

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC, SCIENTIFIC APPLIED
AND INFORMATIONAL JOURNAL**

МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО, НАУЧНО ПРИЛОЖНО И
ИНФОРМАЦИОННО СПИСАНИЕ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ, НАУЧНО ПРИЛОЖНЫЙ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

MECHANIZATION IN AGRICULTURE

МЕХАНИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Issue 6
2014

Year LX, ISSN 0861-9638, issue 6/2014, Sofia, Bulgaria

SCIENTIFIC TECHNICAL UNION OF MECHANICAL ENGINEERING
BULGARIAN ASSOCIATION OF MECHANIZATION IN AGRICULTURE

ИЗДАТЕЛИ

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКИ
СЪЮЗ ПО
МАШИНОСТРОЕНЕ

БЪЛГАРСКА
АСОЦИАЦИЯ ПО
МЕХАНИЗАЦИЯ НА
ЗЕМЕДЕЛИЕТО



PUBLISHERS

SCIENTIFIC-TECHNICAL
UNION OF MECHANICAL
ENGINEERING

BULGARIAN
ASSOCIATION OF
AGRICULTURAL
MECHANIZATION

ГОДИНА LX БРОЙ 6 / 2014

ISSN 0861-9638

YEAR LX ISSUE 6 / 2014

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief: Prof. Dr. eng Miho Mihov

Главен редактор: Проф. д-р инж. Михо Михов

Главный редактор: Проф. д-р инж. Михо Михов

Scientific editor: Prof. D.Sc. eng Hristo Beloev

Научен редактор: Проф. д-р инж. Христо Белоев

Научный редактор: Проф. д-р инж. Христо Белоев

Акад. д-р Саяхат Нукешев – Казахстан
Проф. д-р инж. Александър Токарев – Русия
Акад. д-р Джемал Катзитадзе – Грузия
Проф. д-р инж. Чеслав Вашкиевич – Полша
Проф. инж. Зденко Ткач – Словакия
Проф. д-р инж. Айрат Валиев – Русия
Проф. д-р инж. Алексей Василев – Русия
Доц. д-р инж. Ербол Саркинов – Казахстан
Доц. д-р инж. Ян Шчепаняк – Полша
Проф. д-р инж. Георги Тасев – България
Доц. д-р инж. Неделчо Тасев
Доц. д-р инж. Георги Капашиков
Проф. д-р инж. Сава Мандражиев
Доц. д-р инж. Красимира Георгиева
Доц. д-р инж. Росен Иванов
Доц. д-р инж. Пламен Кангалов
Проф. д-р инж. Михаил Илиев
Доц. д-р инж. Недялко Недялков

Acad. D.Sc. eng. Sayakhat Nukeshev - Kazakhstan
Prof. Dr. Eng. Alexander Tokarev - Russia
Acad. Djemal Katzitatdze - Georgia
Prof. Dr. Eng. Cheslav Vashkievich - Poland
Prof. eng Zdenko Tkach - Slovakia
Prof. D.Sc. eng. Ayrat Valiev - Russia
Prof. D.Sc. eng. Alexey Vassilev – Russia
Assoc. Prof. eng. Yerbol Sarkynov – Kazakhstan
Assoc. Prof. Dr. Eng. Jan Szczepaniak – Poland
Prof. D.Sc. eng. Georgi Tashev
Assoc. prof. eng. Nedelcho Tashev
Assoc. prof. eng. Georgi Kapashikov
Assoc. prof. eng. Sava Mandraviev
Assoc. prof. eng. Krassimira Georgieva
Assoc. prof. eng. Rossen Ivanov
Assoc. prof. eng. Plamen Kangalov
Prof. Dr. Eng. Mihail Iliev
Assoc. prof. eng. Nedyalko Nedyalkov

The specialized magazine “Agricultural Mechanization” is the successor of the journals “Mechanized Agriculture” (1948-1957), “Mechanization and Electrification of the Agriculture” (1959-1980) and “Mechanization of the Agriculture” (1981-1991)

Address of the Editorial board

108 G. S. Rakovski str., floor 4, office 411
1000 Sofia, Bulgaria
Tel/fax +359 2 986 22 40, phone: +359 2 987 72 92
www.mech-ing.com,
www.agrimachinery.net/journal/

За рекламодатели и спонсори:

Банкова сметка:
IBAN: BG70 PRCB 9230 100779 0819,
BIC: PRCB BG SF
Получател: НТС по машиностроене
ПРОКРЕДИТ БАНК:

MECHANIZATION IN AGRICULTURE

INTERNATIONAL SCIENTIFIC, SCIENTIFIC APPLIED AND INFORMATIONAL JOURNAL

ISSN 0861 - 9638

YEAR LX, 6/2014, София

CONTENTS:

ОПРЕДЕЛЯНЕ ТРАЙНОСТТА НА ВИБРОДЪГОВО НАВАРЕНИ ПОКРИТИЯ В ГАЗОВИ СМЕСИ ВЪРХУ СТОМАНЕНИ И ЧУГУНЕНИ ДЕТАЙЛИ ОТ АВТО-ТРАКТОРНАТА И ЗЕМЕДЕЛСКА ТЕХНИКА Assoc. Prof. Mitko Nikolov	3
ABOUT THE METHODOLOGICAL BASES OF THE PROBLEM FOR AN IMPROVEMENT OF AN EXISTING SOLUTION M.Sc. Mateev Sv., Assoc. Prof. M.Sc. Angelov B. PhD., M.Sc. Entchev Str.	6
ХИМИЧНО И МИКРОБИОЛОГИЧНО ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ДИЗЕЛОВИТЕ ГОРИВА ИЗПОЛЗВАНИ В ЗЕМЕДЕЛСКАТА ТЕХНИКА Assoc. Prof. Vasil Stoyanov, Krasimir Tsonev, PhD.	9
ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОЦЕСА НА РАЗДЕЛЯНЕ НА ЗЪРНЕНИ СМЕСИ ПО ПОВЪРХНОСТТА НА МЕХАНИЧНИ СЕПАРАТОРИ – II ЧАСТ Красимир Братоев	12
ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКС МАШИНИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЛУКОВИЦИ Георги Митев	15
МЕТОД ЗА ОЦЕНКА НА КАЧЕСТВОТО ПРИ НАСИТНЯВАНЕ НА ГРУБИ ФУРАЖИ проф. Борисов Б.Г., доц. Митев С.Й., инж.Овчаров М.А., гл.ас.д-р Христов И.С.	22
ТЕОРЕТИЧЕН АНАЛИЗ И ОБОСНОВАВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ДИАГНОСТИРАНЕ НА ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ ПО НЕРАВНОМЕРНОСТТА НА ВЪРТЕНЕ НА КОЛЯНОВИЯ ВАЛ ЗА ЦИКЪЛ Доц. д-р А. Стоянов	25
РЕГУЛИРАНЕ НА ТОПЛО- И МАСООБМЕННИТЕ ПРОЦЕСИ В КОНДЕНЗАЦИОННА СУШИЛНЯ Пламен Цветков	27
CHARACTERISTICS CROP PLANTS IN THE ASPECT OF THE PROCESS OF SPRAYING PhD Student Eng. Beata Cieniawska, Prof. Assoc. Deta Łuczycka, Prof. Assoc. Antoni Szewczyk	29
THE QUALITY OF PROCEDURE SPRAYING ON CROPS FLAT IN THE ASPECT OF THE CHARACTERISTICS OF SPRAYED PLANTS PhD Student Eng. Beata Cieniawska, Prof. Assoc. Deta Łuczycka, Prof. Assoc. Antoni Szewczyk	34

ОПРЕДЕЛЯНЕ ТРАЙНОСТТА НА ВИБРОДЪГОВО НАВАРЕНИ ПОКРИТИЯ В ГАЗОВИ СМЕСИ ВЪРХУ СТОМАНЕНИ И ЧУГУНЕНИ ДЕТАЙЛИ ОТ АВТОТРАКТОРНАТА И ЗЕМЕДЕЛСКА ТЕХНИКА

DURABILITY DETERMINATION OF DEPOSITED LAYERS OF IRON PARTS OF AGRICULTURE AND TRANSPORTING MACHINERY EQUIPMENT THROUGH VIBRATING ARC OVERLAYING PROCESS

Assoc. Prof. Mitko Nikolov, PhD, University of Ruse, Bulgaria, E-mail: mnikolov@uni-ruse.bg

Abstract: The dynamics of wear index as well as wear resistance changing is established within experimental research of deposited layers upon steel and iron parts. The summary wear index at the end of experimental research of iron parts is about 4 times bigger than the wear index established within steel parts experimental research. The relative wear resistance of deposited layers upon steel parts through vibrating gas metal arc overlaying process is about 10 times higher than layers deposited on iron parts within the same working conditions.

Keywords: running-in, durability; wear index; iron and steel parts; agricultural machinery

1. Въведение

Повишаването на износоустойчивостта и намаляване на разходите за резервни части, суровини, материали и енергия чрез възстановяване на износените детайли е от изключително важно значение за икономиката на всяка страна в условията на съвременната криза на материални и енергийни ресурси. Трайността на възстановителните покрития се явява едно от най-важните условия за повишаване ресурса на детайлите от различните механизми и системи на автотракторната и земеделска техника. Основните фактори, влияещи върху износоустойчивостта се определят от качествените характеристики на възстановителното покритие (структурата, химични състав и твърдост на материала) [1].

Целта на работата е да се установи изменението на големината на износване на триещи се двоици от вибродъгово наварени покрития в газова смеси върху стоманени и чугунени детайли и оловен бронз БО 30 при триене на плъзгане в смазочна среда.

Обект на изследването са възстановените детайли от автотракторната и земеделска техника. Предмет на изследването са процесите на триене на плъзгане при сработване и установено износване на вибродъгово наварените покрития.

2. Изложение

За входен фактор на модела за изследване процеса на сработване и износване при триене на плъзгане беше приет състава на триещата се повърхност на възстановените чрез вибродъгово наваряване стоманени и чугунени детайли от автотракторната и земеделска техника (фиг.1) [3]. На сравнително изследване бяха подложени три материала на триещата се повърхност на ролката стомана 45, закалена и вибродъгово наварена с



Фиг.1 Модел за изследване процеса на сработване и износване на вибродъгово наварени покрития при триене на плъзгане;

Мт е материал на триещата се двоица; **Ji** - вектор на параметрите на износването на двоицата; **Vi** - скорост на износването; **E** - износоустойчивост.

DUR500 и чугунена ENGJL200 вибродъгово наварена с Св 08Г2С [4, 6].

За еталон беше прието сработването на двоицата стомана 45 и оловен бронз БО-30, като най-разпространените материали за плъзгащи лагери в автотракторната и земеделска техника [2]. За сравнение се използваше сработването на двоиците от възстановените покрития върху Ст45 и сив чугун ENGJL200 с БО-30. Сработването и износването на еталонната и възстановените двоици се извършва в масло SEA 30.

Възстановените образци се изработваха от Ст45 наварена с електроден тел DUR500 в газова смеси от аргон и въглероден

двуокис при състав 60 % Ar и 40 % CO₂ [6] и сив чугун ENGJL200 наварен с електроден тел Св 08Г2С в газова смеси 50 % Ar и 50 % CO₂, [4] с диаметър 1,6 mm, които са с висока твърдост на наварената повърхност без пукнатини при закаляване с ТВЧ. Наваряването е извършено на уредба с безинерционен осов вибродъгов апарат "ЕНТОН-60" с дюза за защитни газове при следния режим: работно електрично напрежение 20 V, големина на електрическия ток 180 A, скорост на наваряване 1,26 m/min, скорост на подаване на електродния тел 2,3 m/min, стъпка за наваряване 3 mm, излаз на електродния тел 15 mm, разход на защитната газова смеси 15 l/min, честота на вибрации-те 46,7 Hz.

Еталонните и наварени образци се обработваха термично и механично. Закаляваха се при нагряване с ТВЧ и опускаха до твърдост 55^{±2} HRC (HV₅ = 6100^{±400} МПа) и шлифоваха на окончателен размер по специална методика, след изработването от тях на ролки за изпитване. Ролките имаха диаметър на триещата се повърхност 50^{+0,02} mm, несъосност и неперпендикулярност не повече от 0,01 mm, ширина 12^{+0,05} mm, дебелина на навареното покритие е 0,5 mm по радиус с грапавост по Ra = 0,28...0,32 μm за стоманените наварената с DUR500 и Ra = 0,58...0,64 μm за чугунените наварени с Св 08Г2С с маса от 160...170 g.

Секторите за триещите се двоици са биметални от стоманена основа и нанесен върху нея антифрикционен слой от БО-30 с твърдост HV₅ = 490^{±50} МПа и дебелина 0,1...0,5 mm по радиуса. Дължината на триещата се повърхност на сектора е 20 mm, ширината 10^{+0,05}, а площта на опорната повърхност е 2 cm² и маса от 15...20 g. Преди разрязване на лагерните пръстени с централен ъгъл 46°, от които са изработени секторите, външната повърхност се шлифова до диаметър 70^{+0,1} mm, а вътрешната повърхност на лагерните пръстени се престъргва до диаметър 50^{+0,06} mm с грапавост по Ra = 2,0...2,8 μm. Хлабината на двоицата трябва да бъде 0,04...0,05 mm за да се получи равномерно сработване при нужния маслен клин.

Като основен критерий за оценка на процеса на сработване и износване на триещите се при плъзгане повърхности беше приета големината на износване на елементите на триещата се двоица. В процеса на изследването са определени сумарното износване на двоицата, големината на износване на ролката и големината на износване на сектора. В качеството на спомагателни параметри за оценка на сработването и износването се използваха скоростта на износването и износоустойчивостта (абсолютна и относителна).

За физически модел на триещата се двоица "вал-лагер" е избрана двоицата "ролка-сектор" със съответни параметри на геометрично и физическо подобие определени въз основа на статистическо изследване на подлежащите за възстановяване износени детайли от автотракторната и земеделска техника [5].

Изследването е проведено на машина за триене и износване СМЦ-2, съвършенствана с различни системи и устройства за осигуряване на условия за триене и износване близки до експлоатационните. За точно измерване на триботехническите характеристики към машината е разработена специална малко

обемна водоохлаждаема камера за триене и износване в условията на течено смазване с обем от 150 ml и системи за охлаждане на камерата, поддържане на постоянна температура 40°C, характерна за студено сработване на новоизработени и ремонтирани двигатели на автотракторната и земеделска техника, система за непрекъснато разбъркване на смазочната среда и магнитно почистване на продуктите от износването. Изпитването се извършва по схемата “ролка-сектор” при честота на въртене 540 min⁻¹ осигуряваща относителна скорост на плъзгане 85 m/min. Натоварването на триещата се двоица се извършва безстепенно със скорост 1 MPa/min, усилие на притискане на секторите към ролките 100 daN, което осигурява налягане 5 MPa и триботехническа характеристика PV = 425 MPa.m/min. Тези стойности са избрани в съответствие с изискванията към допустимите стойности за плъзгащи лагери.

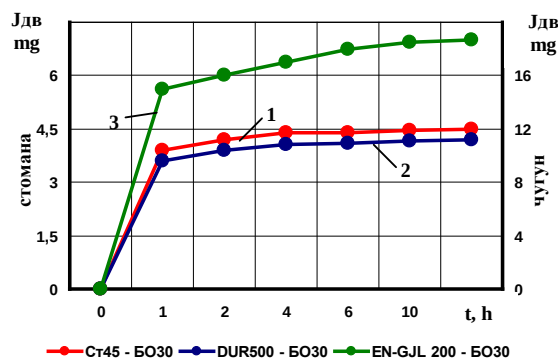
Големината на износването се определя по тегловия метод разделно за всеки от триещите се елементи (ролка и сектор) с помощта на аналитична везна WA - 33 с точност 0,05 mg, като всички образци се почистват с бензин, подсушават и претеглят преди и след опита.

Трайността на съвременната автотракторна и земеделска техника се определя до голяма степен от износването в процеса на сработване на техните съединения.

Сработването е един от най-сложните и трудопоглъщащи процеси в машиностроителното и машиноремонтно производство. Технологическият процес разработване и изпитване на основно ремонтираните автотракторни двигатели продължава от два до шест часа. Естествено стремелът на изследователите и технолозите е да се намали тази продължителност, като се осигури качествено сработване при минимално износване при и след сработване. Възникването, развитието и интензивността на протичане на износването и другите процеси при сработването се определя от свойствата на материалите на триещите се детайли, тяхното качество и външни въздействия и условия.

Динамиката на изменението на големината на сумарното износване на еталонната и възстановените двоици и техните елементи са представени с графични зависимости на (фиг.2...фиг.5).

Големината на износването и сработването на изследваните двоици се определя преди всичко от сработването и износването на антифрикционната сплав на сектора, тъй като тя има 10 пъти по-малка твърдост в сравнение с материала от работната повърхност на ролката.



