДНЫЙ ПОЛЁТ.**

Рассмотрен процесс выброса семян барабаном дозатора, определены параметры процесса и характер их изменения.

С.С.Гутыря, Д.Н.Борденюк. **НАДЕЖНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАНЕТАРНЫХ КОЛЕСНЫХ РЕДУКТОРОВ.**

Рассмотрена статистика внезапных повреждений, а также надежность планетарных редукторов троллейбусов, которую предложено характеризовать экспоненциальным законом распределения. Установлена достоверность безотказной работы и предложен соответствующий квалиметрический показатель, который разрешает при проектировании оценить надежность аналогичных конструкций, с учетом нормативного ресурса и условий эксплуатации.

А.М.Яковенко, С.М.Романенко, Т.М.Борисенко, А.А.Токар **ОПЫТ РАБОТЫ ИНСПЕКЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО НАДЗОРА В ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ.**

Приведен анализ работы инспекции государственного технического надзора облгосадминистрации за три года в Одесской области

Б.И.Бутаков, Д.Д.Марченко. **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБКАТЫВАНИЯ КЛИНОВЫМ РОЛИКОМ КАНАТНЫХ БЛОКОВ И ЕЕ ВНЕДРЕНИЯ.**

Исследована диффузия химических элементов поверхностного слоя в процессе поверхностной деформации, диффузия химических элементов (хром, углерод) исследована с помощью микрохиманализа на микрохиманализаторе „Supraprobe-733” и анализа изменения микротвердости упроченного поверхностного слоя. Разработаны способ и технология обкатывания роликами рабочей поверхности канатных блоков с целью повышения их контактной прочности и внедрение в производство на ОАО «НГЗ».

В.Г.Андруш, С.И.Шунько. **РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ МОЕЧНОЙ МАШИНЫ.**

Проведен анализ энергосберегающей технологии подогрева моющего раствора. Предложенная новая схема моечной установки позволит в значительной степени уменьшить энергозатраты.

Г.Г.Сердюк, С.А.Осипов. **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОКИЛЕЙ ДЛЯ ОТЛИВОК ПЛОСКИХ ТЕЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ.**

Рассмотрен подход к реализации новой технологии изготовления кокилей для отливок плоских тел с применением методов и средств порошковой металлургии.

В.В.Мирутко, Л.Е.Сергеев, Бабич В.Е. **СОЗДАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ С.-Х. ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА.**

Представлены особенности операций очистки и мойки при использовании типовых технологий. Разработан проект экспериментального поста мойки сельскохозяйственной техники, позволяющий повысить производительность моечно-очистных работ, сократить потребление водопроводной воды, уменьшить расход электроэнергии и технических моющих средств.

Ю.Ф.Авлукова, А.А.Кувшинов. **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ КОМПАС-3D.**

Создана структурно-функциональная иерархическая модель редуктора. Автоматизировано конструирование типового узла с использованием базы конструктивных элементов низших уровней иерархии. Работа выполнялась средствами трехмерной параметрической среды Компас 3D, может быть использована в условиях производства.

Т.П.Троцкая, А.Б.Торган. **ОЗОНОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЕМКОСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ.**

Проведен анализ существующих методов обеззараживания емкостного оборудования на предприятиях пищевой промышленности. Предложена новая технология обеззараживания емкостного производственного оборудования методом озонирования.

Д.Н.Бахарев. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ АКСИАЛЬНО-РОТОРНОЙ МОЛОТИЛКОЙ.**

Рассмотрены вопросы определения необходимой мощности для процесса обмолота початков кукурузы аксиально-роторной молотилкой. Определена зависимость необходимой мощности для процесса обмолота початков кукурузы аксиально-роторной молотилкой от конструктивных параметров деки.

А.Г.Пастухов, А.В.Литвишко. **АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЙ ОТКАЗА АГРЕГАТОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ СХТ.**

Проведен анализ технического состояния деталей карданных шарниров, снятых с эксплуатации. В результате установлены качественные и количественные параметры проявлений отказа агрегата.

А.А.Чекановкин, А.А.Добрицкий. **СУШКА СЕМЯН ВЫСОКОВЛАЖНЫХ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР.**

Выявлены основные причины недостатков в традиционной технологии сушки овощебахчевых культур. Предложена оригинальная схема сушки семян бахчевых культур высокой влажности.

Г.А.Иванов, Д.В.Бабенко, С.А.Голишевский, Ю.В.Драгомарецкий, О.М.Чабаненко. **ПРИНЦИПЫ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ЗАМЕНЫ НЕЗАВИСИМОГО ДОПУСКА НА ЗАВИСИМЫЙ.**

Изложены принципы эквивалентности замены независимого допуска на зависимый. Приведены расчетные формулы. Даны примеры расчетов независимых допусков расположения для деталей сопряжений

Д.С.Степаненко, В.О.Милаева. **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОИОНИЗАЦИИ ВОЗДУХА.**

Предлагается устройство для электроионизации воздуха в зоне коронного разряда, которое можно эффективно использовать для предварительной обработки ионизированным воздухом плодово-овощной продукции с целью значительного продления срока ее хранения в свежем виде.

К.М.Горбунова, О.В.Рябокоть. **ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ АВТОСЛЕСАРЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ.**

В статье рассматриваются результаты педагогического эксперимента по формированию деловой активности у учащихся профессионально-технических учебных заведений. Наиболее эффективные методы формирования деловой активности – игровые методы обучения. Приводятся примеры использования деловых игр при проведении уроков теоретического и производственного обучения.

С.И.Шкурат, П.Н.Полянский, О.С.Садовый, Д.Я.Актменко. **ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК РАСПЫЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛА ИОННОЙ БОМБАРДИРОВКОЙ.**

Рассмотрены методы, принципиальные схемы установки и характеристики методов получения тонких пленок распылением материалов на поверхность режущего инструмента, а также сравнительные характеристики различных методов получения тонких пленок.

С.И.Пастушенко, Н.Н.Огиенко, Н.А.Горбенко, ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СЕМЯН ОВОЩЕ-БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ЛИНИИ ДОРАБОТКИ.

Работа посвящена разработке общей технологии переработки семенных плодов овощебахчевых культур с целью получения семян с использованием технологической линии доработки.

И.П.Масло, Р.В.Хоменк. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.

Изложен результат анализа современного состояния и перспективы развития производства тепловой энергии с использованием энергоносителей растительного происхождения.

В.И.Гавриш, В.Е.Пылып. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЭТАНОЛА В СРАВНЕНИИ С ДРУГИМИ АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ТОПЛИВАМИ.

В работе проанализированы возможные варианты применения различных видов альтернативных топлив в двигателях с искровым зажиганием, сделаны выводы относительно эффективности использования этилового спирта.

В.Б.Сеник. ПРОЦЕСС КАВИТАЦИИ В ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЕ.

Приведены термины «кавитация» и «кавитационные пузырьки» и какова их роль в теплогенераторе.

Н.А.Фучаджи, Д.А..Криворотько. ЛУЩИЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ УДАРНОЇ ДІЇ.

Статья посвящена вопросам совершенствования шелушильных машин. Разработано устройство для шелушения и измельчения зернового сырья с помощью прямого удара.

В.А.Алексеев, Н.Я.Гаркас. ЗЕРНОВАЯ РОТОРНАЯ ДРОБИЛКА ДЛЯ ДОМАШНИХ ХОЗЯЙСТВ.

Выполнен анализ основных недостатков существующих конструкций дробилок для зерна. Предложена новая конструкция дробилки для повышения качества и уменьшения затрат энергии при измельчении.

В.А.Гвоздев, А.А.Иванова. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕВЕРСИВНО-ВИБРАЦИОННОГО ФИЛЬТРА.

Экспериментально определено оптимальное давление над поршнем для фильтрации суспензий в реверсивно-вибрационном фильтре.

Ф.Ю.Ялпачик, Т.А.Шпиганович. ДРОБИЛКА ЗЕРНА ПРЯМОГО УДАРА

Проведен анализ возможностей уменьшения энергоемкости измельчения зерна. Предложена новая конструкция дробилки зерна прямым ударом.

Ф.Ю.Ялпачик, В.А.Гвоздев. **БЫСТРОХОДНЫЙ ВИНТОВОЙ СМЕСИТЕЛЬ С ТОНКОСЛОЙНЫМ ДИНАМИЧЕСКИМ СМЕШИВАНИЕМ КОМПОНЕНТОВ, КОТОРЫЕ ДОЗИРУЮТСЯ.**

Разработана конструкция и обоснованы конструктивные и технологические параметры высокооборотного шнекового смесителя с тонкослойным динамическим смешиванием дозируемых компонентов комбикормов.

Е.А.Горбенко, В.В.Стрельцов. **ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ШНЕКОВОГО ПРЕССА.**

В статье проведен анализ известных технологических процессов и оборудования переработки масличного сырья. При анализе исследований было выявлено, что большинство прессов холодного отжима малопроизводительные и достаточно энергоемкие. Для решения поставленной задачи предложено конструктивное решение шнекового пресса.

Е.А.Горбенко, А.Я.Чебан. **ЛАБОРАТОРНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ СОКОВ.**

В статье проведен анализ известных конструкций машин и оборудования для переработки плодово-ягодной продукции на сок. При анализе исследований было уделено внимание конструкциям машин для измельчения и протирки сырья и предложено конструктивное решение машины измельчителя-протирщика.

А.А.Андрушевич, А.А.Кодолич. **ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА УГЛЕРОДИСТОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ 65Г.**

Проведены исследования влияния параметров импульсной обработки на свойства стали 65Г. Полученные результаты показывают, что импульсная обработка в сочетании с термической и химико-термической обработкой повышает её износостойкость.

Е.А.Горбенко, А.А.Ковальов, Д.А.Кальянов. **АВТОМАТИЗАЦИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ВОДОПОДЪЕМНИКА В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.**

В статье обращается внимание на проблему водоснабжения в сельской местности. И рассматривается альтернативное решение этой проблемы путем внедрения и автоматизации гравитационного водоподъемника в систему водоснабжения сельской местности.

Г.Клещев, **РУКОВОДЯЩАЯ РОЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ИНФОРМАЦИОННОМ ИНТЕГРИРОВАННОМ ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВА**

В статье рассматривается математическая модель информационного интегрированного промышленного комплекса с руководящей ролью экономических систем с использованием математического аппарата. Предло-

женные методы и алгоритмы имеют позитивные отличия от уже известных.

Левченко А.В., Губарев А.П. **СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ГИДРОПРИВОДОВ С ЦИКЛИЧЕСКИМ ДЕЙСТВИЕМ СИСТЕМЫ.**

Рассмотрены основные методы регулирования насосных агрегатов систем гидроприводов циклического действия и определены их преимущества и недостатки. Определена зависимость эффективности работы гидросистемы от способов регулирования насосных агрегатов и их связь с технологическим процессом работы системы. Предложено уменьшение энергозатрат за счет использования рациональной схемы и включения энергетических устройств в энергетический цикл.

О.М.Яхно, В.А.Пархомчук, Д.Н.Каиуба. **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖИДКОСТНЫХ ПЛЕНОК НА ПРОФИЛИРУЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ.**

Рассмотрен стенд для изучения течения жидкостной пленки по профилированным поверхностям. Представлены результаты исследования стекающей пленки жидкости по конической поверхности.

О.М.Яхно, Н.В.Семинская. **СТРУЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД.**

В статье рассмотрены вопросы, связанные с применением струйных технологий при разрушении горных пород и полезных ископаемых. Приведена классификация струй по величине подводимого давления и по типам технологических операций. Проведен анализ преобразований энергии в струе, на этапах формирования, истечения и взаимодействия с разрушаемым материалом.

Ю.В.Селезнев, Д.В.Бабенко, Г.О.Иванов, П.Н.Полянский, **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ УКРАИНЫ.**

Проанализированы перспективы использования нанотехнологий в сельском хозяйстве и пути создания эффективных тепловых двигателей с использованием новых термостойких антифрикционных материалов с управляемыми свойствами.

ABSTRACTS

***V.S.Shebanin.* PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL MACHINE BUILDING IN UKRAINE.**

The analysis of production capacities of the industrial enterprises, related to planning, issue of agricultural technique, making of knots, is conducted, aggregates and other stuff what the prospects of development of agricultural machine building of Ukraine are marked on the basis of.