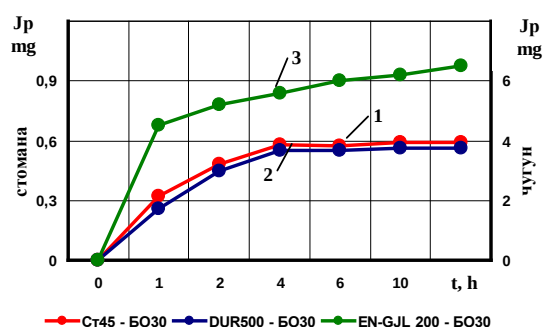
Фиг.2 Интегрални криви за големината на сработване и износване на еталонната и възстановените двоици: 1-Ст45-БО30; 2-DUR500-БО30; 3-ENGJL200-БО30.

Характерът на изменение на интегралните криви на сумарното износване на еталонната и възстановените двоици имат еквилистен характер. От графиките на фиг.2 се вижда, че процеса на сработване протича интензивно за трите двоици през първия час, като за двоицата с еталонната и вибродъгово наварената в газова смес стоманена ролка сработването приключва до четвъртия час. За двоицата с възстановената чугунена ролка сработването продължава до десетия час. В началото сработването основно се дължи на механично срязване на

върховете на микронеравностите и пластична деформация на повърхностния слой.

Сумарното износване в края на изпитването за двоицата със стоманените (еталонна и възстановена) ролки е 4 пъти по-малко 4,5 mg в сравнение със сумарното износване на двоицата с възстановената чугунена ролка 18,7 mg. Това голямо и бързо износване на двоицата с възстановената чугунена ролка води до намаляване на ресурса на съединенията в които участват тези възстановени детайли. Сумарното износване на двоицата с възстановената стоманена ролка остава по-малко от двоиците с еталонната и възстановената чугунена ролка през целия период на изпитването. Като резултат от това явление, двоицата с възстановената стоманена ролка има намалена хлабината и увеличен ресурс.

За еталонната и възстановените двоици се забелязва сравнително равномерно и плавно увеличаване на количество снет материал в процеса на установено износване. Това свойство е благоприятно в експлоатационни условия, тъй като не предизвиква резки колебания на размерите на детайлите при износването им и дава възможност за прогнозиране на момента и обе-

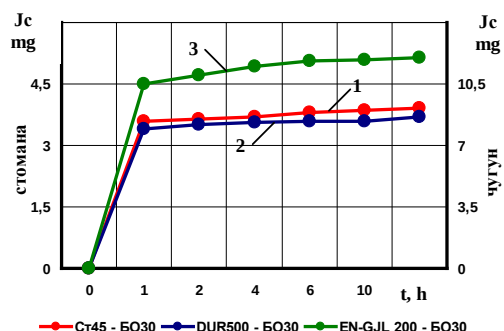


Фиг.3 Интегрални криви за големината на износване на ролката при триене на плъзгане на еталонната и възстановените двоици: 1-Ст45-БО30; 2-DUR500-БО30; 3-ENGJL200-БО30.

ма на ремонтните работи.

Наред със сумарното износване на двоицата голям интерес представлява големината и съотношението на износването на нейните елементи (ролка и сектор).

Изменението на големината на износване на ролката при триене е представена на фиг. 3. За разлика от сработването на съответните двоици, сработването на еталонната и възстановената с DUR 500 ролки продължава до четвъртия час. След четвъртия час за двете ролки настъпва период на установено износване с почти нулева скорост на износването.

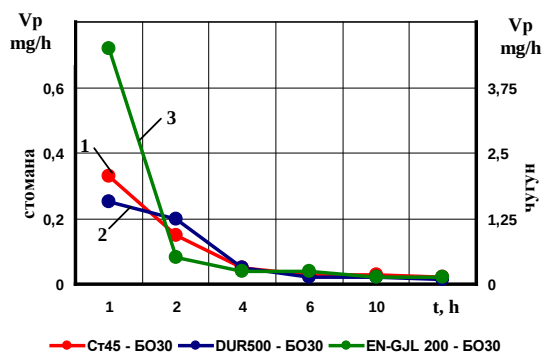


Фиг.4 Интегрални криви за големината на износване на сектора при триене на плъзгане на еталонната и възстановените двоици: 1-Ст45-БО30; 2-DUR500-БО30; 3-ENGJL200-БО30.

За възстановената чугунена ролка сработването продължава до 14 часа, което е показател за по-трудното и сработване. Този факт показва, че необходимото време и разходи за прогонване на ремонтирани земеделски машини с възстановени чугунени детайли са по-големи в сравнение с новите и тези с възстановени стоманени детайли.

Големината на износване на сектора от триещата се двойка в зависимост от времето е показана на фиг.4. Поради това, че оловният бронз е около 10 пъти по-мек от ролката сумарното му износване е значително по-голямо. Характерът на кривите при секторите е аналогичен на този от триещата се двойка (фиг.2). по този начин износването на триещата се двойка се определя основно от антифрикционната сплав на сектора.

Сработването на секторите от двоиците със стоманена (еталонна и възстановена) ролка протича през първия час, докато сработването на сектора с възстановената чугунена ролка протича до 10^{-тия} час. От приведените данни се вижда, че най-голямо, чувствително износване се получава за сектора работещ с възстановената чугунена ролка, което е в пъти по-голямо в сравнение с износването на сектора работещ с еталонната и възстановена чугунена ролка. Тази разлика расте непрекъснато до края на изпитването, където достига до два пъти по-високи стойности.



Фиг.5 Изменение скоростта на износване на ролката при триене на плъзгане на еталонната и възстановените двоици: 1-Ст45-БО30; 2-DUR500-БО30; 3-ENGJL200-БО30.

Освен големината на износването важно значение за оценка на сработването и износването на триещите се повърхности има скоростта на износване, която е една от главните триботехнически характеристики. Скоростта на износването дава възможност да се сравнява сработването и износването на двоици от различни материали. Тя ни дава информация относно загубата на материал в зависимост от времето за работа.

Кривите за изменение скоростта при сработване и установено износване на триещата се повърхност на еталонната и възстановените с различни покрития ролки са приведени на фиг.5. Тези криви по своя характер наподобяват кривите на големината на износването, но с реципрочна стойност. От приведените криви се вижда, че в първите два часа от изследването скоростта на сработване за наварената чугунена ролка е 1,378 mg/h, което е десет пъти по-бързо от скоростта на стоманената (еталонна и възстановена) ролка 0,138...0,145 mg/h. След четвъртия час настъпва процес на установено износване и скоростта на износване за трите двоици остава почти постоянна до края на изпитването.

Таблица 1.

Износоустойчивост на триещата се повърхност на ролката

Триеща двойка	Големината на износване	Износоустойчивост	Относителна износоустойчивост
Ст45 - БО30	0,58	6,90	1,0
DUR500 - БО30	0,55	7,25	1,05
EN-GJL 200 - БО30	5,5	0,73	0,11

Едно от главните изисквания към възстановените детайли се явява тяхната износоустойчивост в зададените условия на работа. Тя е комплексно свойство и зависи от много фактори твърдост, жилавост, крехкост, структура и др.

Резултатите за износоустойчивостта и относителната износоустойчивост на вибродъгово наварените стоманени и чугу-

нени ролки е представена в табл. 1. Относителната износоустойчивост е определена спрямо еталона.

От приведените в табл. 1 данни се вижда, че най-висока износоустойчивост има стоманената ролка наварена в газова смес с DUR 500, съответно двоицата работеща с тази ролка. Около десет пъти по-ниска е износоустойчивостта на вибродъгово наварената в газова смес чугунена ролка. Това се потвърждава и от резултатите за износването на елементите (ролка-сектор) от тези двоици представени на фиг.2...фиг.4. Най-висока е относителната износоустойчивост на навареното покритие върху стоманена ролка, като спрямо възстановената чугунена ролка отношението е десет пъти. От това може да се направи предположение, че ресурса на възстановените стоманени детайли ще бъде десет пъти по-голям от този на възстановените чугунени детайли.

3. Заключение

1. Сумарното износване в края на изпитването за двоицата с възстановената чугунена ролка 18,7 mg е 4 пъти по-голямо в сравнение със сумарното износване на двоицата с възстановена стоманена ролка 4,5 mg.

2. Възстановените двоици имат сравнително равномерно и плавно увеличаване на количеството снет материал в процеса на установено износване. Това не предизвиква резки колебания на размерите на детайлите при износването им в експлоатационни условия, като дава възможност за прогнозиране на момента и обема на ремонтните работи на автотракторната и земеделска техника.

3. Възстановената с DUR 500 стоманена ролка се сработва по-бързо от възстановената чугунена ролка. Този факт показва, че необходимото време и разходи за прогонване на ремонтирани земеделски машини с възстановени чугунени детайли са по-големи в сравнение с новите и тези с възстановени стоманени детайли.

4. Относителната износоустойчивост на вибродъгово наварените покрития в газова смеси върху стоманени детайли е 10 пъти по-висока от същите покрития върху чугунени детайли при триене на плъзгане в условията на точно триене.

4. Литература

- Гаркунов, Д. Н., Триботехника, износ и безызносность. Москва, изд. МСХА, 2001.
- Кангалов П. Анализ на неизправностите на коляновите валове в коляно-мотовилковия механизъм на автотракторни двигатели. В: Научни трудове на РУ, том 51, с. 1.1, Русе, ПБ при РУ, 2012, стр. 231-235, ISBN 1311-3321.
- Николов М., Г. Тончев, Тодоров Е. Методика за изследване на триботехническите характеристики на възстановителни вибронаварени в газова смеси покрития върху чугунени детайли от автотракторната и земеделска техника. В: Научни трудове на РУ "Ангел Кънчев", том 40, серия 4.1, Русе, 2003, стр. 208-212.
- Тодоров Е., Г. Тончев, М.Николов. Влияние състава на газовите смеси върху твърдостта при вибронаваряване на чугунени детайли от автотракторната и земеделска техника. В: Научни трудове на РУ "Ангел Кънчев", том 40, серия 4.1, Русе, 2003, стр. 203-207.
- Тончев Г. Станев Л. Изследване разпределението на детайлите на тракторите ЮМЗ-6Л и МТЗ-80 по структурни характеристики. В. Научни трудове на ВИММЕСС, том 21, серия 6, Русе, 1979.
- Тончев Г., Николов М. Влияние на състава на газовите смеси върху технологичните параметри при вибродъгово наваряване на детайли от автотракторната и земеделска техника. // Селскостопанска техника, 1994, брой 6-7, стр. 21-23.

ABOUT THE METHODOLOGICAL BASES OF THE PROBLEM FOR AN IMPROVEMENT OF AN EXISTING SOLUTION

M.Sc. Mateev Sv.¹, Assoc. Prof. M.Sc. Angelov B. PhD.¹, M.Sc. Entchev Str.²

University of Ruse, Faculty of Transport, Ruse, Bulgaria¹

TISEM - AD, Ruse, Bulgaria²

bangelov@uni-ruse.bg

Abstract: The engineering task - to improve the existing solution starts when, during the cycles of manufacturing or intended use of a technical system, it appeared preconditions for achieving better results. Although the problem is common for the engineering practice, there is no generally accepted model (algorithm) for its solution. For the harvesting of soy crops and other row crops in the country headers HPS are widely used, which are manufactured at METAREM - AD Pavlikeni. For the past more than thirty years since the start of mass production, headers passed their long path of development and improvement. Through the analysis of the collaboration of TISEM - AD, Ruse and METAREM - AD in the improvement of headers HPS, the types of activities and the content of the work are clarified. On this basis, is proposed a model (algorithm) to solve the engineering task to improve the existing solution, which covers all the activities of the design process.

Keywords: DESIGN PRACTICE, HEADERS FOR HARVESTING, SOY CROPS, DESIGN MODEL

1. Introduction

All fundamental researches on design of technical systems that came out in the end of XX and the beginning of XXI century define the task for the improvement of the existing solution as one of the main tasks of the engineering practice [6,7,8,9,10,11,12]. At the same time a research into methods for solving this problem are found rarely in scientific periodicals. This is due to the fact that the scope and content of the task - improvement of the existing solution are modified within wide limits. The problem can be defined at the level of system for conversion of matter, energy and information, an element of it is the improved technical system, so that the improvement would cover the entire design process. On the other hand, the problem can be defined at the level of a technical system and the improvement would cover the executive organs of the technical system. Thirdly, the task can be defined at the level of an executive organ of the technical system and the improvement would cover the structural elements that build the advanced executive unit. The lowest level at which can be defined the task of improving the existing solution is the constructive element. In this task the construction element - the lowest standing unit in the composition of the technical system is put under improvement.

As a result of an earlier study a generalized model for designing of technical systems has been proposed. It is obtained by combining (superimposition) of the models (algorithms) to solve the four main tasks, defined within the framework of this study – an adaptation of an existing (turnkey) solution to work in new conditions, an improvement of existing (turnkey) solution, a combination with precast or a creation of a new solution [4]. Based on this basic model is proposed a model (algorithm) to solve the engineering task of improvement of the existing solution. The content of the model (algorithm) is explained on the basis of the analysis of the joint work of TISEM - AD, Ruse and METAREM - AD Pavlikeni, on improving headers for soy plantings HPS. Headers are created in connection with the introduction of a technology for row harvesting of soy crops in Bulgarian agricultural production. For the past more than thirty years since the start of mass production of METAREM – AD, headers for soy crops HPS have passed a long path of development and improvement.

2. An analysis of the collaboration of TISEM - AD and METAREM - AD on the improvement of headers HPS

The multiple tests inland and abroad and widespread use in Bulgarian agricultural production have proved the effectiveness of row headers HPS in harvesting soy crops and other row crops planted at a spacing of 70 cm. The results of the tests and the recommendations given by the farmers and the implemented control

have shown that among the positive aspects there are certain doubts about the improvement of the design of headers HPS and about the improvement of their technological capabilities. From the information gathered it was clarified that by increasing the speed of the combine harvester more than 5 km/h, the cutting height of plants has significantly increased and there appeared some disturbances in the technological process, flowing in particular working sections.

The collaboration between TISEM - AD and METAREM - AD on the improvement of row headers HPS has started with the systematization of the determined shortcomings and grouping them according to the scope and their complexity. On this basis technical assignment has been defined and approved. Based on the technical assignment and the main and complex disadvantages, changes have been made to the existing technical proposal and the outcome is an adjusted technical proposal. In carrying out the next step the adjustments of the technical proposal reflect on the conceptual design. The process continues with changes at working section-level and ends with the changes of the smallest scope and complexity – construction item-level. The detailed design includes strength calculations and verifying the structural and functional linking only of the changed components at the different levels. All the changes reflected in the technical documentation. Based on the adjusted technical documentation, an improved experimental model has been produced and tested.



Fig. 1 Row header for harvesting soybeans HS

The preparation for production continues with completion of the technological equipment and later on with production, and testing of a zero series. Following the successful implementation of all stages of preparation for production, the mass production of new family of row headers for harvesting soy plantings HS by METAREM - AD is reached (Fig. 1). The new family of row headers HS has the

following advantages, compared to the basic family HPS: the number of simultaneously collected rows has been increased from six to eight; the working sections are driven in groups (in two) from intermediate shafts to which protective clutches are built; by a V-belt variable transmission the speed of the chain belt conveyors, the angular velocity of the disc cutter of the working sections and the forwarded speed of the combine harvester have been synchronized [2].

Concerning the improvement of the working section the following changes have been made: the frame of the working section has been light-weighted; the cutter has been shifted forward and to the counter-knife a second cutting edge [3] has been designed; under the counter-knife an unit for deviation of stems has been placed, that directs by force the plants to the cutting zone; the range of copying the work section from 150 to 200 mm has been increased; by a cylindrical spring, mounted on the vertical shaft of the cutter, the minimum clearance of cutting is ensured; the backlash in the gears of the transmission of operation sections is variable adjusted; the working section is locked when the header harvests sunflower and corn.

3. A model (algorithm) for solving the engineering task for the improvement of an existing solution

The performed analysis of the collaboration between TISEM - AD and METAREM - AD in the improvement of row headers for harvesting of soy plantings HPS is the basis of the proposed model (algorithm) for solving the engineering task for the improvement of the existing (turnkey) solution (Fig. 2). The model is presented as a solved task on the basis of the previously created generalized model for the design of technical systems obtained by combining (superimposition) of the models (algorithms) for solving the four basic design problems. The generalized model itself is a part of the developed models for the presentation of the hierarchical comparability between the life cycle of the technical system, the technical preparation for production, the engineering preparation of production and design, resulting from earlier studies [1, 5]. The steps that form the structure of the model (algorithm) for solving the engineering task for the improvement of the existing (turnkey) solution are highlighted in dark in Fig. 2.