***G. Semenov, M.N. Lulka.* BIO-DIESEL FUEL AND ITS INFLUENCE ON SAFE PERFORMANCE OF DIESEL ENGINE AND FUEL SYSTEM**

Bio-diesel fuel (fatty acid methyl ethers of oils and fats) is adapted to diesel engines sufficiently well. The chemical formula of ethers is noted for presence of carbonyl and methyl groups, double bonds, which determine increased oxidation and biological decomposition of bio-diesel fuel. The presence of oxygen in ether molecule improves the combustion process in the engine cylinder, but at the same time lowers the energy potential of bio-fuel. The bio-diesel fuel, chemical and motile characteristics of which meet the requirements of the European standard EN14214, determines the safe performance of diesel engine and its fuel system.

***V.M.Bulgakov, V.A.Kostyuchenko.* THEORY OF ELEVATING INSTALLATIONS**

The dynamics of elevating installations of mechanical devices for manufacturing hydroponics products taking into account the machine shafts elasticity and that of elastic tough strong ropes of variable length has been considered.

***O.V.Sydorchuk, V.M.Bulgakov.* PROSPECTS OF EFFICIENT FLAX GROWING IN UKRAINE**

The modern state of producing flax which is one of the major crops in Ukraine has been analyzed. The general ways of overcoming the crisis observed in this industry during the recent years have been determined.

***N.A.Fychadgi.* RESEARCH ON PROCESS OF SHELLING BUCKWHEAT**

The article deals with the research on shelling machines. The results of research on buckwheat shelling process in the shelling machine with shock action have been described.

***V.I.Korabelsky, A.S.Kobec, S.P.Kobec, A.A.Demidov/* MATHEMATICAL APPROACH TO TECHNOLOGICAL PROCESS OF MAKING SELF-DEVELOPED CHISEL AND PLOUGH STAPLE**

The parameters of metal strip bending for self-unfolding chisel manufacturing have been developed. The dependences of elementary wedges orientation at formation of working body surfaces have been determined.

V.P. Tabatskov, E.G. Berger, G.Y. Dynevych, Y.E., Berger. **TO PROBLEM OF GUIDING CENTROIDAL MECHANISMS SYNTHESIS**

The article deals with one of the major tasks of TMM (Theory of mechanisms and machines) – directing the working instrument on the given trajectory. It is very important for processing curvilinear profiles and designing robots and manipulators.

S.I.Shkurat, P.M.Polyansky, **INFLUENCE OF IONIC PLASMA TREATMENT OF SURFACE OF HEATPROOF AND HEAT-RESISTANT ALLOYS ON DURABILITY OF COVERAGES**

The basic charts of obtaining technological ionic stream and the influence of ionic etching on the state of the surface of materials have been considered.

S.I.Pastushenko, K.M.Dumenko, A.C.Pastushenko, A.O.Dubovik, **EQUIPMENT FOR EXTRACTION AND REVISION OF VEGETABLE AND MELON SEEDS**

The article deals with the new universal power-efficient mobile technological line for extraction and further treatment of seeds of vegetable and melon cultures based on the developed technological complex of machines.

U.V.Seleznev, G.A.Ivanov, P.N.Polyansky, A.P.Boyko, **ESTIMATION OF EQUIVALENT TENSIONS ON THE BASIS OF SYSTEMATIZATION**

The comparative analysis of equal tensions calculations on the basis of different hypotheses of strength has been made. The advantages of calculations on the basis of systematization have been shown.

V.I.Corabelsky, L.V.Los, S.P.Sokol. **FUNCTIONAL DESIGN OF PLOUGH STAPLE DEVICE FOR CULTIVATING SLOPES**

The article deals with the analysis of possibilities of soil cultivation on the slopes. The construction of special plough staple for deep tillage of slopes has been suggested.

F.Avlukova, A.V.Govzych, T.I.Delendyk, **FOUNDATIONS FOR CREATION OF STRUCTURAL ELEMENTS OF CYLINDRICAL Reducing GEARS BY MEANS OF GRAPHIC ENVIRONMENT COMPASS-3D**

The intensification of the process of designing due to the automation of graphic work has been analyzed. The construction of three-dimensional models of cases and covers of cylindrical reducers has been considered, and the database in the graphic environment COMPASS-SCHEDULE 3D, version 8 has been created.

L.E.Sergeyev, V.E.Babich. **CREATION OF LUBRICATING AND COOLING TECHNOLOGICAL LIQUIDS FOR MAGNETIC AND ABRASIVE TREATMENT OF NON-FERROUS METALS**

Forecasting for the application of lubricating and cooling technological means for magnetic and abrasive treatment of non-ferrous materials has been carried out. The ways of intensification of the process of treatment of non-ferrous materials due to different manufacturing techniques and the system of new components have been considered.

Y.F.Avlukova, A.A.Kodolych. **REALIZATION OF COMPUTER TECHNOLOGIES ON DIFFERENT STAGES OF PLANNING IN MACHINE BUILDING**

The introduction of computer technologies requires a complex approach to the creation of a single system of modeling and designing in machine building, creating an integral program media and using it in design divisions. The three-dimensional model of a group shaft was synthesized using the parameter function that simplifies the work of a designer. The variant of creating the flat drawing with a database Compass V8-3D has been considered.

Y.F.Avlukova, M.E.Petrykevych, Y.V.Ignatev. **FEATURES OF PLANNING THREE-DIMENSIONAL MODELS IN MACHINE BUILDING**

The analysis of means and methods of automated designing makes it possible to draw a conclusion on the necessity of using both two-dimensional and three-dimensional modeling in KOMIAC-3D graphic environment. Features of creating the images of details of a machine-building structure by various methods have been considered, requirements to sketches at three-dimensional modeling have been determined.

L.M.Koguro, A.V.Miranovych, A.G.Zelentsov, D.V.Schastnbe. **USE OF ELECTRIC DIGITS AND ENERGY OF PERMANENT MAGNETS FOR TREATMENT OF DETAILS OF AUTOMOBILE AND TRACTOR EQUIPMENT**

The comparative features of magnet systems on electric and constant magnets have been considered, the results of tests on their work efficiency and productivity of surfacing, porosity of coverings and intensity of wearing of fixing spots under bearings of rolling shafts of gear boxes in cars of Kama Automobile Works have been shown.