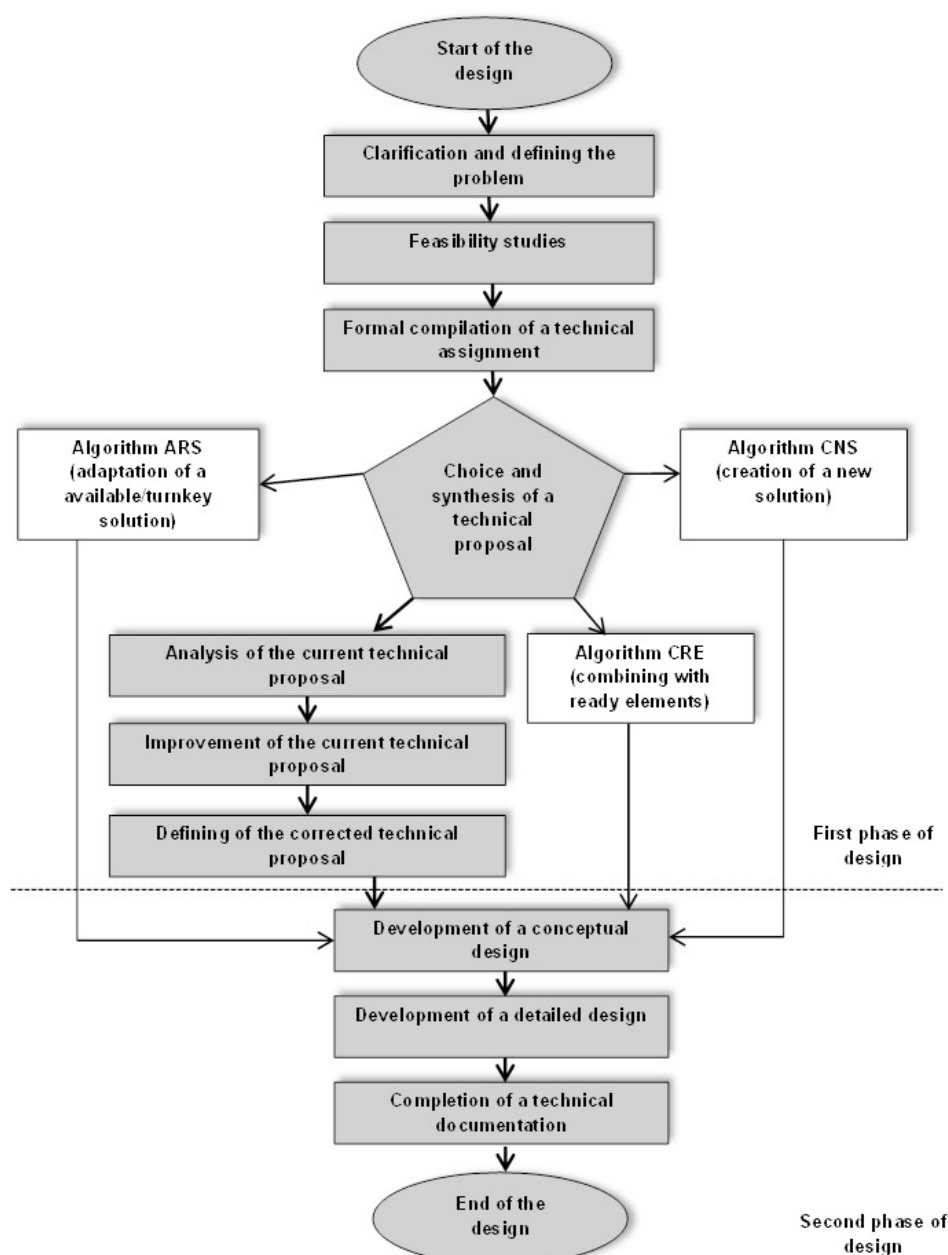


Fig. 2 A model (algorithm) for solving the engineering problem of adapting of an existing (turnkey) solution to work in new conditions

The design process begins with the implementation of the first three steps of the basic model - clarifying and defining the problem, conducting feasibility studies and preparation of the technical assignment. The specificity of the solved problem defines the different content of activities in this early stage of design. As revealed by the analysis performed, after justification of the need to improve headers HPS, the next step is to analyze the results of the tests carried out, the recommendations of the farmers and the information gathered by the implemented control. Then the identified disadvantages are systematized and grouped according to their scope and complexity. On this basis, the technical assignment has been drawn up and approved.

The specificity of the task for improvement of the existing (turnkey) solution is the basis for the variety in the selection or synthesis of the technical proposal. The corrected technical proposal is based on the following sequence of actions – the shortcomings from largest range and complexity are systemized, the existing technical proposal has been analyzed, the existing technical proposal has been improved and finally the corrected technical proposal is defined.

By reflecting the adjustments of the technical proposal in the preliminary (conceptual) design, a transition is made from the first phase (functional) to the second phase (object phase) of the design (Fig. 2). The detailed design is essentially a multiple solving the task of making changes with varying scope and complexity of the constituent parts at the different hierarchical levels. The analysis of the improvement process of headers for soy crops HPS shows that regardless to the scope and complexity of the changes, the problem is solved by the same methodology - the need for such alteration is justified, the current situation is analyzed, the desired change is performed and the change made are reflected in the technical documentation. From the analysis of the process of improving the headers it became also clear that to justify the changes needed, in some cases it was necessary to use research methods [2,3]. Strength tests and verification of structural and functional linkage are applied only to the changed parts. The design ends with a reflection of the changes in the technical documentation. Based on adjusted technical documents, the next step of preparation of production is performed.

4. Conclusion

Through analysis of the collaboration between TISEM - AD and METAREM - AD on the improvement of the headers HPS, are clarified the types of activities and the content of the work done. On this basis, a model (algorithm) for solving the engineering task for improvement of the existing solution, which covers all the activities of the design process, is proposed. The model is presented as a solved problem on the basis of a previously created generalized model for the design of technical systems obtained by combining (superimposition) of models (algorithms) for solving the four basic tasks of the engineering practice – an adaptation of existing (turnkey) solution for work in new conditions, an improvement of a turnkey solution, a combination with precast or creation of a new solution.

5. References

- [1] Angelov, B. , C. Haralanova S. Mateev . The preparation for production - the first stage of the life cycle of the new technical system. Mechanical Engineering and Mechanics, Varna, 2012, № 18.
- [2] Angelov, B. , S. Entchev . An improved working section to headers for soybeans HPS-4, 2 and HS-8/12. Agricultural Engineering, S., 1998, № 3.
- [3] Entchev , S., B. Angelov. Specialized Headers for Harvesting Soybeans HPS -4, 2 and HS-8/12 . Agricultural S., 1998 , № 3.
- [4] Angelov, B. S. Mateev. General model for the design of technical systems - a step towards convergence between theory and practice. (in print).
- [5] Angelov, B. About the Contents of Design Work in the Preparation Phase for the Production of New Technical System. International Conference MendelTech'2012, Brno, 2012.
- [6] Birkhofer, H. (Editor). The Future of Design Methodology. London, Springer, 2011.
- [7] Cross, N. Engineering design methods. Strategies for product design, Wiley, Great Britain, 2000.
- [8] Hubka V., WE. Eder. Design Science. London, Springer, 1996.
- [9] Koller R. Konstruktionslehre für den Maschinenbau. Berlin, Springer, 1985.
- [10] Pahl, G., W. Beitz, J. Feldhusen, KH. Grote. Engineering Design-A Systematic Approach. Berlin, Springer, 2007 .
- [11] Roth, K. Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Berlin, Springer, 1982.
- [12] Ullman, D.G. The Mechanical Design Process. McGraw Hill, 2002.

ХИМИЧНО И МИКРОБИОЛОГИЧНО ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ДИЗЕЛОВИТЕ ГОРИВА ИЗПОЛЗВАНИ В ЗЕМЕДЕЛСКАТА ТЕХНИКА

CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION OF DIESEL FUEL USED IN FARMING TECHNIQUES

Assoc. Prof. Vasil Stoyanov, PhD, University of Ruse, Bulgaria, E-mail: vas@uni-ruse.bg
Krasimir Tsonev, PhD, University of Ruse, Bulgaria, E-mail: krasitsonev@abv.bg

Abstract: Diesel fuels are unstable on storage. Instability is caused by chemical and microbiological processes. The chemical processes related to the formation of asphaltenes. Microbiological processes associated with the formation of molds, fungi, bacteria. They all cause damage to the engine, in particular in the food system. The article shows the check you of diesel fuels used agricultural machinery for the presence of chemical and microbiological contaminants.

KEYWORDS: DIESEL FUELS CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL, PROCESSES, MOLDS, FUNGI, BACTERIA

1. Въведение

Дизеловото гориво е минерално гориво предназначено за дизелови двигатели. То представлява сложна смес от хиляди отделни въглеводородни съединения с въглероден номер между 9 и 23 (номера на въглеродния атом n във въглеводородната молекула C_nH_{2n+2}). Голяма част от тези молекули са членове на нафтените, парафините или ароматичния клас на въглеводородите (НС). Дизеловото гориво варира по цвят от безцветно до кехлибарено или светло кафяво. Това зависи от изходната суровина – петрола използван в рафинерията. Може да бъде допълнително оцветен с цел данъчна идентификация и др. [1]. Важно е също да се разбере, че днес рафинериите се опитват да постигнат от процеса на рафиниране максимално количество от най-печелившите продукти, като използват най-евтин петрол, които могат да рафинират. Тези печеливши продукти или компоненти могат да бъдат произведени в големи количества, само чрез промяна на процесите на рафиниране и чрез използване на химикали и катализатори. Днешните технологии за рафиниране са много по различни. Рафинериите са намерили методи за получаване на много повече гориво от изходната суровина – петрола. Каталитичния, или хидро-химичен крекинг сега позволява на рафинериите да превърнат почти 90% от петрола в леки дестилати.

Еволюцията на технологиите за рафиниране на дизелови горива е показана обобщено на фиг. 1



фиг.1 Еволюцията на технологиите за рафиниране на дизелови горива

2. Изложение

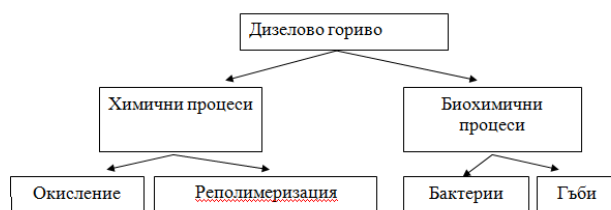
2.1. Причини и механизъм на разграждане на дизеловите горива. Повреждания и разрушения предизвикани от некачествено дизелово гориво.

Както беше отбелязано по-горе, заедно с положителните качества, като намалени вредни емисии, дизеловите горива имат и недостатъци. Основният им недостатък е, че бързо стареят при което променят качествата си.

Интересно е, че като пренебрегваме този недостатък, се опитваме машините да работят с гориво, което е далече от качествата на това предвидено/препоръчано от производителя. Днес 75 – 85% от причините за проблемите в хранителната система на дизеловите двигатели са от лошото качество и характеристики на горивото. Разлагането започва видимо да се забелязва след около 30 дни от произвеждането. [2]. Промените в качествата на произведените горива са предизвикани от протичането на химични и биологични процеси (фиг. 2)

Химични процеси: ниска окислителна и термична стабилност (окисление и реполимеризиране),

Биологични процеси: заразяване с микроорганизми (бактерии и плесени).



Фиг.2 Промените в качествата на произведените дизелови горива

Окислителната и термична стабилност на дизеловото гориво е свързана със състава на петрола и използваните днес технологии за рафиниране. Нестабилните горива се развалят или разграждат бързо причинявайки образуване на смолисти, лакови и въглеродни отложения, които могат да предизвикат или усилят проблемите с непълното изгаряне. (фиг.2)[3]. С влошаването на качеството, горивото започва да потъмнява, като се появява неприятна миризма и често предизвиква димене. Това е резултат от първия етап от образуване на горивни кълъстери. Те преминават през филтриращата система и попадат в горивната система. Пораждат по-големи проблеми когато нарастнат по размер. Не изгарят напълно и напускат изпускателната система във формата на дим. Проблемът се задълбочава, когато кълъстите поленят по филтрите и влошат пропускателната им способност.

Микроорганизмите (бактерии и плесени) в дизеловото гориво са друг проблем. Познати са повече от двадесет вида

микроорганизми, които замърсяват цистерните и резервоарите за гориво. Когато попаднат в горивото, те се удвояват на всеки двадесет минути и една единична спора може да произведе повече от 260 000 потомъка за шест часа. Няколко фактора помагат на разграждането на горивото- времето, температурните промени, външни замърсявания и доставяне на гориво с характеристики по-ниски от оптималното. Водата е идеалната среда за появата на бактерии и плесени, които водят до задръствания и проблеми с нормалната работа на горивната система и двигателя. Микроорганизмите в горивото се развиват на дъното на резервоара, на границата на горивото с водата.

Последиците от бактериално заразено гориво могат да бъдат: съкращаване живота на филтрите, влошаване на влагоотделяща способност на филтрите, износване на двигателите от неравномерно подаване на гориво, корозия в горивната система, корозия на горивните разпръсквачи, повреждане на измервателни уреди, корозия на резервоарите, висок разход на гориво, блокиране на клапани, повишено съдържание на вода, повреждане на детайлите от вода, повреда в двигателя (лошо смазване), здравни проблеми (Endotoxin получен от бактериите), повреда на двигателя (от незахранване с гориво), нехерметичност в помпи и разпръсквачи.

2.2. Предпоставки и начини за решаване на проблема.

Транспортни фирми, земеделски производители, корабособственици и много други, често държат дизелови горива в запас в цистерни. Трябва да знаят, че качеството на дизеловото гориво се променя непрекъснато. Правилното съхранение е много важно за бъдещото му използване.[4] Съхранението на горивото е жизненоважна дейност за да е свежо, чисто и с висока ефективност. Направени са инвестиции за резервоар, инсталиране и за гориво. Остава да се проумее, че е необходимо правилно поддържане и опазване на тази инвестиция.

Тестовите на горивото трябва да се извършват по възможност веднага след вземане на пробите, тъй като бактериите започват да загиват след излагане дневна светлина. Пробите са също чувствителни при промяна на околната температура. Първото място за замърсяване са филтрите и чашката за филтрите. Микроорганизмите засмукани от горивните резервоари се задържат във филтрите. Там те се размножават, като образуват лепкава слуз, отговорна за запушване на филтрите. Лепкавата кал върху филтрите, която може да мирише на ферментиране или развалено яйце е признак за микробиологично замърсяване.[5]

Всяка индикация за микробно замърсяване на филтрите и филтърните чашки изисква вземане на две проби от горивния резервоар. Едната е от средна дълбочина, а втората от дъното на резервоара. Утаява се горивото в стъклен буркан. Сравняват се визуално двете проби за разлика в цвета, прозрачност и концентрация на диспергирани частици. Разликите могат да бъдат предизвикани и от химични (небиологични) процеси. Но тъй като проверката във филтрите дава положителни индикации, твърде вероятно те да са от микробиологична активност.[6]

За по-голяма точност при определяне на качеството на дизеловото гориво се използва тест за откриване на бактерии, гъби и плесени в дизелово гориво.

Тестът се състои в потопяване на специална лента в горивото фиг.3. От едната страна тя е бяла и открива бактерии след 24-36 часа. Другата страна е светло кафява и открива плесени и гъби след 36-48 часа. Отсъствието на петна върху лентата е признак за отсъствие на замърсяване на горивото с плесени и гъби. Всяка друга реакция е признак за лоши новини- наличие на микробиологично замърсяване.[8]

Технологията на проверката включва: Изваждане лентата от чашката. НЕ СЕ ПИПА лентата защото ще се открият

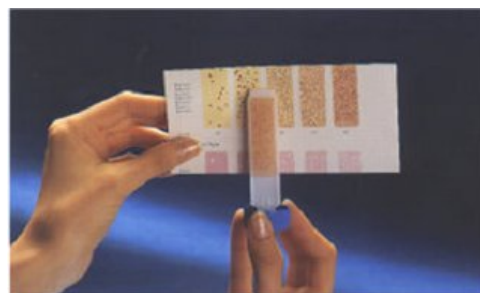
бактерии от пръстите.Потопява се лентата в горивото за около 15 секунди фиг.4. Горивото се взема от горивния филтър, водния сепаратор или дъното на резервоара (цистерната). Отцежда се излишното гориво и лентата се поставя отново в чашката. Поставя се чашката на тъмно за 24 часа. Проверява се лентата след 24,36,48 часа фиг.5 и фиг. 6.



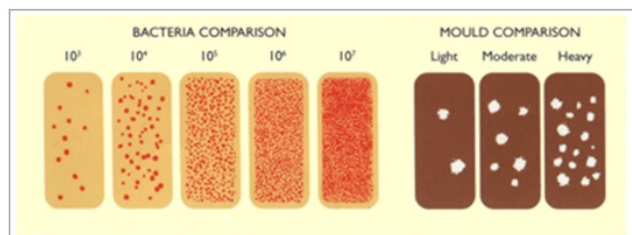
фиг.3 Лента за откриване на бактерии, плесени и гъби



фиг.4 Потопяване на лентата в гориво



фиг.5 Тест за откриване на бактерии, гъби и плесени в дизелово гориво



Фиг.6 Тест за откриване на бактерии, гъби и плесени в дизелово гориво

2.3 Резултати

Събраната и анализирана информация, свързана с проблемите засягащи химичното и биологично деградиране на дизеловите горива е използвана за оценка на дизелови горива, употребявани в наши транспортни фирми и земеделски кооперации. В изследването са включени три проби: на свежо гориво от бензиноколонка, гориво от цистерна за съхранение гориво и от резервоар на комбайн и.

Изследването е извършено по описана по-горе методика. След 72 часа е извършена проверка за промяна на състоянието им. фиг.7, 8 и 9.



фиг.7 Състояние на теста за microbiологично замърсяване на свежото гориво от бензиноколонка



фиг.8 Състояние на теста за microbiологично замърсяване на горивото от цистерна за съхранение на гориво. Наличие на бактериално(червените петна)от едната страна на теста.