M.H.Yerokhin, A.N.Samoylenko. **ANALYSIS OF CHOICE OF ELEMENTS IN AREAS OF CONTACT AT COMPUTATIONS IN SAMCEF PACKAGE**

The article deals with the analysis of stresses in the contact zones depending on degree of element in the FEM (finite element models) for the solid models in SAMSEF. The distribution of Misses equivalent stresses in longitudinal and diagonal directions has been considered. Recommendations on using different types of finite elements in the contact zones have been given.

B.I.Butakov, V.O.Artyukh, A.A.Kulyk. **ROLLING OF DETAILS IN SPIRAL PAIRS UNDER CONDITIONS OF ABRASIVE WEAR**

The article deals with the analysis of the effective use of rolling of details with rollers for the wear proof of spiral pairs under conditions of abrasive wear. The analysis showed that the wear proof of screws after rolling increased in both cases, brass screw nuts being more efficient.

V.V.Mamarin, V.A.Artuykh, A.E.Berezanskiy. **DETERMINATION OF DESCRIPTIONS OF PROFILED BEARINGS TAKING INTO ACCOUNT INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL ERRORS**

The influence of error of making the cone surface of pin on basic workings descriptions of bearings has been considered. Recommendations on determining the field of tolerance of cones surface have been given.

M.V.Molodyk, I.L.Rogovsky. **PROSPECTS OF PRODUCTION STRUCTURES OF TECHNICAL MAINTENANCE OF AGRICULTURAL MACHINES**

Generalization of technological features of existent production structures of technical maintenance of agricultural machines has been conducted, and the prospects of their development have been considered.

E.E.Aleksandrov, V.V.Pidashov. **INFLUENCE OF VARIABLE PULL OF CATERPILLAR ON MACHINE DRIVE**

The influence of variable tension of a caterpillar on the dynamics of track vehicle during its movement on a cross-country terrain has been considered. The sequence of calculation of tension on different sites of track contour has been described.

E.E.Alexsandrov, S.V.Strimovskiy. **FEATURES OF PLANNING ELECTRONIC EQUIPMENT FOR TRANSPORT VEHICLES CONTROL**

The methods of selection of the microprocessor technology when designing the electronic equipment of control for transport facilities have been considered. The prospects of using "intellectual" power modules and specialized microcircuits for further developments have been analyzed.

O.Y.Nikonov, O.E.Skvorchevskiy. **ELECTRO-HYDRAULIC CONTROL SYSTEM FOR TRACTORS Attachements**

The electro-hydraulic chart of the control system for the attached implements of tractors has been developed. The chart includes multifunctional proportional electro-hydraulic converters that make it possible to use modern automation achievements for controlling the tractors attached implements.

S.S.Gutyrya, U.B.Morgun. **SYSTEM PLANNING OF BALL-SHAPED FRICTION AND EPICYCLIC TRANSMISSIONS**

The basic parameters of loaded contact have been considered, and the algorithm of planning the mechanisms of ball-shaped transmissions has been suggested that makes it possible to achieve a modern technical level of mechanical drive. The example of the competitive construction of reducing gear has been given. The directions for subsequent technical improvement of the known constructions have been set.

P.K.Okhmat, V.I.Melnychenko, V.M.Yatsuk. **INDICES OF WORK OF T-150K TRACTOR WITH SERIAL FUEL PUMP**

For determination of the PNVТ ND-22/6Б4 regulation parameters influence on the indices of SMD-62 diesel and T-150K tractor according to the known methods on the stands of "Motorpal" NC-109, NC-129 and KI-921M the speed features of fuel pump with a serial regulator in accordance with technical requirements and operating adjusting have been determined.

V.J.Koval, A.V.Scheglov. **RESEARCH ON DISCHARGE OF SEEDS BY BATCHER DRUM**

The process of seeds discharge by a drum of a batcher has been considered, and the parameters of the process and the character of their change have been determined.

S.S.Gutyrya, D.B.Bordtniuk. **RELIABILITY OF EXPLOITATION OF PLANETARY GEARS**

The statistics of damages and reliability of planetary gears in trolleybuses characterized by the exponential law of distribution have been considered. The probability of faultless work has been stated, and the proper index which makes it possible to estimate the reliability of similar constructions taking into account a normative resource and conditions of exploitation has been suggested.

A.N.Yakovenko, S.N.Romanenko, T.N.Borisenko, A.A.Tokar. **INSPECTION OF TECHNICAL SUPERVISION IN ODESSA REGION**

The article deals with the analysis of work of the inspection of state technical supervision of regional state administration in Odessa region for a three year period.

B.I.Butakov, D.D.Marchenko. **DEVELOPMENT OF ROLLING TECHNOLOGY FOR ROPE BLOCKS**

The diffusion of chemical elements of the external layer in the process of superficial deformation has been studied. The diffusion of chemical elements (chrome, carbon) has been probed by means of a microscopic chemical analysis on the analyzer „Supperprobe-733” and the analysis of change of microscopic hardness of the fixed superficial layer. The method and technology of rolling the working surface of rope blocks with rollers in order to increase the contact strength have been developed.

V.G.Andrush, S.I.Shunko. **Development of Energy Saving Washing Machine**

The article is devoted to the analysis of energy saving technology of heating the washing solution in a washing machine. The new scheme of washing installation will make it possible to reduce the power inputs substantially.

G.G.Serdyuk, S.A.Osipov. **TECHNOLOGICAL FEATURES OF MANUFACTURING MOULD FOR FORMING FLAT BODIES USING POWDER METALLURGY METHODS**

The approach to realization of new mould manufacturing techniques for forming flat bodies with the application of methods and means of powder metallurgy has been considered.

V.V.Mirutko, L.E.Sergeev, Babich V.E. **RESOURCE SAVING AND ENVIRONMENTALLY SAFE TECHNOLOGY OF CLEANING AGRICULTURAL MACHINES**

The features of cleaning operations using the typical technologies have been considered. The project of experimental point for cleaning agricultural machinery making it possible to increase the efficiency of cleaning and reduce the consumption of water, electric power and technical washing-up liquids has been developed.

Y.F.Avlukova, A.A.Kuvshinov. **COMPUTER-AIDED DESIGN OF CYLINDRICAL REDUCING GEARS IN GRAPHIC ENVIRONMENT COMPASS-3D**

The structurally functional hierarchical model of a reducer has been created. Designing a typical unit with the use of the base of constructive elements of the lowest levels of hierarchy has been automated. The work was carried out by means of the three-dimensional parametrical environment Compass 3D.

T.P.Trotskaya, A.B.Torgan. **USE OF OZONE TECHNOLOGY FOR DISINFECTION OF CAPACITY EQUIPMENT IN FOOD INDUSTRY**

The analysis of existing methods of disinfection of capacity equipment at the food industry enterprises has been made. The new disinfection technology of capacity equipment by ozone method has been suggested.

D.N.Baharev. **DETERMINATION OF NECESSARY POWER FOR PROCESS OF THRESHING CORN BY THRESHER**

The questions of determination of the necessary power for the electric motor of corn thresher have been considered. The dependency of necessary power of the electric motor of corn thresher on the constructive parameters of the sounding board has been determined.

A.G.Pastuhov, A.V.Litvishko, **ANALYSIS OF DISPLAYS OF AGGREGATES BREAKING DOWN**

The analysis of technical state of cardan joints parts out of service has been made. The qualitative and quantitative parameters of aggregates breaking down have been established.

A.A.Chekanovsky, A.A.Dobritsk. **CHART OF HIGH MOIST SEED DRYER OF VEGETABLE AND MELON CULTURES**

Principal reasons of failures in the traditional technology of drying vegetable and melon cultures have been determined. The original chart of the

G.O.Ivanov, D.V.Babenko, S.A.Golishevsky, U.V.Dragomaretsky, O.M.Chabanenko. **PRINCIPLES OF REPLACEMENT EQUIVALENCE OF INDEPENDENT AND DEPENDENT TOLERANCE**

Principles of equivalence of independent tolerance replacement with a dependent one have been considered. Calculation formulas have been determined. The examples of calculations of independent tolerances of location for interface details have been given.

D.S.Stepanenko, V.O.Milayeva. **DEVICE FOR ELECTRICAL IONIZATION OF AIR**

A device for electrical ionization of air in the crown discharge zone which can be efficiently used for preliminary processing of fruits and vegetables by ionized air in order to increase the fresh-kind storage time has been suggested.

K.M.Gorbunova, O.V.Ryabokon. **PROBLEMS OF IMPROVING PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE AUTOLOCKSMITHS AT TECHNICAL EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS**

The article deals with the results of pedagogical experiment on forming the business activity of students at technical educational establishments. The most effective methods of forming the business activity are the role-play methods of teaching. The examples of using business role play at the theoretical and practical lessons have been given.

S.I.Shkurat, P.M.Polyanskiy, O.S.Sadovy, D.L.Akimenko. **METHODS OF OBTAINING FILMS BY DISPERSION OF MATERIALS and IONIC BOMBARDMENT**

Methods and principle charts of setting installation have been considered, the process of obtaining thin tapes by dispersion of materials on the surface of cutting instrument has been described, and comparative analysis of different methods of obtaining thin tapes has been made.

S.I.Pastushenko, M.M.Ogiyenko, N.A.Gorbenko. **PROSPECTS OF UPGRADING TECHNOLOGICAL PROCESS OF OBTAINING SEEDS OF**

VEGETABLE AND MELON CULTURES DUE TO INTRODUCTION OF REVISION LINE

The article deals with the development of general technology of processing seminal fruits of vegetable and melon crops with the purpose of obtaining seeds using the technological line of revision.

I.P.Maslo, R.V.Homenko. **PROSPECTS OF PRODUCTION OF THERMAL ENERGY USING POWER PRODUCERS OF VEGETABLE ORIGIN**

The article deals with the prospects and conditions of using biomass.

V.I.Havrysh, V.E.Pylyp. **ANALYSIS OF ETHANOL APPLICATION EFFICIENCY IN COMPARISON WITH DIFFERENT ALTERNATIVE FUELS**

Variants of different fuels application in spark ignition engines have been analyzed. The efficiency of using ethanol has been proved.

V.B.Senik. **PROCESS OF CAVITATION IN HEAT GENERATOR**

The article deals with the analysis of terms “cavitation” and “cavitation bubbles» and their function in heat generators.

N.O.Fuchadgu, D.O.Kruvorotko. **SHELLING DEVICE OF BLOW ACTION**

The article deals with the problems of shelling machines improvement. The device for shelling and grinding raw grains by means of a direct blow has been developed.

V.O.Olexiyenko, M.Y.Garkas. **CORN ROTOR CRUSHER FOR HOUSEHOLDS**

The analysis of basic drawbacks in the constructions of corn crushers has been made. A new corn crusher construction that makes it possible to raise the quality and reduce the power inputs has been developed.

O.V.Gvozdev, O.O.Ivanova. **EXPERIMENTAL RESEARCH ON REVERSIBLE VIBRATION FILTER**

The optimum pressure above the piston for suspension filtration in the reverse and vibration filter has been determined experimentally.

F.U.Yalpachuk, T.O.Shpyganovych. **CORN CRUSHER OF DIRECT BLOW**

The analysis of possibilities of reducing the energy consumption in the process of corn crushing has been made. A new construction of the corn crusher by a direct blow has been developed.

F.U.Yalpachuk, V.O.Gvozdev. **HIGH-SPEED SCREW MIXER WITH THIN Layered DYNAMIC MIXING OF COMPONENTS**

The construction of high-circulating screw mixer with thin layered dynamic mixing the components of measured mixed fodders has been developed, and its structural and technological parameters have been grounded.

O.A.Gorbenko, V.V.Streltsov. **FOUNDATIONS FOR STRUCTURAL DECISION OF SCREW PRESS WITH STEAMING DEVICE**

The analysis of the known technological processes and equipment for processing oil-bearing raw material has been made. The analysis showed that most presses of cold pressing were low efficient and power consuming. For the solution of the problem the structural design of the screw press has been suggested.

E.A.Gorbenko, A.J.Cheban. **LABORATORY AND EXPERIMENTAL RESEARCH ON PRODUCING FRUIT AND BERRY JUICE**

The analysis of the known equipment for processing fruit and berry products for juice has been made. The structural solution for grinding and pressing machine has been suggested.