фиг.9 Състояние на теста за microbiологично замърсяване на горивото от цистерна за съхранение на гориво. Наличие на гъбично/плесенно замърсяване от другата страна.

При него има както химично замърсяване, така и microbiологично. Червените петна от едната страна са показател за бактериално замърсяване. От другата страна се вижда черно, мъхесто образувание, което е плесен. Бялото кръгло образувание е гъба. От препоръките в литературното проучване, подобно гориво е неподходящо за употреба в съвременните двигатели.

За да се установи каква е степента на деградиране на горивото и какви са опасностите от корозионни повреди в горивната система, беше изследвано киселинното число (TAN) на всяка от пробите. Това изследване оценява наличието и количеството на органични киселини в горивото получени от химичните и microbiологични процеси и е ключов фактор за оценка на степента на поражение. Оценява се с количеството калиева основа необходима да неутрализира киселините. Допустимият праг на киселинното число по ASTM е: 0.3 mgKOH/g [5]. За нашите стандарти е 0.50 mgKOH/g (за биодизелово гориво – държавен вестник 76 от 2007 година) Изследването е извършено в химическа лаборатория на РУ А. Кънчев Русе по БДС 1752-84:

1. Дизелово гориво от бензиноколонка- 0.07 mgKOH/g
2. Дизелово гориво от цистерна за съхранение на гориво, среден слой- $H_k = 2.20 \text{ mgKOH/g}$
3. Дизелово гориво от. комбайн на кооперация с. Айдемир- $H_k = 1.91 \text{ mgKOH/g}$

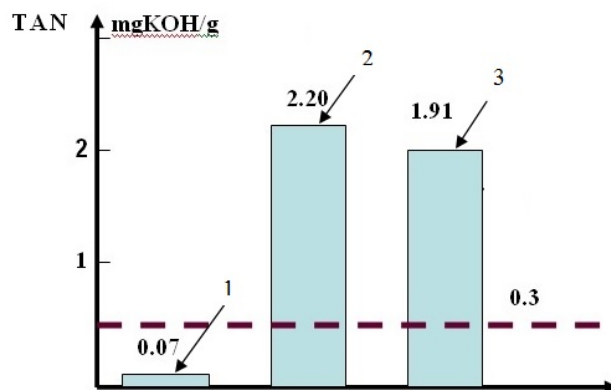
Вижда се, че горивата от цистерната за съхранение и това на земеделската кооперация са повече от четири пъти над допустимата норма. Използването на горивото крие висок риск от електрохимична корозия по прецизните елементи на горивната система.

За да се провери окислителната стабилност (склонност към образуване на органични киселини) на свежото гориво от бензиностанцията е използван термичен тест при 115°C за 16 часа [6]. След това е определено киселинното число и е

сравнено с изходното. Нарастването на киселинното число повече от 0.12 mgKOH/g е недопустимо.

Киселинно число на дизелово гориво от бензиноколонка загрявано при 115°C за 16 часа - е $H_k = 0.07 \text{ mgKOH/g}$. Тази стойност съпада с изходната стойност - $H_k = 0.07 \text{ mgKOH/g}$. След загряване 16 часа, количеството на органичните киселини остава непроменено. Полученият резултат показва високата окислителна стабилност на свежото гориво.

Резултатите от изследванията на киселинните числа са обобщени и показани на фиг.7



Фиг.7 Киселинни числа на проби от дизелово гориво

1-бензиноколонка; 2-цистерна за съхранение; 3-резервоар комбайн

3.3. Заключение

От получените резултати от извършеното литературно проучване и проведените експериментални изследвания могат да се направят следните изводи:

3.1 След напускане на рафинериите за производство, дизеловото гориво започва да старее, да променя параметрите си. Причината е в протичащите химични и microbiологични процеси на разграждане.

3.2. Степента на разграждане на горивото зависи от условията на съхранение: попадане на вода, степен на загряване, продължителност на съхранение, замърсяване с бактерии, гъби и плесени и др.

3.3. Наложителен е периодичен експресен контрол за промени в качеството на горивата, особено ако са съхранявани дълго време (повече от 3 месеца).

4. Използвана литература

- [1] (<http://www.mydieseldoctor.com/FAQ.html>)
- [2] (<http://fuelschool.blogspot.com/2009/02/root-cause-failure-analysis.html>)
- [3] (<http://dieselfueldoctor.com/cause.html>)
- [4] (http://www.ehow.com/facts_7577563_long-diesel-fuel-sit-tank.html)
- [5] (<http://www.fuelquality.co.uk/fuel-sampling-testing>)
- [6] (<http://http.biodeterioration-control.com/A%20Look%20Back%20%20Knowing%20When%20You%20Have%20Microbial%20Contamination%20NPN%20OCT94.pdf>)
- [7] (<http://www.biodiesel-kits-online.com/diesel-test.html>)
- [8] (<http://papers.sae.org/2006-01-3303/>)

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОЦЕСА НА РАЗДЕЛЯНЕ НА ЗЪРНИ СМЕСИ ПО ПОВЪРХНОСТТА НА МЕХАНИЧНИ СЕПАРАТОРИ – II ЧАСТ

Красимир Братоев
Русенски университет, Русе, България

Резюме: Ситата, като механични сепаратори са основно средство за разделяне по размери на зърнени смеси, които подлежат на почистване или сортиране. Обикновено се използват сита с плоска работна повърхнина и колебателно движение. Независимо от конструкцията им обаче процеса на разделяне има вероятностен характер и по дължина на сепариращите органи се описва най-точно с експоненциална зависимост.

Сепариращата способност, респ. качеството на работа на механичните сепаратори се характеризират съответно от коефициента на сепарация (μ_X) и пълнотата (ефекта) на разделяне (β). Всяка от тези характеристики зависи от множество фактори, но е установено, че най-силно се влияят от дължината на сепариращия орган. По своята същност коефициентът μ_X изразява вероятността за пресяване на една отделна зърнена частица през участък с дължина единица. Промяната в коефициента на сепарация при сепаратори с равни работни площи не е задължително да води до промяна в качеството им на работа. Това може да се обясни с факта, че при равни други условия на работа промяната на дължината не променя площта им, а това означава постоянно специфичното натоварване и съответно еднакъв ефект на разделяне. От тази гледна точка следва коефициента на сепарация и ефекта на разделяне да бъдат обосновавани на база на конструктивните параметри на сепаратора, от които зависи неговата работна площ.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: ПЛОСКИ СИТА, ПРОЦЕС НА СЕПАРАЦИЯ, КОЕФИЦИЕНТ НА СЕПАРАЦИЯ, ЕФЕКТ НА РАЗДЕЛЯНЕ, ЗАГУБИ НА ЗЪРНО

Въведение

Процесът на разделяне (пресяване) на зърното от механичните сепаратори се определя преди всичко от вероятността на пресяване на зърното през пространствената решетка на зърнения слой и тази на плоската решетка на сепаратора.

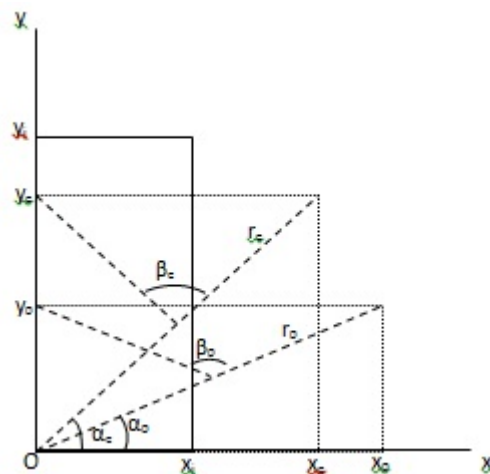
Поради влиянието на голям брой фактори върху разделянето на зърнени смеси, физическата същност на този процес може да се основава на теорията на вероятностите. Така задачата се заключава не в изучаване на индивидуалните движения на зърната, а в изучаването на закономерностите, които възникват в съвкупност от голям брой движещи се в слоя зърна.

Вероятността за пресяване на зърната движещи се по повърхността на механичен сепаратор има доказано експоненциален характер и се представя с коефициента на сепарация. Този коефициент е в основата на известната от редица изследвания зависимост, описваща процеса на разделяне при механичните сепаратори [1,4,5,6,7].

Решение на проучения проблем

Работата на механичните сепаратори се характеризира основно със загубите на зърно при максимална производителност. Установено е, че в условия на постоянно специфично натоварване по площ, сепараторът с по-голяма пресевна площ ще е и по-производителен. С най-голяма пресевна площ сред сепаратори с равни диагонали ще е този с форма на квадрат. Препоръчително е използването на сепаратор с такава форма, а размерите му да се приемат за оптимални, относно качествено протичане на процеса на разделяне на зърнените смеси [2].

В процеса на пресяване придвижването на зърнения материал до края на сепаратора е под формата на слой, покриващ цялата му работна повърхнина. Теоретично допустимо е да се очаква, че загубите на зърно ще са едни и същи, независимо дали са определени с коефициента на сепарация по дължина $??(x)$ или с коефициента на сепарация по площ $??(xy)$ на сепаратора. За доказване на това съждение е използван подход, при който са съпоставени две плоски сита с различна форма на работната повърхнина, работещи при еднакви условия. Едното е с правоъгълна форма и размери x_0 и y_0 , а другото е с квадратна форма и размери x_e и y_e (фиг.1).



Фиг.1. Форми на работна повърхност при плоско сито

При определени начални условия на работа основното уравнение на процеса на пресяване по дължина на правоъгълното сито има вида:

$$z_0 = a \cdot e^{-??(x)_0 \cdot x_0}, \quad (1)$$

където $??(x)_0$ е коефициентът на сепарация по дължина на правоъгълното сито, m^{-1} ;
 x_0 – дължина на ситото, m .

Идентична структура има основното уравнение на процеса на пресяване, представен чрез коефициента на сепарация по площ [2]. За квадратното сито с размери x_e и y_e , изразът (1) получава вида:

$$z_e = a \cdot e^{-??(xy)_e \cdot r_e} \quad (2)$$

където $??(xy)_e$ е коефициентът на сепарация по площ на квадратното сито, m^{-1} ;
 r_e – диагонален на ситото, m .

Ако при равни условия (технологични и кинематични), ситата реализират еднакви загуби на зърно, то от това следва, че може да се търси подобие в работата им [3]. В случая за критерий на подобие се използват относителните загуби на зърно:

$$??_1 = \frac{z}{a} = idem, \quad (3)$$

от чийто индикатор на подобие-

$$\Delta_1 = e^{-\mu_c \cdot l_c} = 1, \quad (4)$$

където $??_c$ е отношение на коефициентите на сепарация на двете сита, а l_c е отношение на линейните им размери - дължина и диагонал. От тях произлиза и равенството:

$$??(x)_0 \cdot x_0 = ??(xy)_e \cdot r_e \quad (5)$$

За двете страни на този израз е в сила критерий на подобие от вида:

$$??_2 = ?? \cdot l = idem \quad (6)$$

с индикатор на подобие:

$$\Delta_2 = \mu_c \cdot l_c = 1 \quad (7)$$

Следователно за дясната част на равенство (5) ще важи израз:

$$??(xy)_0 \cdot r_0 = ??(xy)_e \cdot r_e, \quad (8)$$

където $??(xy)_0$ е коефициентът на сепарация по площ на правоъгълното сито, m^{-1} ; r_0 - диагоналят на правоъгълното сито, m .

След представяне на диагонала r_0 чрез лицето на работната повърхнина на правоъгълното сито, то за връзката между неговите коефициенти на сепарация (по дължина и по площ) се получава израз, чийто общ вид е:

$$??(x)_0 \cdot x_0 = ??(xy)_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot S_0}{\sin ??_0}}, \quad (9)$$

където $??_0$ е ъгълът, заключен между диагоналите на правоъгълното сито. Този израз след извършване на преобразувания добива вида:

$$\mu(x)_0 = \mu(xy)_0 \cdot \sqrt{1 + tg^2(\alpha_0)}, \quad (10)$$

където α_0 е ъгълът заключен между диагонала r_0 и дължината на ситото x_0 . Принадлежи на интервала -

$$\alpha_0 \in \left(0 \div \frac{\pi}{2}\right).$$

От израз (10) е видно, че за целия интервал на изменение на ъгъл α_0 коефициентът $??(xy)_0$ ще има по-малка стойност от коефициента $??(x)_0$.

След прилагане на критерия на подобие $??_2$ за лявата част на израз (5) и извършване на преобразувания, аналогични на тези за правоъгълното сито се стига до зависимост от вида (10), но за квадратното сито:

$$\mu(x)_e = \mu(xy)_e \cdot \sqrt{1 + tg^2(\alpha_e)}, \quad (11)$$

където $??(x)_e$ е коефициентът на сепарация по дължина на квадратното сито, m^{-1} ;

α_e - ъгълът между диагонала на ситото и неговата дължина, 0 .

При равни диагонали на двете сита за отношението между работните им площи ще важи израз:

$$\frac{S_0}{S_e} = \frac{\frac{r_0^2 \cdot \sin ??_0}{2}}{\frac{r_e^2 \cdot \sin ??_e}{2}} = \frac{\sin ??_0}{\sin ??_e}, \quad (12)$$

където β_e е ъгълът, заключен между диагоналите на квадратното сито, .

От допускането, че двете сита работят с еднакво натоварване следва, че реципрочната стойност на израз (12) ще представлява отношението на специфичното им натоварване по площ:

$$\frac{q_{F0}}{q_{Fe}} = \frac{\sin ??_e}{\sin ??_0}, \quad (13)$$

където q_{F0} и q_{Fe} са специфичните натоварвания по площ, съответно на правоъгълното и квадратното сито, $kg/s \cdot m^2$.

Развивайки левите части на това равенство се получава:

$$\frac{??_0 \cdot V_0 \cdot h_0 \cdot y_0 \cdot x_e \cdot y_e}{??_e \cdot V_e \cdot h_e \cdot y_e \cdot x_0 \cdot y_0} = \frac{\sin ??_e}{\sin ??_0}, \quad (14)$$

където $??_0$ (ρ_e) е плътността на зърнения материал, намиращ се върху

правоъгълното (квадратното) сито, kg/m^3 ;

V_0 (V_e) - скоростта на придвижване на материала по правоъгълното (квадратното) сито, m/s ;

h_0 (h_e) - височина на зърнения слой върху правоъгълното (квадратното) сито, m ;

x_0 (x_e) - дължина на правоъгълното (квадратното) сито, m ;

y_0 (y_e) - широчината на правоъгълното (квадратното) сито, m .

Тъй като двете сита работят при равни условия, то окончателният вид на израз (14) се получава:

$$\frac{h_0 \cdot x_e}{h_e \cdot x_0} = \frac{\sin ??_e}{\sin ??_0} \quad (15)$$

Този израз показва как се променя височината на зърнения слой с промяна на работната площ на ситата, респективно с промяна на специфичното им натоварване. Ясно е, че с намаляване на специфичното натоварване, намалява и височината на слоя върху сепаратора. Тази взаимовръзка може да се използва в познатият от литературата [3] критерий на подобие от вида:

$$??_3 = ??(x) \cdot h = idem \quad (16)$$

с индикатор на подобие:

$$\Delta_3 = \frac{\mu(x)_0 \cdot h_0}{\mu(x)_e \cdot h_e} = 1 \quad (17)$$

След заместване с израз (15) в индикатора на подобие Δ_3 може да се изведе връзката между коефициентите на сепарация по дължина на двата сепаратора, работещи при еднакво натоварване, но с различни по форма работни площи:

$$\frac{??(x)_0 \cdot x_0 \cdot \sin ??_e}{x_e \cdot \sin ??_0} = ??(x)_e \quad (18)$$

Замествайки с това равенство в (11) се получава израз:

$$\frac{\mu(x)_0 \cdot x_0 \cdot \sin \beta_e}{x_e \cdot \sin \beta_0} = \mu(xy)_e \cdot \sqrt{1 + tg^2(\alpha_e)} \quad (19)$$

Тъй като при квадратното сито ъгъл $??_e = \frac{\pi}{2}$, а ъгъл

$\alpha_e = \frac{\pi}{4}$, окончателния вид на израз (19) става:

$$\frac{??(x)_0 \cdot x_0}{x_e \cdot \sin ??_0} = ??(xy)_e \cdot \sqrt{2} \quad (20)$$

Анализът на изведените зависимости от вида (10), (11) и (19) показва, че при еднакви работни условия, промяната във формата на работната площ на сепараторите води до повишаване на стойностите на двата коефициента на сепарация ($??(x) ?? ??(xy)$). Тази тенденция обаче се запазва до момента в който правоъгълното сито с размери x_0 и y_0 се трансформира в квадратно сито с размери x_e и y_e . Ако правоъгълно сито бъде приведено към друго такова със същият диагонал, но с дължина (x_i) по-малка от широчината му (y_i) (фиг.1), то споменатата вече тенденция ще се запази само по отношение на коефициента на сепарация по дължина, докато коефициента на сепарация по площ ще намалява. От това следва, че при еднакви условия на работа най - малки загуби на зърно ще се получат при плоското сито с квадратна форма на работната повърхнина, което се дължи на по-големият му коефициент на сепарация по площ и увеличената му работна площ.