A.A.Andrushevuch, A.A.Kodoluch. **INFLUENCE OF IMPULSIVE TREATMENT ON PROPERTIES OF STEEL**

Research on the influence of parameters of impulsive treatment on the properties of steel 65Г has been made. The results show that the impulsive treatment combined with thermal and chemically-thermal treatment accounts for the increase of wear-resistance.

O.A.Gorbenko, O.O.Kovalov, D.A.Kalyanov. **AUTOMATION OF GRAVITATION WATER LIFT IN WATER SYSTEM**

The article deals with the problem of water-supply in the countryside. The alternative solution of the problem due to the introduction and automation of gravitation water lift in the water system of the countryside has been considered.

Y.V.Levchenko, O.P.Gubarev. **METHODS OF ADJUSTING PUMP AGGREGATES IN GEAR SYSTEMS OF CYCLIC ACTION**

The basic methods of adjusting pump aggregates in the gear systems of cyclic action have been considered, and the advantages and failures have been determined. The dependence of work efficiency of the hydro system on the methods of adjusting the pump aggregates has been determined. The ways of reducing power inputs due to the use of rational design and involvement of power devices in a power cycle have been suggested.

O.M.Yakhno, V.A.Parynyk, D.N.Kashyba. **EXPERIMENTAL STAND FOR RESEARCH OF LIQUID FILM ON PROFILE SURFACES**

The stand for studying the stream of liquid film on the profile surfaces has been considered. The research on the liquid film flowing on the cone surface has been made.

O.M.Yakhno, N.V.Seminskaya. **STREAM TECHNOLOGIES OF ROCK DESTRUCTION**

The article deals with the problems of using stream technologies for destruction of rocks and minerals. The classification of streams on the size of pressure and types of technological operations has been given. The analysis of power transformations in the stream on different stages of functioning has been made.

U.V.Seleznev, D.V.Babenko, G.A.Ivanov, P.N.Polyansky. **PROSPECTS OF THE USE OF NANOTECHNOLOGIES IN AGRICULTURE OF UKRAINE**

Prospects of the use of нанотехнологий are analysed in agriculture and ways of creation of effective heat-engines with the use of new heat-resistant anti fryktsyonnykh materials with the guided properties

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
<i>В.С.Шебанін. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОС-ПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ В УКРАЇНІ.....</i>	4
<i>В.Г.Семёнов М.Н.Лылка. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПАРАМЕТРЫ ДИЗЕЛЯ И ЕГО ЭКОЛОГО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....</i>	11
<i>В.М.Булгаков, В.А.Костюченко. ТЕОРИЯ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК.....</i>	19
<i>О.В.Сидорчук, В.М.Булгаков. ДО ПЕРСПЕКТИВ ЭФЕКТИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ В УКРАЇНІ.....</i>	34
<i>Н.О.Фучаджи. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЛУЩЕННЯ ГРЕЧКИ.....</i>	40
<i>В.И.Корабельский, А.С.Кобец, С.П.Сокол, О.А.Демидов. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ САМОРАЗВЁР-ТЫВАЮЩЕГОСЯ ЧИЗЕЛЯ (СЧ) И ПЛУГА-СКОБЫ.....</i>	43
<i>В.П.Табацков, Э.Г.Бергер, Е.Э.Бергер, Г.Е.Диневич. К ВОПРОСУ СИНТЕЗА ЦЕНТРОИДНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ.....</i>	49
<i>С.І.Шкурат, П.М.Полянський. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІОННО-ПЛАЗМОВОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ ЖАРОМЦНИХ І ЖАРОСТІЙКИХ СПЛАВІВ НА АДГЕЗІЙНУ МІЦНІСТЬ ПОКРИТТІВ.....</i>	53
<i>С.І.Пастушенко, К.М.Думенко, А.С.Пастушенко, А.О.Дубовик. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ І ДОРОБКИ НАСІННЯ ОВОЧЕ-БАШТАННИХ КУЛЬТУР.....</i>	59
<i>Ю.В.Селезнев, Г.О.Іванов, П.Н.Полянський, А.П.Бойко. ОЦІНКА ЕКВІВАЛЕНТНИХ НАПРУГ НА ОСНОВІ СИСТЕМОЛОГІЇ..</i>	65
<i>В.І.Корабельський, Л.В.Лось, С.П.Сокол. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ДИЗАЙН ПРИСТРОЮ ТИПУ СКОБА-ПЛУГ ДЛЯ ОБРОБКИ СХИЛІВ ЧЕРЕЗ БЕРМУ.....</i>	70

<i>Ю.Ф.Авлукова, А.В.Говзич, Т.И.Делендик.</i> ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ 3D–БАЗЫ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ СРЕДСТВАМИ ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ КОМПАС-3D.....	77
<i>Л.Е.Сергеев, В.Е.Бабич.</i> СОЗДАНИЕ СМАЗОЧНО–ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ МАГНИТНО–АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	79
<i>Ю.Ф.Авлукова, А.А.Кодолич.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАЛОВ В ТРАКТОРОСТРОЕНИИ.....	82
<i>Ю.Ф.Авлукова, М.Е.Петрикевич, Ю.В.Игнатъев.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ.....	84
<i>Л.М.Кожуро, А.В.Миранович, А.Г.Зеленцов, Д.В.Счастный.</i> НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ ФЕРРОПОРОШКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ И ЭНЕРГИИ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ НА ДЕТАЛИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ... ..	87
<i>М.Н.Ерохин, А.Н.Самойленко.</i> АНАЛИЗ ВЫБОРА СТЕПЕНИ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНАХ КОНТАКТА ПРИ РАСЧЕТАХ В ПАКЕТЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА SAMCEF.....	90
<i>Б.І.Бутаков, В.О.Артюх, А.А.Кулик.</i> ВПЛИВ РЕЖИМІВ ОБКАТУВАННЯ ГВИНТОВИХ ПАР НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ В УМОВАХ ПІДВИЩЕНОЇ ЗАПИЛЕНОСТІ.....	94
<i>В.В.Мамарин, В.А.Артюх, А.Е.Березанский.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОФИЛИРОВАННЫХ ПОДШИПНИКОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ.....	97
<i>М.В.Молодик, І.Л.Роговський.</i> ПЕРСПЕКТИВИ СТРУКТУР З НАДАВАННЯ ПОСЛУГ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	101
<i>Е.Е.Александров, В.В.Пидашов.</i> К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПЕРЕМЕННОГО НАТЯЖЕНИЯ ГУСЕНИЦЫ.....	104
<i>Е.Е.Александров, С.В.Стримовский.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	107