Изразът (20) дава възможност коефициента на сепарация по дължина на едно правоъгълно сито да бъде приведен към коефициента на сепарация по площ на квадратно сито с диагонал, равен на този на правоъгълното сито. Това показва, че чрез промяна на формата и геометричните размери на ситото може да се повиши качеството на работа на такъв тип механичен сепаратор.

В случаите, когато трябва да се определят загубите на зърно при работата на ротационни механични сепаратори е подходящо да бъде използван израз от вида (2), където движението на зърнения поток е по винтова линия, която може да се приведе към диагонала на разгънатата им работна повърхнина.

Препоръчително е когато трябва да се определят загубите на зърно при работа на сепаратори с плоска работна повърхнина да се използва израз от вида (2), в който диагонала на ситото е представен чрез неговата площ.

Заклучение

Качеството на работа на всички видове механични сепаратори зависи силно от техните геометрични размери. Общо прието е правилото, че промяната на дължината на сепаратора играе важна роля по отношение на сепариращата му способност. Доказано силното влияние на дължината обаче не трябва да се разглежда независимо от работната площ на сепаратора. Това заключение произлиза от анализа на зависимостта (11). Съгласно нея разглеждайки самостоятелно едно плоско сито, връзката между коефициента на сепарация по дължина и коефициента на сепарация по площ на ситото, представлява функция от ъгъла α_e . Стойностите на този ъгъл зависят от съотношението между дължината и широчината на ситото, респективно от формата на работната площ на сепаратора. Въпреки, че от критерия на подобие π_1 следват едни и същи загуби на зърно, то трансформирането на израз (11) до вида (19) показва, че при дадени условия на работа опитната вероятност за пресяване на зърното по площ е най-голяма за сито с квадратна форма. Също така изразът (19) дава възможност коефициента на сепарация по дължина на едно сито да бъде приведен към тази най-голяма опитна вероятност за пресяване по площ.

При плоски сита с равни диагонали, тенденцията е с нарастване на ъгъла α_e да нарастват стойностите на коефициента на сепарация по дължина, докато за коефициента на сепарация по площ това нарастване продължава до достигане на стойност $\frac{??}{4}$. След тази стойност на ъгъла α_e , коефициента на сепарация по площ на ситото намалява. Това в съчетание с най-голямата площ, която при равни диагонали е при квадратното сито, води до получаване на най-малки загуби на зърно при равни други условия между ситата.

Направените заключения относно връзката между коефициентите на сепарация по дължина и площ на механичните сепаратори, както и протичането на процеса на разделяне на зърнени смеси по повърхността на механичните сепаратори, следва да бъдат проверени и експериментално.

Литература

1. Братоев К.П. Изследване на процеса на калибриране на семена от хибридна царевица. Автореферат на дисертация, Русе, 2005
2. Братоев К.П. Study of the grain mixtures separation process by using of surface mechanical separators – part I. Механизация на земеделието, №1, 2014, с.16-18.
3. Георгиев И.Н. Основи на подобие и моделирането на селскостопанската техника. Земиздат, София, 1973.
4. Митков, А.Л. Изследване работата на нов вид центробежно – осов сламосепаратор. Автореферат на кнд.дисертация, Русе, 1970
5. Митков А.Л., К. Братоев. Изследване процеса на сепариране по дължина на плоски колебаещи се сита. Селскостопанска техника, 2005, брой №1
6. Непомнящий, Е. А. Кинетика сепарирования зерновых смесей. М., Колос, 1982
7. Petre I. Miu, Heinz-Dieter Kutzbach. Modeling and simulation of grain threshing and separation in threshing units—Part I. Computers and Electronics in agriculture, vol. 60, 2008, p. 96–104.

ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКС МАШИНИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЛУКОВИЦИ

TECHNOLOGY AND COMPLECS MACHINES FOR FLOWER BULBS PRODUCTION

Георги Митев
Русенски Университет „Ангел Кънчев”, Русе, България

Georgi Mitev
“Angel Kanchev” Ruse university, Bulgaria

gmittev@uni-ruse.bg

Abstract:

Производството на луковичи от цветни култури е един от най-динамичните сектори в областта на специфичните системи за земеделско производство. Поради интензивният им характер се наблюдава бърза промяна в условията за отглеждане, като тенденцията е те да се променят по-бързо в сравнение с останалите традиционни за българското земеделие култури. За да се приложи специализирана система за земеделско производство трябва да са налице следните по-важни условия: - наличие на висококвалифицирани специалисти, запознати със специфичните биологични и физиологични особености на цветните култури, с технологиите на отглеждане, прибиране, съхранение и ускорено производство на цвят; - наличие на универсални и тясно специализирани машини и оборудване; - наличие на условия за размножаване и съхранение, вкл. лабораторна база и закрити производствени площи.

Production of bulbs from flower crops is one of the most dynamic sectors in specific farming systems. Due to their intensive nature, a rapid change in growing conditions, as they tend to change more quickly than other traditional Bulgarian agricultural crops. To implement specialized farming systems the following important conditions must be available: - the availability of highly specialized staff, familiar with specific biological and physiological characteristics of flower crops, with growing technologies, harvesting, storage and accelerated production of flowers; - the existence of universal and specialized machines and equipment; - an environment of propagation and storage, incl. laboratory facilities and outdoor production areas.

Key words: *specific agricultural production systems, machines, flowerbulb production; basic technological processes, fertilizing, soil tillage, drilling, harvesting*

Въведение

При проектиране на оборудване и техника за производство на луковичи и цветя трябва да се изхожда от презумцията, че те са биологични обекти и изискват както внимателна обработка, без повреди и травмирования, така и тази обработка да се извърши в точно определен период от време, което ще доведе до минимални загуби. Луковиците, клубените и грудките от почти всички видове и сортове изискват добре дренирана и аерирана почва [2]. Изборът на подходяща почва се явява най-критичният показател в технологията за отглеждане [1]. По-вечето от цветните видове изискват да се поддържа постоянна влажност на почвата през целия производствен сезон, но те не могат да се отглеждат успешно при лошо дренирани и аерирани почви. Това води до нападение от редица заболявания като най-сериозно е нападението от *Pythium* [16, 19, 31]. Прибирането, сортирането и съхранението са също важни процеси, изискващи сериозно внимание.

Основни технологични процеси и средства за механизирането им

Първото и най-важно условие за отглеждане на луковични култури за луковичи и рязан цвят е изборът на почвен тип. Той може да повлияе както върху размера на отгледаните луковичи, така и на начина им на прибиране и на способностите им да преодоляват критични условия, каквито са особено ниските температури през зимните месеци [25, 26].

Второто условие провеждане на всички технологични процеси, вкл. контрол и борба срещу нападенията от болести и неприятели I прилагане на специализирано сеитбообръщение [4, 33, 34]. В него не трябва да участват картофите тъй имат общ икономически важен неприятел – нематодите.

Някои сортовете на зюмбюла и лалето показват най-добър потенциал на растеж и се отглеждат най-добре в пясъчливи почви, докато други предпочитат глинести почви. Въпреки че има и изключения, то може да се твърди че повечето от цветните луковични видове предпочитат рН на почвата между 6-7. Много високи или много ниски стойности на рН водят до т.н. “погаряне” на корените.

Луковиците трябва да могат лесно да се разпознават и отделят от почвата. Напоследък типът на използваната почва има и пазарен ефект, поради прякото и влияние върху външния вид и украската на туниката. Лалето е най-добрият пример в това отношение.

Таблица 1. Схемa на сеитбооборота по години

Години	Обработваема площ (полета)			
	I	II	III	IV
1	Зимни житни	Луковични цветя	Зеленчукови култури	Окопни култури
2	Луковични цветя	Зеленчукови култури	Окопни култури	Зимни житни
3	Зеленчукови култури	Окопни култури	Зимни житни	Луковични цветя
4	Окопни култури	Зимни житни	Луковични цветя	Зеленчукови култури

Местото на цветните луковични култури в сеитбообръщението определя до голяма степен и подбора на системата от машини за обработка на почвата. [3, 5, 6]. Известно е, че най-добри предшественици на луковичните култури са есенниците – пшеница и ечемик. Основните им предимства са, че се прибират рано и оставят обработваемата площ чиста от плевели и растителни остатъци. С най-голям ефект се използват три и четириполните сеитбообръщения, като площите се редуват със зърнени и зеленчукови култури. (Таблица 1).

Изхождайки от предпоставките за екологосъобразно производство са насочени и следните препоръки, а именно:

- При редукване на културите – за райони и ферми с интензивни зеленчукови култури, цветни култури могат да се отглеждат всяка година след моркови и лук;
- За райони и ферми със слабо развити зеленчукови култури – могат да се отглеждат 2 последователни години цветни култури, моркови, фуражни треви и др.;
- За райони и ферми със зеленчукови и зърнени култури, пшеница (ечемик), моркови, фуражни треви или друга зърнена култура (соя, царевича), лале.

1. Основно торене

Основното торене е с минерални торове. Въпреки някои твърдения, цветните култури не понасят добре торенето с органични торове. То се прилага само на силно пясъчливи почви с цел повишаване съдържанието на органично вещество [12]. От изкуствените се предпочитат калиевите и фосфорните в дози от 15 до 25 kg/dka. Желателно е те да са гранулирани. То може да се извърши с наличните торовнасящи машини. Освен тези торовнасящи машини, които не са прецизни в равномерността на разпръскване върху повърхността на почвата, което е предопределено от принципа им на работа, то в цветопроизводството трябва да намерят приложение торосейлки, работещи на пневматичен принцип с отклонение от зададената норма до 10% и разномерност на разпръскване – не по-малка от 92-94%.

2. Основна обработка на почвата

Първата технологична операция от процеса основна обработка на почвата е подметката на стърнището. Извършва се с масово разпространените люцилници и дискови брани БД-10 и БДТ-7, агрегирани с трактори от клас 2 и 3 t. При маломерни площи се използва и дискова брана БДТП-2.0.

Основната обработка се извършва в периода 20 юни – 15 август при предшественик житни култури или най-късно до 15 септември при други предшественици с плугове ПП 4 х 40, ПН – 3 х 35 на дълбочина до 0.35 m. Тъй като за условията на РБългария цветните култури трябва да се отглеждат на поливни площи, то за предпочитане е дълбоката оран да се извършва с обръщателни плугове за получаване на изорано поле без гребени и разори [8].

2.1. Лехообразуване

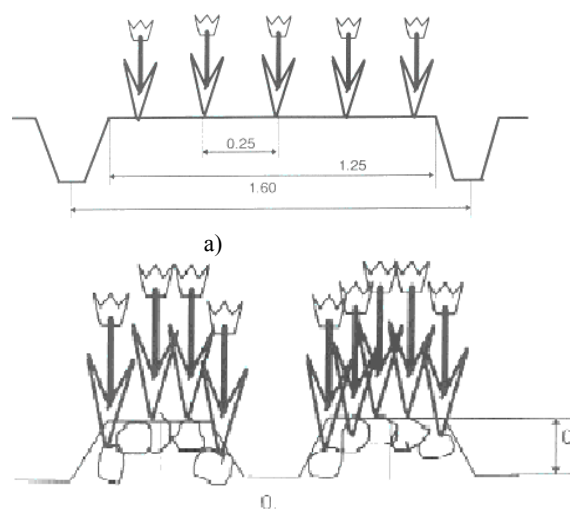
Лехообразуването е специфичен проблем при отглеждане на луковичните растения. Сходството с промишленото зеленчукопроизводство се основава на факта, че и в двете направления е заложен леховият начин на отглеждане на културите. Стандартната ширина на лехите е 1.5 и 2.0 m, [13]. Последният размер се основава на изискването за по-пълноценно използване на земята, но за целта е наложително да се използва специален лехообразувател. Системата машини, внедрена в РБългария за лехообразуване се състои от три машини – браздооформител, машина за профилиране на лехите и лехообразувател. Основните работни органи са четири браздача и три ротационни фрези.

При оформянето на лехите за засаждане на луковичите, за предпочитане е единичното оформяне на леховата

повърхност, като профилът на браздите и лехата е по схемата 40 х 160 х 40 cm или 40 х 120 х 40 cm, (фигура 1a).

Агрегирането на лехообразувателя се извършва с трактори от клас 1.4 и 2.0 t при регулируемо междуколесно разстояние. Критериите за оценка на лехообразуването при производството на луковични цветя са твърде специфични и трудно могат да бъдат постигнати с известните машини, използвани в зеленчукопроизводството.

Поради наложилите се традиции в производството на цветя в Холандия и последвалото монокултурно отглеждане с неговите отрицателни страни се налага прилагане на една специфична операция - подмяна на горния почвен слой с този, който се намира под него, [17]. Това е възможно, тъй като почвите са пясъчливи и леки и съставът им до 0.5 m е еднакъв. В миналото това се е извършвало чрез натрупване на почвата във вид на тирове а срещу него на около 5 m. разстояние се натрупва долният почвен слой, като след това те се разстилат. Сега тази тежка и изключително трудоемка операция се извършва механизирано. За условията на Р България, това не се налага, поради извършващото се сеитбообръщение и наличие на достатъчно незамярсени с пестициди почви.



б)

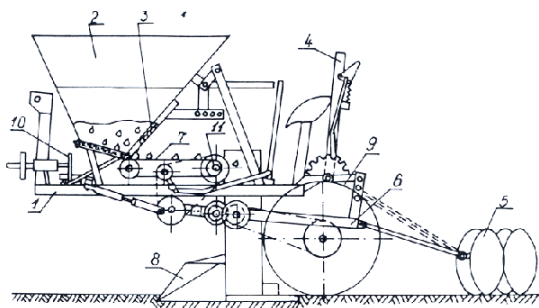
Фигура 1. Използвани начини за засаждане на луковичите: а – лехова; б – редова

Уплътняването на почвата е проблем, който влияе отрицателно върху растежа и развитието на растенията и използването на продълбочители е наложително.

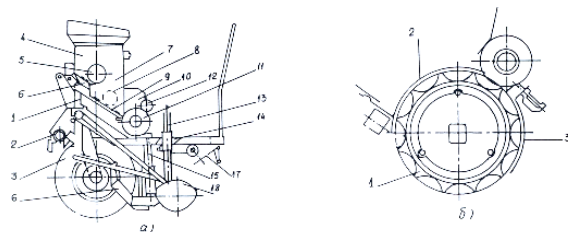
3. Садене

Време, дълбочина и гъстота на засаждане. Тъй като луковичите имат различна устойчивост на влиянието на климатичните фактори, то точното време на засаждане варира в широк диапазон в зависимост от вида и сорта. Някои от тях се засаждат през есента, докато други - през пролетта [7, 9]. Гъстотата им също е променлива величина и зависи от размера на луковичите, поредния номер на годината в която се отглеждат и от системата на засаждане – на лехи или на редове. Точното определяне на нормата на засаждане трябва да стане за всеки вид и сорт в зависимост от горепосочените обстоятелства. Специализирани машини за садене, (фиг 2.).

Като технологична операция, засаждането на луковичите в полски условия трябва да се извършва в периода от 20 септември до 15 октомври за 3-4 работни дни. В зависимост от вида и сорта, тази операция може да се приложи и в началото на м. ноември, ако се изискват по-ниски температури при засаждането. Известни са немалко приспособления към машините за садене.



Фиг. 2. Схема на машина за редово засаждане на луковичи
1 – основна рама; 2 – бункер; 3 – шибър; 4 – механизъм за регулиране дълбочината на засаждане; 5 – дискови загърлячи; 6 – допълнителна рама; 7 – садачен апарат с дозиращи вибратори; 8 – браздачи; 9 – опорно-задвижващи колела; 10 – механизъм за задвижване на садачния апарат.



Фиг. 3 Машина за садене на луковичи МСЛ – 15/18

а – общ вид; 1 – рама; 2 – полуавтоматична триточкова система; 3 – опорни задвижващи колела; 4 – бункер за луковичите; 5 – дискови бъркалки; 6 – отвори в дъното на бункера; 7 – шибър; 8 – четиристепенен зъбно-верижен механизъм; 9 – наклонено дъно; 10 – хранящо корито; 11 – садачни апарати; 12 – въртящи се четки; 13 – подпори; 14 – работна площадка за работника; 15 – лукопровод; 16 – ботуши; 17 – пружинно-лостов механизъм за регулиране на ботушите; 18 – слеодообразуватели, б – садачен апарат на машина МСЛ-15/18; 1 – диск; 2 – предпазител към бункера; 3 – направляващ улей.

На фиг. 3. (а,б) е показана машина за садене на луковичи, работеща на леховия принцип. Със садачната машина могат да се садят луковичи и клубенолуковичи на цветя, апражик, чесън, жълтъд и други, които са почистени от странични примеси и разделени на групи, съгласно изискванията на БДС. Агрегатира се с трактор от клас 0.9 и 1.4 t. Машината е трисекционна, но при необходимост може да се преустрои и на една секция.

Садачните апарати са изработени от пластмасови дискове с алвиоли за изсяване на луковичите, удовлетворяващи следните размери: от 9 до 15 mm; от 15 до 22 mm и от 22 до 35 mm.

Съществен елемент в технологията за производство на луковичи (и нов за условията на РБългария) е поставянето на мулчиращ слой върху повърхността на почвата след засаждане. При засаждане на площи, където се очакват ниски температури и замръзвания, площите се покриват със слама след засаждането. В Холандия, площите засадени с луковичи от зюмбюл се покриват със слама. Тази технологична операция трябва да се прилага и в условията на РБългария. Има разработени конструкции машини за тази цел, но при добре наситнена слама може успешно да се използва варианта, при който тя се разхвърля с ремарке за оборски тор. За райони със силно изразена ветрова ерозия, се налага допълнителна обработка чрез преминаване по повърхността на полето с машини с притъпени дискови работни органи с цел вкарване на една част от сламата в почвата (около 30 %), която да се задържи там и да не се изнася от силния вятър. Тази операция би изиграла много голяма роля за условията на РБългария от гледна точка на запазване на влагата в почвата през пролетните месеци

(март, април, май), поддържане на равномерна температура и предпазване от развитие на плевели.

4. Растителна защита

Както при всички останали култури, така и при цветните се използват хербициди за контрол на плевелите. Точното им приложение зависи от правилата за приложение и е различно за отделните страни [18].

Ако в площите се открият унищожителни за цветните култури плевели (като коренични, трескот и балур, то такива площи не трябва да се използват, или плевелите трябва да се унищожат с познати методи, преди луковичите да се засадят. Продължителността на отглеждане на луковичните растения в полеви условия определя и системата за борба с плевелите. За условията на РБългария, тя няма да има особено значение по време на вегетацията на лалето, тъй като до момента на изваждането плевелите са в началния си период на развитие. Съществен елемент в това отношение играе и мулчирането със слама, което може да забави развитието им.

Някои видове луковичи престояват в почвата повече от една година. Почвата, която се използва в оранжерии се стерилизира за да се контролират не само плевелите но и болестите и неприятелите.

Цветните луковичи се нападат от голям брой болести и неприятели. За целта, както при борбата с плевелите се използват одобрени за всяка страна фунгициди и инсектициди [29,30].

Първото и важно условие, което трябва да се спазва е често повтарящата се инспекция на полето и внимателен оглед на растенията, като тези които са инфектирани трябва незабавно да се изваждат. Всички действия, които водят до механични повреди и могат да послужат като гостоприемник за зараза трябва да се избягват.

5. Напояване

За да бъдат в състояние да развият коренова система и да извлекат необходимите им количества хранителните вещества и вода от почвата, луковичите трябва да се намират в оптимална за развитието си почвена влажност. Влажността на почвата е един от основните фактори, от които зависи и добива. За тази цел са необходими напоителни системи за оранжерийното производство, а в полски условия, където валежите не са достатъчни за да задоволят нуждите на растенията се налага да се изгради напоителни полета. Начините на напояване са различни за отделните страни и региони – чрез дъждуване, гравитачно, капково, подпочвено [10]. Използването на един или друг вид напояване трябва да се определи след обстойно проучване на нуждите на растенията от вода през отделните периоди и начина на доставянето и. Последното е от значение за предпазване от развитие на гъбни болести. Разработването на поливни графици и норми за поливане трябва да става на базата на събрана метеорологична информация и пресмятане на евапотранспирацията за определен период от време. Тъй като луковичите са разположени в горния почвен слой, където влажността на почвата се променя в широки граници в зависимост от температурата на въздуха и скоростта на вятъра, то нуждите на растенията от вода трябва да се определят за всеки отделен ден и поливните графици да се построяват на базата на тези данни и при ежедневно отчитане на влажността на почвата.

В редица страни се използва предимно подпочвено напояване, тъй като е възможно да се повиши нивото на подпочвената вода по изкуствен начин или да се изпомпи излишната. Гравитачното напояване по редове почти не се използва при отглеждане на луковични цветя.

5.1. Техника за напояване

Използването на браздовата технология за промишлено производство на луковичи предопределя и начините за напояване, а именно:

напояване по гравитачен път с неговите разновидности по бразди;

напояване от стационарни и полустационарни напоителни полета и необходимата за тази цел техника;

напояване от открита канална мрежа с мобилна техника (трактори, помпени представки, тръбопроводи), използвани за напояване и на други култури.

Гравитачният начин на напояване е известен още от дълбока древност. Той все още се прилага за масови полски култури и при липса на друга възможност, но при производство на луковичи от цветни култури и цветя е недопустим.

Недостатъците при този начин на напояване са: - неравномерно разпределение на водата по повърхността на напояваната площ. При наклон на полето водата бързо преминава по браздите и там почвата остава недостатъчно напоена; - няма обективен способ за отчитане на поливната норма; - невъзможност при пролетни засушавания да се извърши поливане за поникване, а то много често се налага; - увеличена податливост на почвата към ерозионните процеси и загуба на площ за напояване на бразди; - ниска производителност и тежък физически труд.

От различните начини за снабдяване на културните растения с вода и особено цветните при открити площи дъждуването е един от най-прогресивните [11, 14, 15]. Прогресивен е затова, че при него се изразходва значително по-малко количество вода, за да се получи определен ефект,

Таблица 2. Съотношение между основните размери на луковичи от лалета, отглеждани при поливни условия при неравномерност на поливането $\pm 5\%$ и $\pm 25\%$ и машинно засаждаване на лехи

No:	Сорт	D ₁ ср. max.		D ₂ ср. max.		H ср.		P ср.	
		$\pm 5\%$	$\pm 25\%$	$\pm 5\%$	$\pm 25\%$	$\pm 5\%$	$\pm 25\%$	$\pm 5\%$	$\pm 25\%$
1	Апелдорн	33.42	31.62	26.21	21.40	34.17	31.25	101.15	98.20
2	Ред Матадор	36.73	32.40	30.38	26.72	36.40	32.60	108.11	103.40
3	Парад	34.36	31.82	29.62	25.80	32.77	30.82	103.26	97.20
4	Лондон	32.20	28.20	25.87	23.10	29.82	26.30	99.83	94.21
5	Оксфорд	38.22	33.95	33.47	30.09	35.88	31.45	112.25	106.35
6	Голден Апелдорн	34.10	31.66	28.18	25.76	32.60	30.60	102.95	98.35
7	Бюти Апелдорн	33.93	30.28	27.91	24.50	34.10	31.20	100.84	96.74
8	Албино	32.84	29.10	26.45	24.80	35.62	32.25	98.41	95.67
9	Маурен	35.80	32.71	29.70	25.65	37.53	34.30	110.20	105.26

Към поливната техника се предявяват следните изисквания: - във връзка с универсализирането на машините е желателно те да са в състояние да напояват всички видове земеделски култури, в т.ч. високостеблени, разположени на участъци с определена конфигурация и размери, наклон на терена до 3 градуса, както и да осигуряват нормална работа при скорост на вятъра до 2 m/s; - водата, постъпваща от водоизточника, да е годна за напояване; - водата да се взема от открити водоизточници с мотор-помпени агрегати или от хидрантите на напорен тръбопровод; - разпределението върху напоявания участък да се извършва във вид на дъжд или по друг начин в близост до кореновата система на отглежданите култури; - равномерно разпределение на дъжда; - отклонение от средния слой вода на полетия участък до 20%, като при цветните култури тя да е до 5%; - средна големина на капките – не повече от 1,5 mm; - средна интензивност на дъжда – не повече от 0.3 mm/min; - като енергетично средство да се използва трактор или самоходна установка, използваща двигател с вътрешно горене или силата на напора на водата като енергетично средство; - енергетичното средство да осигурява възможност за позиционно поливане в кръг, секторно или лентово. Обхванатата площ да съответства на общите изисквания в зависимост от използваните дъждовални апарати; - да осигурява използване на експлоатационните коефициенти в

а също така прилагането му е свързано с използването на определена техника. Предимствата, които притежава дъждуването в сравнение с повърхностния начин на напояване са: - дава възможност за висока степен на механизация и автоматизация; - възможност за осигуряване на поливна норма в широки граници (от 360 до 600 mm/ha) и то приложена с висока точност; - интензитетът на дъжда може да бъде с ниски стойности и по такъв начин могат да се напояват площи със сложен релеф и наклони по-големи от 3 градуса; - почти не се разрушава структурата на почвата и не се създават пречки за работата на селскостопанските машини; - подобрява се микроклимата и се активизира процеса на асимилация; - има възможност за съчетаване на технологичните операции напояване и торене, борба срещу болестите и ниските температури.

Недостатъците при дъждуването са следните: - осъществяването на процеса изисква по-големи капитални вложения – материалоемкост и енергоемкост; - качеството на напояването чрез дъждуване силно се отклонява от изискванията и значително се влошава при големи скорости на вятъра.

Лехобраздвата технология, като вариант за приложение при маломерни площи е предопределила позиционни работещи двустранни дъждовални апарати от типа “Сила – 30 Д” и “Сила – 40Д”. Дори при прилагане на различни схеми на разположение, което е силно ограничено от използвания напор (от 0.20 до 0.35 Мра), неравномерността на интензитета на дъжда си остава, което влияе върху съотношението на основните им размери. (Таблица 2.)

съответствие с международните изисквания.

Направените изследвания показват, че при гореописаните технологии и начини за напояване, поддържаната влажност в 20-сантиметровия почвен слой по дължина на радиуса на поливане е неравномерна и недостатъчна за нормално развитие на цветните култури.

Поради тази причина се използват машини, поливащи в движение. Това оборудване е широко използвано при производството на зеленчуци, тъй като се налага пълно освобождаване на площите след прибирането на културите с цел следваща почвообработка [22, 23].

Към машините с навиващ се тръбопровод спадат лентовите дъждовални машини ИДЛ-50Н, ИДЛ-60Н, ИДЛ-100М. Те се отнасят към групата дъждовални машини, поливащи в движение и захранвани от открита канална мрежа с мотор-помпен агрегат или от полустационарно напоително поле.

Характерно за тях е:

висока степен на механизация на процеса; - участие на малък брой работници; - висока степен на неравномерност при използване на далекоструйни и средноструйни дъждовални апарати.

6. Прибиране

Точното време на изваждане и прибиране на луковичите се контролира чрез няколко фактора. В някои случаи луковичите трябва да достигнат определен етап на зрялост, размер на цветните пъпки и максимален брой на листата. Това важи за *Nurpeastrum*, *Lilium* и *Tulipa*. Ако се приберат по-рано от оптималната им зрялост, то те няма да могат да реагират на обработките за активизиране на цъфтежа. Студовите също могат да диктуват кога да се прибират луковичите и далията (*Dahlia*) е пример в това отношение. При други видове трябва да се изчака докато листата напълно изсъхнат [24, 27].

Има и видове, които трябва да се прибират тогава, когато температурите спаднат до такива стойности, че е възможно да се предизвика нов вегетативен растеж. Пример за такъв случай е гладиолата (*Gladiolus*). Определяне на оптималния агротехнически срок за прибиране с цел получаване на най-добри резултати при следващите операции и цъфтежа е една от важните задачи на агротехниката.

Прибирането на луковичите от полето е най-трудоемката и немеханизирана операция за условията на РБългария. Правени са редица опити за механизирани на този процес, но получените резултати са твърде скромни, въпреки че изваждането им е основен етап от производството. Затрудненията идват от големите почвени различия в нашата страна и специфичните изисквания предявявани към този вид машини.

Изваждането започва от най-рано зреещите във физиологично отношение сортове и от най-дребните луковичи, които завършват първи своя вегетационен период. Те са готови за изваждане едва тогава, когато започнат да променят цвета си от светлокафяв в кафяв. В тази фаза, долната част на листната дръжка и цветоносното стебло са все още въззелени и групата дъщерни луковичи, произлезли от една майчина се държат здраво помежду си. Поради тази причина събирането им е сравнително лесно. Изпусне ли се този момент, луковичите се отделят от цветоносната стрела и съществува реална възможност една част от тях да останат в почвата.

От направените общи разходи за ръчен труд около 80% са за изваждане и прибиране.

При механизиранието на този процес се срещат редица трудности, някои от тях трудно преодолими като:

отделяне на голямо количество почва, а в подкопаемия почвен слой луковичите представляват 1-2%;

процесът на сепарация се усложнява често и от неблагоприятните физико-механични характеристики на почвата (каменистост, влажност, пластичност, лепливост);

тези характеристики се променят рязко в различните периоди от време, основната от които е влажността на почвата. При липса на подходяща поливна техника за получаване на оптимални стойности на влажността 2-3 дни преди провеждане на този процес, тя се променя в границите от 35 - 75%;

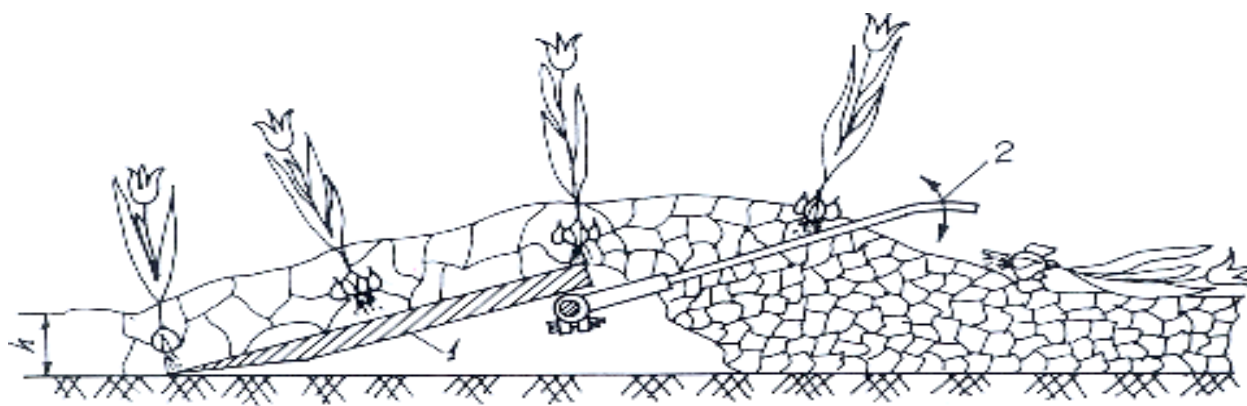
луковичите са чувствителни към механични въздействия, не са еднакви по размери, не са здраво прикрепени една към друга и нямат все още добре оформен защитен слой (туника), който да ги предпазва от наранявания.

Поради тези особености в РБългария все още няма произведени специализирани машини за изваждането им. За целта се използват подкопаващо-изваждащи машини, най-често употребявани в зеленчукопроизводството, като плуг-обръщач, подкопаващи скоби, специално приспособени машини за изваждане на картофи и други начини.

Прилагането на обръщателен плуг е възможно и допустимо само ако бъдат съобразени някои особености, като географско разположение, тип на почвите (песъчливи и рохкави), влажност (21-25% от ППВ), както и приложена браздова технология. При неспазване на тези условия последствията са ясни и по-нататъшното събиране на луковичите трябва да се извършва ръчно. Като заключение, обръщателният плуг не е за предпочитане.

Подкопаваща скоба. Представлява машина от навесен тип и се агрегатира към трактори от клас 1.4 t. Особеност при нея е, че тя може да подкопава едновременно няколко реда, най-често оформени в лека. Принциплът на работа е показан на фигура 4.9. Тя има активен работен орган 2, който допълнително раздробява почвата и улеснява изваждането на групата луковичи, държачи се към майчината и цветоноса.

Този вид "полуизваждане" се прилага в райони с топъл климат, където луковичите се изваждат по-рано и връзката им с цветоносното стебло и майчината луковича не е физически прекъсната.



Фигура 4. Принципна схема на подкопаваща скоба за изваждане на луковичи: 1-подкопаващ нож; 2-вибрираща решетка

По този начин луковичите са повдигнати, нарушена е монолитността на почвения слой, но те са все още в почвата. По този начин се препазват от излагане на пряка слънчева светлина и бързото им изсушаване преди разделяне.

Картофовадачка тип "Simon" и "Agrolux". Представлява сравнително добро техническо решение, използвано за изваждане на луковичи. В нормално положение, машината не е годна за използване. Наложително е да се извършат някои преустройства, свързани с намаляване на разстоянието между пръчките на транспортъора. Могат да се изваждат едновременно два реда при междуредово разстояние 0.7 m

или лека с ширина 1.2 m. Подкопаният и повдигнат почвен слой, заедно с луковичите попада на пръчковидния транспортъор, който извършва постъпателно и колебателно движение.