<i>О.Я.Никонов, О.Є.Скворчевський.</i> ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ НАЧІПНИМ ОБЛАДНАННЯМ ТРАКТОРІВ.....	110
<i>С.С.Гутыря, Ю.Б.Моргун.</i> СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАРИКОВЫХ ФРИКЦИОННО-ЭПИЦИКЛИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ.....	113
<i>П.К.Охмат, В.І.Мельниченко, В.М.Яцук.</i> ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ТРАКТОРА Т-150К З СЕРІЙНИМ ПАЛИВНИМ НАСОСОМ... ..	119
<i>В.Я.Коваль, А.В.Щеглов.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБРОСА СЕМЕНИ ПРИСОСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕГО БАРАБАНА. СВОБОДНЫЙ ПОЛЁТ.....	125
<i>С.С.Гутыря, Ю.Б.Бонделюк.</i> НАДІЙНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПЛАНЕТАРНИХ КОЛІСНИХ РЕДУКТОРІВ.....	130
<i>А.М.Яковенко, С.М.Романенко, Т.М.Борисенко, А.А.Токар.</i> ДОСВІД РОБОТИ ІНСПЕКЦІЇ ДЕРЖАВНОГО ТЕХНІЧНОГО НАГЛЯДУ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	135
<i>Б.І.Бутаков, Д.Д.Марченко.</i> РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОБКАТУВАННЯ КЛИНОВИМ РОЛИКОМ КАНАТНИХ БЛОКІВ ТА ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ.....	142
<i>В.Г.Андруш, С.И.Шуньо.</i> РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ МОЕЧНОЙ МАШИНЫ.....	146
<i>Г.Г.Сердюк, С.А.Осипов.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОКИЛЕЙ ДЛЯ ОТЛИВОК ПЛОСКИХ ТЕЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ.....	148
<i>В.В.Мирутко, Л.Е.Сергеев, В.Е.Бабич.</i> СОЗДАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ С.-Х. ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА.....	153
<i>Ю.Ф.Авлукова, А.А.Кувшинов.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ КОМПАС-3D.....	156
<i>Т.П.Троцкая, А.Б.Торган.</i> ОЗОНОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЕМКОСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ.....	158

<i>Д.Н.Бахарев.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ МОЩНОСТИ ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ АКЦИ-АЛЬНО-РОТОРНОЙ МОЛОТИЛКОЙ.....	161
<i>А.Г.Пастухов, А.В.Литвишко.</i> АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЙ ОТКА-ЗА АГРЕГАТОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ СХТ.....	165
<i>А.А.Чекановкин, А.А.Добрицкий.</i> СУШКА СЕМЯН ВЫСОКОВ-ЛАЖНЫХ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР.....	168
<i>Г.О.Иванов, Д.В.Бабенко, С.А.Голішевський, Ю.В.Драгомарецький, О.М.Чабаненко.</i> ПРИНЦИПИ ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ ЗАМІНИ НЕЗАЛЕЖНОГО ДОПУСКУ НА ЗАЛЕЖНИЙ.....	172
<i>Д.С.Степаненко, В.О.Мілаєва.</i> ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОІО-НІЗАЦІЇ ПОВІТРЯ.....	177
<i>К.М.Горбунова, О.В.Рябоконь.</i> ПРОБЛЕМИ ВДОСКОНАЛЕН-НЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ АВТО-СЛЮСАРІВ В УМОВАХ ПРОФЕСІЙНО -ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ.....	180
<i>С.І.Шкурат, П.М.Полянський, О.С.Садовый, Д.Л.Акименко.</i> ПО-ЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК РАСПЫЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛА ИОН-НОЙ БОМБАРДИРОВКОЙ.....	184
<i>С.І.Пастушенко, М.М.Огієнко, Н.А.Горбенко.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ НАСІННЯ ОВОЧЕ-БАШТАННИХ КУЛЬТУР ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ЛІНІЇ ДОРОБКИ.....	193
<i>І.П.Масло, Р.В.Хоменко.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГОНОСІЇВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ.....	197
<i>В.І.Гавриш, В.Є.Пилип.</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИС-ТАННЯ БІОЕТАНОЛУ В ПОРІВНЯНІ З ІНШИМИ АЛЬТЕ-РНАТИВНИМИ ПАЛИВАМИ.....	199
<i>В.Б.Сеник.</i> ПРОЦЕСС КАВИТАЦИИ В ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЕ.....	203
<i>Н.О.Фучаджи, Д.О.Криворотько.</i> ЛУЩИЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ УДАРНОЇ ДІЇ.....	206
<i>В.О.Олексієнко, М.Я.Гаркас.</i> ЗЕРНОВА РОТОРНА ДРОБАРКА ДЛЯ ДОМАШНІХ ГОСПОДАРСТВ.....	209
<i>О.В.Гвоздєв, О.О.Іванова.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕВЕРСИВНО-ВІБРАЦІЙНОГО ФІЛЬТРУ.....	211

<i>Ф.Ю.Ялчак, Т.О.Шпиганович.</i> ДРОБАРКА ЗЕРНА ПРЯМОГО УДАРУ.....	214
<i>Ф.Ю.Ялчак, В.О.Гвоздєв.</i> ШВИДКОХІДНИЙ ГВИНТОВИЙ ЗМІШУВАЧ ІЗ ТОНКОШАРОВИМ ДИНАМІЧНИМ ЗМІШУВАННЯМ КОМПОНЕНТІВ, ЩО ДОЗУЮТЬСЯ.....	217
<i>О.А.Горбенко, В.В.Стрельцов.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ШНЕКОВОГО ПРЕССУ.....	220
<i>О.А.Горбенко, О.Я.Чебан.</i> ЛАБОРАТОРНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ СОКІВ.....	224
<i>А.А.Андрушевич, А.А.Кодолич.</i> ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА УГЛЕРОДИСТОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ 65Г	230
<i>О.А.Горбенко, О.О.Ковальов, Д.А.Кальянов.</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ ГРАВІТАЦІЙНОГО ВОДОПІДЙМАЧА В СИСТЕМІ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	233
<i>Г.Клещёв.</i> РУКОВОДЯЩАЯ РОЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ИНФОРМАЦИОННОМ ИНТЕГРИРОВАННОМ ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВА.....	238
<i>О.П.Губарев, О.В.Левченко.</i> ПОРІВНЯННЯ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ ГІДРОПРИВОДІВ З ЦИКЛІЧНОЮ ДІЄЮ СИСТЕМИ.....	245
<i>О.М.Яхно, В.А.Пархомчук, Д.Н.Кашуба.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РІДИННИХ ПЛІВОК НА ПРОФІЛЬОВАНИХ ПОВЕРХНЯХ.....	250
<i>О.М.Яхно, Н.В.Семинская.</i> СТРУЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД.....	256
<i>Ю.В.Селезнев, Д.В.Бабенко, Г.О.Іванов, П.Н.Полянский.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ УКРАИНЫ.....	262
АННОТАЦИИ.....	269
ABSTRACTS.....	280
ЗМІСТ.....	290

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

До друку приймаються статті, що відповідають вимогам ВАК і мають такі необхідні елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які опирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується дана стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Подається примірник тексту статті, підписаний авторами, надрукований на папері форматом А4, а також електронний варіант на дискеті 3,5". Обов'язково подається: рецензія доктора наук; квитанція про оплату, відомості про автора.

Обсяг статті – до 6 повних сторінок. Розміри полів: ліве – 30 мм, праве – 20 мм, верхнє – 20 мм, нижнє – 20 мм, до 30 рядків на сторінці.

Статті необхідно готувати за допомогою текстового редактора Microsoft Word версії не нижче версії 7.0. Шрифт статті – Times New Roman Cyr, через інтервал 1,5, розмір – 14 pt.

Назва статті має бути короткою (5-9 слів), адекватно відбивати її зміст, відповідати суті досліджуваної наукової проблеми. При цьому слід уникати назв, що починаються зі слів: “Дослідження питання...”, “Деякі питання...”, “Проблеми...”, “Шляхи...”, в яких не відбито достатньою мірою суть проблеми.

Анотації (українською, російською та англійською) набирати курсивом 11 кеглем. Виклад матеріалу в анотації має бути стислим і точним (близько 50 слів). Слід застосовувати синтаксичні конструкції безособового речення, наприклад: “Досліджено...”, “Розглянуто...”, “Установлено...” (наприклад, “Досліджено генетичні мінливості... Отримано задовільні результати для естераз...”)

Посилання в тексті подавати тільки у квадратних дужках, наприклад [1], [1, 6]. Посилання на конкретні сторінки наводити після номера джерела, потім через кому сторінку (маленьке с.), далі її номер (наприклад: [1, с. 5]). Якщо далі йде інше джерело, то ставити його номер через крапку з комою в тих самих дужках (наприклад, [4, с. 5; 8, с. 10-11]). Не подавати в тексті розгорнутих посилань, таких як (Іванов А.П. Вступ до мовознавства. – К., 2000, – С.54) (ГОСТ 7.1-84).

Усі цитати, мова оригіналу яких є іншою, подавати мовою Вісника й обов'язково супроводжувати їх посиланнями на джерело і конкретну сторінку.

Не робити посторінкових посилань, а подавати їх у дужках безпосередньо в тексті.

На всі рисунки й таблиці давати посилання в тексті. Усі рисунки мають супроводжуватися підрисунковими підписами, а таблиці повинні мати заголовки.

Рисунки виконувати у редакторі Microsoft Word 6.0, 7.0 за допомогою функції “Створити рисунок”, а не виконувати рисунок поверх тексту. Написи на рисунках виконувати засобами Microsoft Word з тим, щоб редактор мав можливість зробити в них необхідні виправлення.

Формули у статтях по всьому тексту набирати у формульному редакторі MS Equation – 3.0, шрифт TIMES, 10 кегль.

Автори мають дотримуватися правильної галузевої термінології (див. держстандарти).

Терміни по всій роботі мають бути уніфікованими.

Між цифрами й назвами одиниць (грошових, метричних тощо) ставити нерозривний пробіл.

Скорочення грошових та часових одиниць (грн., год. тощо), а також скорочення млн., млрд. писати з крапкою, метричних (т, ц, м, км тощо) писати без крапки.

Якщо в тесті є аббревіатура, то подавати її в дужках при першому згадуванні.

Література, що приводиться наприкінці публікації, повинна розташовуватися в порядку її першого згадування в тексті статті й бути оформлена у відповідності з наступними зразками (Додаток). Номер у списку літератури має відповідати лише одному джерелу. У вихідних даних не вказувати назву видавництва та кількість сторінок (це факультативні елементи). У списку літератури прізвища подавати курсивом, а ініціали ставити після прізвища.

На дискеті повинен бути 1 файл з текстом статті, названий прізвищем автора (Стаття_Прізвище).

Редакційна колегія залишає за собою право на редакційні виправлення.

Зразок оформлення статті

УДК (номер УДК)

НАЗВА СТАТТІ

Л.С.Прокопенко, кандидат біологічних наук, доцент
Л.П.Чорнолата, кандидат сільськогосподарських наук
Інститут кормів УААН

**Текст анотації* українською мовою*

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

Л.С.Прокопенко, кандидат биологических наук, доцент
Л.П.Чорнолата, кандидат сельскохозяйственных наук
Институт кормов УААН

**Текст аннотации* російською мовою*

NAME OF THE ARTICLE

L.S.Prokopenko
L.P.Chornolata

**Text of annotation* англійською мовою*

* Текст статті *

ЛІТЕРАТУРА

1. Іваненко І.І. Назва роботи. - К.: Вища школа, 1999.
2. Бобров М.І. Назва статті//Назва журналу. - 1999.-№6.

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Вісник аграрної науки Причорномор'я
Спеціальний випуск 2(41)'2007 р.

Технічний редактор: О.М.Кушнарьова.
Комп'ютерна верстка: К.Є.Яновський,
І.Р.Василишин,
П.М.Полянський.

Підписано до друку 13.07.2007 Формат 60 x 84 ¹/₁₆.
Папір друк. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 18,75.
Тираж 300 прим. Зак. № 294. Ціна договірна.

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського державного аграрного університету
54010, м. Миколаїв, вул. Паризької Комуни, 9