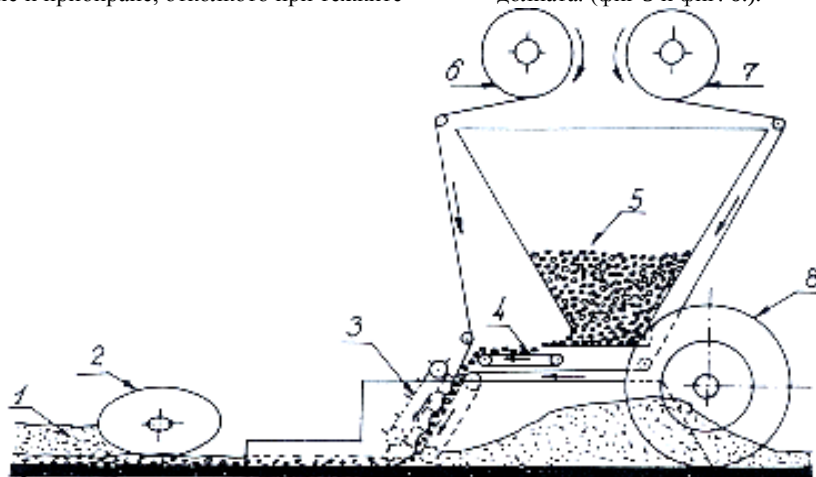
Използването на картофовадачката "КТН-2.5", "КВМ-2М" и луковадачката "ЛКГ-1.4" за изваждане на луковичи от лалета показва следните резултати: - не отговарят на необходимите агротехнически изисквания по отношение на изваждане и прибиране, тъй като отделените се малки луковичи остават в почвата; - част от отделените луковичи се засипват отново с почва; - не се отделя листната маса; -

значително повреждане на луковичите, изразяващо се в срязване и травмиране; - допълнително използване на работна ръка за полагане в касети и транспортиране.

7. Приложение на специализирани машини за засаждане и изваждане на луковичи

При прилагане на различни технологии на отглеждане (редова или лехова), важно значение има типа на почвата. При пясъчливи и глинесто-пясъчливи почви се правят по-малко разходи за садене и прибиране, отколкото при тежките

почви. В същото време, интересите на производителите налагат търсене на алтернативни решения за такива условия, с цел включване на цветни луковични култури в сеитбооборота и повишаване на доходите. Такъв технологичен вариант и прилагане на две специализирани машини е разработен от SCHLESWING HOLSTEIN – GERMANY. Същността на технологията се състои в засаждане и изваждане на луковичите посредством мрежи. Използваният редови способ с междуредово разстояние 0.74 m и ширина на мрежестите ленти 0.25 m –горната и 0.4 m – долната. (фиг 5 и фиг. 6.).



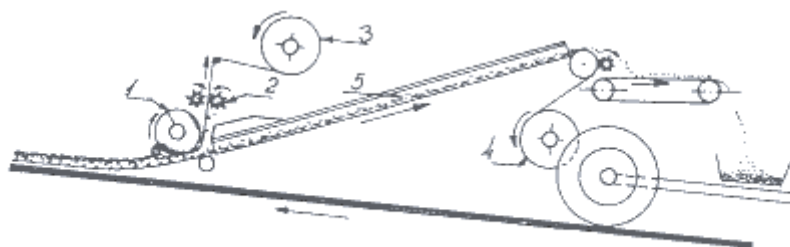
Фигура 5. Схема на специализирана машина за засаждане на луковичи в мрежи:

1-почвен слой; 2-подкопаващи дискове; 3-транспортър; 4-транспортър за подаване на луковичите; 5-бункер; 6 и 7 – барабани с навита горна и долна мрежа; 8-загрялящи дискове.

За целта е преустроена обикновена садачна машина (фиг.5), към която са монтирани два барабана (6 и 7) за поставяне на мрежеста лента и притискащи транспортъри. В началото на всеки два реда лентите се подават посредством транспортърите 3, като се притискат с почва, след което започва процеса садене. Постъпилите луковичи 5 остават между лентите, които се заравят от загрялящите

дискове 2 на дълбочина 0.15 m.

При изваждане се налага използване на допълнителна машина, която има опростена конструкция, като отрязва стеблата на растенията на височина 0.10-0.20 m над повърхността на почвата. (фиг.6).



Фигура 6. Схема на специализирана машина за изваждане на луковичи:

1-разрязващи дискове; 2-почистващи четки; 3-барабан за навиване на горната мрежа; 4- барабан за навиване на долната мрежа; 5-долна мрежа заедно с извадените луковичи.

Желателно е дори отрязването да става 1-2 cm под повърхността на почвата, което улеснява изваждането и отделянето на луковичите от мрежите. Преди започване на изваждането на всеки ред се изваждат ръчно около 5-6 m за да се освободят горната и долна част на мрежите. Те се закрепят към навиващите се барабани 3 и 4. Към машината са монтирани и се задвижват от ВОМ на трактора разрязващ диск 1 и четки 2 за почистване на горната мрежа и транспортър 5 за събиране на луковичите.

Предимства: Пълно и без загуби прибиране на луковичите от всички видове почви и при всякакви условия.

Недостатъци: Използване на скъпо струващи специални палтмасови мрежи. Желателно е дължината им да не е по-голяма от 200 m. Подобен комплект машини не е използван досега в РБългария.

8. Машини за отстраняване на цвета, за изваждане и обработка с гореща вода

Тази група специализирани машини може да се раздели в няколко типа. Причината за конструирането и използването им са специфичните изисквания на луковичните цветни видове. Много от видовете и техните сортове представители изискват инспекция на полето преди луковичите им да бъдат извадени. В редица случаи се отбелязват примеси от други сортове или се намират заболели растения. Такива трябва да се маркират и извадят незабавно.

Освен това, като особеност на развитието си, някои видове, като този на лалето изискват да се отстрани цвета от цветоносното стебло няколко дни след пълния цъфтеж.

Целта е да се отклонят хранителните вещества към групата на майчината луковица и да се получи нарастване на дъщерните луковици. В миналото това се е правело ръчно, както и в настоящем, но на малки площи. Конструирани са специални машини, които отстраняват цвета едновременно на цялата леха. При приложението на тази операция трябва да се направи внимателна инспекция за наличие на вирусно инфектирани растения, които трябва да се отстранят. В противен случай съществува потенциална опасност от пренасяне на инфекцията към здравите растения посредством работните органи на тази машина.

Към специализираните машини могат да се причислят и тези, предназначени за изваждане на луковиците, които работят с активни работни органи включително при почистване и подкопаване, раздробяване на почвата, пресяване и събиране в подходящи контейнери. В редица случаи същите се използват и за изсушаването им [20, 21, 28].

Машините за обработка с гореща вода се използват за контрол върху болестите и неприятелите. Те трябва да са оборудвани с прецизна система за циркулация и контрол на температурата в определени граници.

Изводи:

1. За условията на РБългария луковици от цветни култури могат да се отглеждат в карбонатни черноземи и излужено-карбонатни черноземи.
2. В момента в РБългария няма организирано производството на луковици от цветни култури и съществува открита пазарна ниша.
3. Липсва изграден технологичен комплекс от машини, който да задоволи този вид производство.

Литература

1. Ангелов, Е., Д. Илков и др., 1975. Проучване на почвите в България, кн.2., София, БАН.
2. Баранов, М.В., 1979. Особенности биологии гиацинта, сп. Цветоводство, бр.4.
3. БДС 10704-73. Машини селскостопански и горски. Единна методика за провеждане на изпитания. Икономически показатели. Методика за измерване и оценка.
4. БДС 3739-78. Посадъчен материал от цветни култури – лалета, зюмбюли, нарциси и гладиолуси.
5. Вакула, В.С., Н.С. Трегуб, 1984. Механизированное выращивание тюльпанов, сп. "Цветоводство", бр.3.
6. Василев, К.А., Г.В. Митев. 1990. Технология и комплекс машини за механизирани на основните процеси по отглеждане и прибиране на луковични цветя. Отчет по тема 096Ц/Рс90, Съюз на учените в България, XII, непубл.
7. Гнеев, В.Н., З.А. Юрченко, Ю.Т. Бервенков, 1982. Механизированная посадка луковичных, сп. "Цветоводство", бр.2.
8. Гнеев, В.Н., З.А. Юрченко, Ю.Т. Бервенков, 1982. Механизированная выкопка тюльпанов и нарцисов, сп. "Цветоводство", бр.3.
9. ГОСТ 4658-77. "Луковицы, клубнелуковицы, клубникорневища, рассада, черенки, деленые кусты цветочных культур. Посадочные качества.
10. Лебедев, В.М., Г.В. Гаврилов и др., 1977. Дождевальные машины, Издание 2-ое, переработанное, дополненное, Москва, Машиностроение.
11. Митев, Г.В., П.Т. Радупов, В. Г. Димитров, 1990. Устройство за лентово напояване, Авторско свидетелство No: 688/18.06.1990.
12. Ноллендорф, В. Ф., 1980, Минеральное питание, сп. "Цветоводство", бр.6.
13. Отраслова нормала: "Машини селскостопански и горскостопански. Машини и инсталации дъждовални. Методи за изпитване. УДК 631.347.4.001.4/ОН 1874463-82.
14. Петров, П., М. Харковски и др., 1986. Справочник по дъждовална техника, Второ преработено и допълнено издание, София, Земиздат.
15. ASAE. Standard S 330.L (ASAE 1985), Procedure for sprinclar distribution testign for research purpose. Agricultural Engineering Yarbook, pp. 462-464.
16. Agrios, G.N., 1988. Plant Pathology. Academic Press Incorporated, San Diego/New York/Berkeley/Boston/London/Sydney/Tokio/Toronto, 803 pp.
17. Alderson, P.G., 1987. Seed Technology Aspects of Flower Seed Germination. Acta Horticulturae, 202: 35-47.
18. Baker, K.F. and Roistacher, C.N., 1957. Heat treatment of soil. In: K.F. Baker (Editor). The U.C. system for producing healthy container-grown plants, Agricultural Experimental Station Manual 23, University of California, Berkeley, pp. 123-137.
19. Benshop, M., 1980. Growth and development of tulip "Apeldorn" from planting until emergence. Acta Horticulturae, 109: 189-196.
20. Boonekamp, P.M., Beijersbergen, J.C.M. and Franssen, J.M., 1990. The developemnt of flowering analysis for cold-treated tulip bulbs. Acta Horticulturae, 266: 177-181.
21. Chen, P., Sun, Z., 1991. A review of Non-destructive Methods for Quality Evaluation and Sorting of Agricultural Products, J. Agr. Eng. Res., 49, 85-98.
22. Clemens, A. J., 1991. Irrigation Uniformity Relationships for Irrigation Systems Management. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 117, N5, sept/oct.
23. Dabrowski, J., 1971. Influence of soil moistures on the yield of tulip bulbs. Acta agronomy, 24: 171-204.
24. Darvincle, A., Yield responses of winter wheat to plant removal and wheeling. Netherland Journal of Agricultural Science, 32: 293-300.
25. Debrach, S., 1989. Data aggregation and farm risk analysis, Agricultural Systems, 31, 239-245.
26. De Vroomen, G. O. N., N. S. P. de Groot, 1991. Bulb growing on sandy soils in the Netherlands without climatic soil disinsectans, Acta Horticulturae, 295: 47-51.
27. De Hertogh, A.A., 1990a. Basic criteria for selecting flower bulbs for North American markets. North Carolina State University, Horticultural Report Series, Nimber 85, 45 pp.
28. Dekker, J., 1986a. Fungicide Resistance: How does it arise and what can we do about it? Acta Horticulturae, 177: 35-50.
29. De Jong, K. Y., F. Th. De Greef, A. J., Dop, 1990. Year round culture of tulips. Acta Horticulturae, 266: 109-113.
30. De Munk, W.J., and De Rooy, M. 1971. The influence of ethylene on development of 5°C precooled "Apeldorn" tulips during forcing, HortScience, 6: 40-41.
31. Denchev, R. G., Chr. A. Bachev, 1991. Economic Problems of the Innovation in Greenhouse Flower Production in BULGARIA, Acta Horticulturae, 295: 67-70.
32. Koster, J., 1980. Storage of tulip planting stock in relation to grown and yield. Acta Horticulturae, 109, 49-55.
33. Wells, C E., M. S. Willis, 1993. Mutiple Criteria and Nearly Optimal Solution in Greenhouse Management, Agricultural Systems, 41: 289-303.
34. Yahel, H., 1990. Growth retardants for flowering pot plant production of *Narcissus* "Grand Soleil d'Or". Acta Horticulturae, 266: 205-210.

МЕТОД ЗА ОЦЕНКА НА КАЧЕСТВОТО ПРИ НАСИТНЯВАНЕ НА ГРУБИ ФУРАЖИ

METHOD FOR QUALITY ASSURANCE FOR CUTTED ROUGH FODDER

проф. Борисов Б.Г.¹, доц. Митев С.Й.¹, инж.Овчаров М.А.², гл.ас.д-р Христов И.С.
Русенски университет „Ангел Кънчев”, България, „Агроремпроект-98”- АД, България
bborisov@uni-ruse.bg; smitev@uni-ruse.bg; movcharov@uni-ruse.bg; ihristakov@uni-ruse.bg;

Abstract: Substantiation a construction for cutted rough fodder quality control classifier: This paper gives some directions about proper construction choice for cutted rough fodder quality control classifier. They have discussed several different solutions and have propounded some improvements.

Keywords: AGRICAL TECHNIQUE, CUTTED ROUGH FODDER, CLASSIFIER.

1. Увод

Оценката на качеството на наситнените груби фуражи е изключително важен проблем, както за тяхното производство, така и за животновъдството като цяло. Освен химичният състав и влажността много важен критерий се явява едрината на наситняване, дефинирана в специализираната литература като модул на наситняване. По-дребно наситненият фураж бързо преминава през храносмилателната система и се изхвърля от организма на животните. Значителна е загубата на полезни микроорганизми заедно с неусвоения фураж, което намалява възможността за пълното и качествено усвояване на фуражната дажба. По-едрите фуражни частици определят по-висок разход на енергия за сдъвкване и преживяне от животните [2].

Частичките при грубия фураж са несъразмерни, затова тяхната средна дължина след наситняването е основен параметър за характеризиране на неговото качество, в съответствие със зоотехническите изисквания. Ръчното сортиране е трудоемък и бавен процес, затова непрекъснато се правят опити за неговото механизмиране и автоматизиране. Това се постига с метода на ситовия анализ, най-често чрез пресяване, но за целта са необходими много прецизни съоръжения. В противен случай могат да се получат изключително големи неточности, а от там и обезсмисляне на целия процес. Затова въпросът за избор на конструктивна схема е от първостепенно значение при създаването на подобни технически средства. Това е основният въпрос, разгледан в статията, като е направен опит да се обоснове и подходящо техническо решение за тази цел.

2. Резултати и обсъждане

2.1. Изисквания към конструкцията:

Класификационната схема на апарат за оценка едрината при наситнените груби фуражи [АОЕ] трябва да отговаря на следните изисквания:

2.1.1. Точно да разпределя наситнените фуражи на фракции по дължина на частиците.

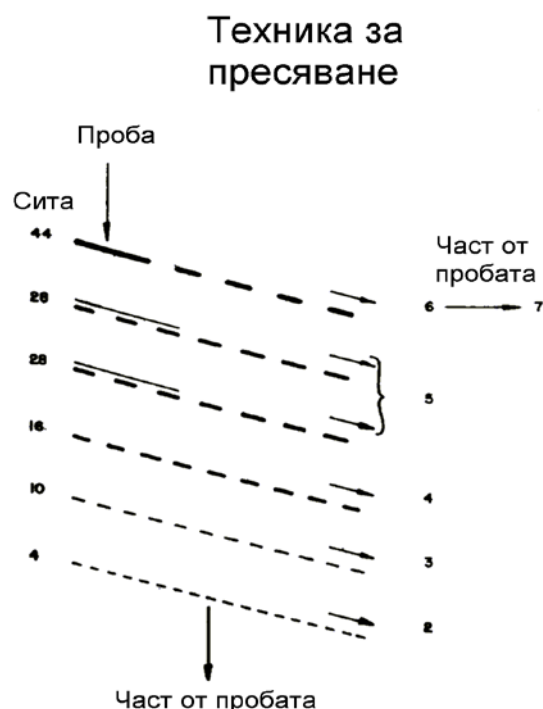
2.1.2. Да бъде пригодна към голямо разнообразие от фуражи при различно съдържание:

- Минимално време за подготовка на пробата и разделяне;
- Да бъде компактна и да се използва на изследователска площадка;
- Да се изработва с минимални средства.

2.2. Анализ на съществуващите решения

2.2.1. Форма на ситата

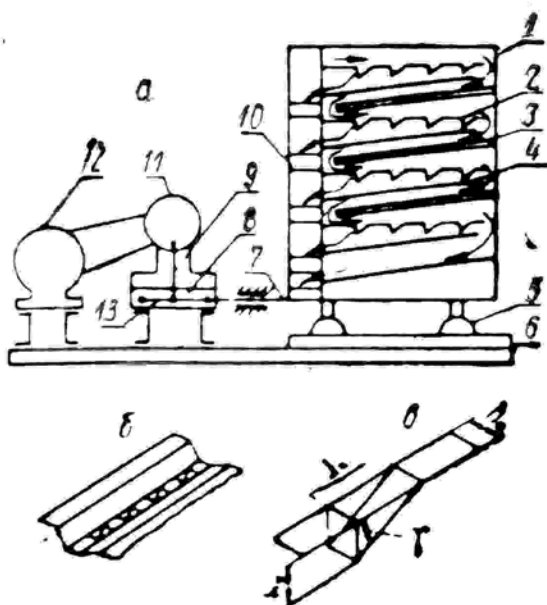
В някои по-стари разработки се използват плоски сита с кръгли отвори [1]. Идеята при тази конструкция е частиците да преминават последователно през сита с различни отвори подредени вертикално едно над друго. Изсяваните частици ще се подредят вертикално според дължината си като тези с най-голяма дължина ще са най-отгоре (фиг. 1). По този начин материалът се разделя на фракции. Основен недостатък на този вид класификатори е невъзможността да се осигури ориентация на частиците, а при неправилна ориентация се получават големи отклонения в точността на измерването, разслояването става ръчно.



Фиг. 1. Схема на класификатор с плоски сита с кръгли отвори разположени вертикално.

Fig. 1. Scheme of classifier with flat sieves with round holes arranged vertically.

При други конструкции се използват сита с трапецовидна повърхност и правоъгълни отвори (фиг. 2). Те осигуряват по-добра възможност за правилна ориентация на частиците от пробата [4]. Наличието на плосък участък води до недостатъчно добра ориентация на късите фракции. Този ефект може да бъде намален, ако различните сита са с различни размери на улея.



Фиг. 2. Схема на класификатор със сита с трапецовидна повърхност и правоъгълни отвори разположени вертикално.

Fig. 2. Scheme of classifier sieves with trapezoidal surface and rectangular holes vertically.

В по-съвременните конструкции се използват сита с вълнообразна форма (гофрирани) [6], [7], [2], [3]. Отворите са кръгли или с правоъгълна форма, но изследванията показват, че това не оказва съществено влияние [2]. Основно предимство при вълнообразните сита е възможността за ориентацията на частиците по дължина. Като недостатъци могат да се посочат зависимостта на резултатите от влажността на пробата, както и от кинематичния режим. Освен това както и при останалите варианти частиците трябва да са разстлани върху повърхността равномерно.

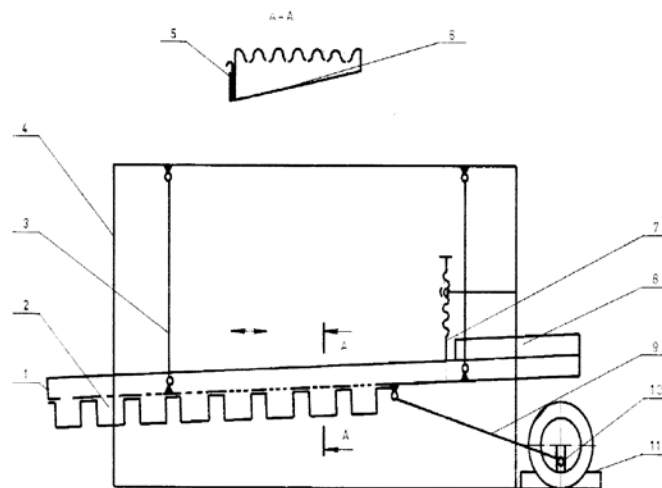
2.2.2. Окачване

Окачването на ситата може да става по два начина – шарнирно [3] или с плъзгащи двоици [4], [5]. Предимство на шарнирното окачване е неговата простота (фиг. 4). Основен недостатък е, че от вертикална компонента на скоростта на движение на частиците от кинематичния закон, се създават условия за отделяне на частиците от ситовата повърхност (подскачане). Подобно явление е крайно нежелателно с оглед възможна промяна в тяхната ориентация. При плъзгащите двоици подобни ефекти не се наблюдават. За тях са възможни два варианта – с триещи лагери [5] или с търкалящи ролки [4]. Недостатък при първия вариант е голямото съпротивление при триене и породените от това вибрации, както и бързото износване. При класификаторите с търкалящи ролки съпротивлението на триене е малко, липсват вибрации и бързо износване, но конструкцията е много по-усложнена.

2.2.3. Задвижване

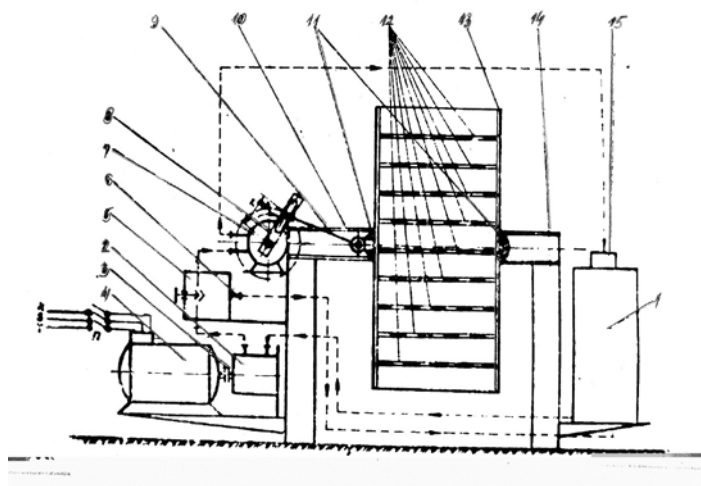
По този въпрос също са известни редица решения. Класическото [3] е с електродвигател и коляно-мотовилков механизъм (фиг. 4). Неговото предимство е в простотата и ниската себестойност. Влиянието на ексцентритета в задвижващия механизъм върху разделящата способност и продължителността на изсяване се изразява във връзката между ъгловото ускорение и разделящата способност. Най-подходящият ексцентритет трябва да осигурява минимална грешка при разделяне на различните фракции. Границите, в които трябва да варира неговите стойности са в диапазона $0 \div 70 \text{ mm}$, а конкретната стойност се установява опитно. От стойностите на ексцентритета ще се изменят както времето за изсяване така и качеството на изсяването. В литературата [4] е описан модифициран метод за механично задвижване с различна скорост при възвратно-постъпателното движение. Въпреки това проблемът за промяна закона на движение си остава.

Правени са опити [5] с хидрозадвижване (фиг. 3). В този случай възможността за регулиране параметрите на задвижването е много по-добра, но конструкцията е усложнена, тежка и с висока себестойност. Освен това и експлоатацията е значително по-трудна.



Фиг.4. Схема на класификатор със шарнирното окачване на ситата.

Fig.4. Scheme of classifier with hinging of sieves .



Фиг.3. Схема на класификатор с хидрозадвижване на ситата.

Fig.3. Scheme of classifier with hydraulic driven of sieves .

2.3. Обосновка на избраното решение

2.3.1. Сита

От направения анализ може да се установи, че ситата с вълнообразна форма определено дават по-добри резултати и имат редица предимства в сравнение с плоските. Заедно с това обаче, те се влияят малко повече от влажността на материала и от кинематичния режим. Освен това от направените изследвания [3] е доказано, че резултатите не се влияят съществено от големината на пробата, ако тя е по-голяма от 20g. В такъв случай е достатъчно ситата да бъдат само с един улей (фиг. 5). По този начин конструкцията става много по-компактна. Важен фактор върху разделящата способност е наклонът на ситовата повърхност на класификатора. При установяване на ъгловата скорост и ексцентритета в оптимални нива увеличаването или намаляването на наклона над определени стойности води до влошаване на точността на изсяването.

От направените теоретични изследвания препоръчваме профилът на улея да има параболична форма с уравнение

$$(1) \quad y(x) = \frac{x^2}{d_{\max}},$$

където $d_{\max}$ е максималният размер на частиците.

Формата на отворите е целесъобразно да бъде кръгла, при дължина $L \leq d_{\max}$ и правоъгълна, при $L > d_{\max}$. По този начин се осигурява възможността за сортиране по характерен размер.

2.3.2. Окачване

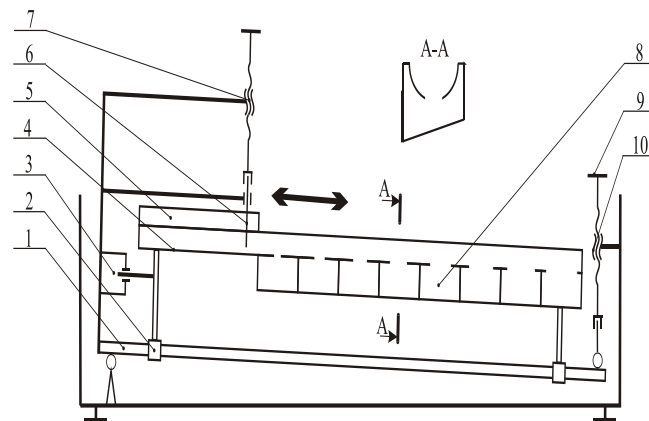
Както бе споменато по-горе, въпреки известното усложняване за оптималното решение е възможно използването на линейни лагери. По този въпрос в момента на пазара се предлагат множество готови и стандартизирани решения, което от своя страна може да доведе и до повишаване на икономическата ефективност.

2.3.3. Задвижване

Съществуващите конструктивни схеми могат да бъдат окомплектовани с различни по вид задвижвания в зависимост от изискванията, предявени относно кинематичния режим. Като най-опростен вариант си остава класическият колян-мотовилков механизъм. При малки стойности на ексцентритета (под 8mm) изсяването е задоволително (частиците с по-голяма дължина не получават необходимото за движение ускорение, дори с увеличаване честотата на въртене), а времето за изсяване на пробата е над 15 min. Обратно, при стойности на ексцентритета над 12 mm частиците получават значително ускорение, наблюдава се подскочане и стремеж за изсяване в отвори с по-голям (от теоретично очаквания) диаметър. При това времето за изсяване намалява до 1-2 min. От анализа на взети проби от наситнена с различни апарати слама е установено, че разслояването на наситнените и омекотени частици се извършва по-бавно с времетраене 5-6 min [8].

2.3.4. Начин на действие

Предлаганата принципна схема на класификатор за наситнени груби фуражи е показана на фиг. 5. Улеят 4 се движи върху линейните лагери 2 по направляващите 1, под действието на задвижването 3. Пробата се изсипва в бункера 5 и преминавайки под преградата 6, се разстила равномерно върху улея. Дебелината на пропуснатия слой се регулира посредством винт 7. Пресятата проба се събира в касетките 8. Наклонът на ситата може да се регулира чрез винта 9 и ръкохватката 10.



Фиг.5. Примерна схема на класификатор.

Fig. 5. Example scheme of classifier.

3. Заключение

От направения анализ, теоретични обосновки и експерименти е установено, че може да бъде предложен усъвършенстван метод и нова конструкция на класификатор с използването на линейни лагери, базиран на линейни електромотори, или при високи честоти – електромагнитни вибратори. Безспорното предимство на подобни решения е възможността да бъдат променяни не само отделни параметри на кинематичния закон, а и неговият характер като цяло. Трябва да се отбележи фактът, че линейните мотори имат по-лека и компактна конструкция.

За проверка точността при работа на апарата за сепарация /класификатора/, опитно трябва да бъде установен оптималният режим на работата му, правилното определяне броя на класовете (фракциите) на разделяне, ъгловото ускорение и проверка за принадлежност на частиците от контролната и изсятата проба към една и съща генерална съвкупност.

The research has been funded by the Research Fund with the Ministry of Education, Youth and Science under the project DFNI-E01/5 in 2012

Литература

- [1] Van Natta u Nelson, A procedure for determining the length, Distribution of chopped hay, St. 1974.
- [2] Gale G. E., A. C. Knight, Aparatus and procedure for the accurate assement of forage chop length, National Institute of Agricultural EGINEERING, 1979.
- [3] Георгиев И., С. Маджаров и С. Митев, Изследване на нов тип класификатор на наситнени груби фуражи, Селскостопанска Техника, 1987.
- [4] Голиков В. А. и Абилджанов Т. Класификатор измельченных грубых кормов МЭССХ, бр.10, 1975.
- [5] Иванов Д. (1984г.), Приложение на ситовия анализ, при оценка на едрината на наситняване на царевични растения, Селскостопанска техника 1984.
- [6] Moller F. Determination of particle length in lobs and wafens, 1975.
- [7] Finner., D. Hardzinski, L. Pagel, Evaluating particle length of chopped forage, ASAE paper, 1978.
- [8] Митев С., Изследване на универсални фуражомелки с вертикална ос. Дисертация за получаване на научна степен ктн, ВТУ"А.Кънчев"-Русе, 1990.

ТЕОРЕТИЧЕН АНАЛИЗ И ОБОСНОВАВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ДИАГНОСТИРАНЕ НА ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ ПО НЕРАВНОМЕРНОСТТА НА ВЪРТЕНЕ НА КОЛЯНОВИЯ ВАЛ ЗА ЦИКЪЛ

Доц. д-р А. Стоянов
Русенски университет „Ангел Кънчев“
astoyanov@uni-ruse.bg

Abstract: In this paper a theoretical studies of instantaneous angular speed and torque fluctuation of diesel engine crankshaft have been conducted. It was evaluated the possibility to diagnose combustion related faults under stationary state.

Keywords: INSTANTANEOUS ANGULAR VELOCITY, TORQUE, ANGLE OF ROTATION OF THE CRANKSHAFT, DIESEL ENGINE

1. Въведение

Усъвършенстването на системата за техническото поддържане на буталните машини е тясно свързано с развитието на методите и средствата за техническата диагностика.

Много важна задача при техническата диагностика на двигателите с вътрешно горене е определянето на най-подходящите диагностични параметри. Съществува постоянен интерес към диагностирането на дизеловите двигатели по параметрите, описващи закона за движение на коляновия вал.

Физическата същност на този метод произтича от особеностите на буталните машини. За тях е характерно, че преобразуването на енергията се осъществява не на равномерен поток, а импулсно. Когато една машина е бутална, характерът на въртенето на вала се определя изцяло от действащите сили. Неравномерността в процеса на изменението на тези сили предизвиква неравномерността на въртенето.

2. Изложение

Известно е, че при установен режим на работа на дизеловите двигатели с вътрешно горене, ъгловата скорост на коляновия вал се променя в границите на един работен цикъл. Основните причини за това изменение са неравномерността на въртящия момент M_{vr} обусловена от периодичността на работния процес и кинематичните свойства на коляномотовилковия механизъм.

Във всеки момент въртящият момент M_{vr} се уравнирява от съпротивителния момент M_{spr} , приложен към коляновия вал и моментът на инерционните сили на всички движещи се маси приведени към еквивалентна въртяща се маса [2].

$$M_{vr} = M_{spr} + I_0 \frac{d\omega}{dt}, \quad (1)$$

където M_{spr} е сумарният съпротивителен момент, отчитащ механичните загуби на двигателя;

I_0 – инерционният момент на всички маси приведени към оста на коляновия вал на двигателя;

$\frac{d\omega}{dt}$ – ъгловото ускорение на коляновия вал.

Ако приемем по-нататък, че съпротивителният момент, който включва вътрешните механични загуби за постоянен и равен на средната стойност на индикаторния въртящ момент на двигателния и пренебрегнем изменението на приведения инерционен момент, тогава промените в ъгловата скорост на

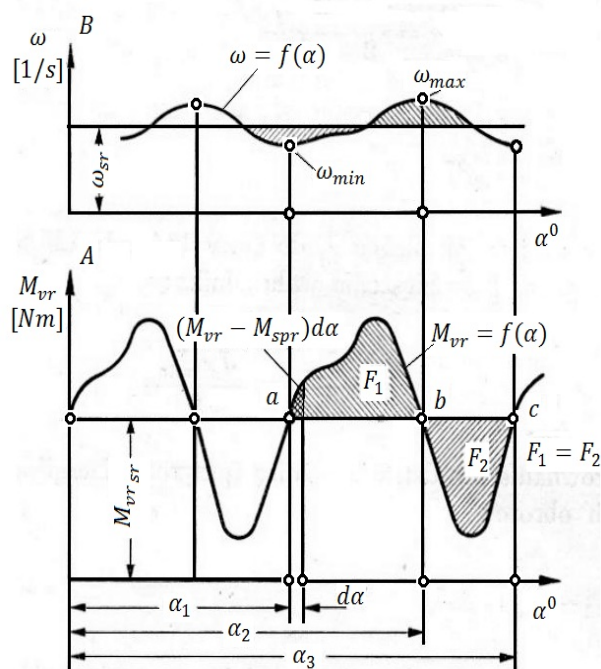
коляновия вал ще бъдат обусловени само от отклонението на моментната стойност на въртящият момент M_{vr} от средната му стойност. На фиг. 1 е представена кривата на въртящият момент на двигателя и неговата средната стойност $M_{vr, sr} = M_{spr}$.

Тогава от уравнение (1) се получава:

$$M_{vr} - M_{spr} = I_0 \frac{d\omega}{dt} \quad (2)$$

В точка а, съответстваща на завъртане на вала на ъгъл α_1 , $M_{vr} - M_{spr} = 0$ и ъгловото ускорение става рано на 0, което е било до този момент отрицателно. Следователно ъгловата скорост в тази точка има минимална стойност.

След това ъгловото ускорение ще стане положително, докато в точка б, съответстваща на ъгъл на завъртане на вала α_2 , не стане равна на нула, а ъгловата скорост достигне максималната си стойност.



Фиг. 1 Изменение на въртящият момент и ъгловата скорост на коляновия вал при установен режим на работа на двигателя

Отчитайки, че:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\alpha} \frac{d\alpha}{dt} = \omega \frac{d\omega}{d\alpha} \quad (3)$$

Уравнение (3) може да се запише във формата на теоремата за кинетичната енергия:

$$(M_{vr} - M_{spr})d\alpha = d\left(\frac{I_0}{2}\omega^2\right) = \frac{I_0}{2}d(\omega^2) \quad (4)$$

Уравнението (4) в този случай изразява равенството на елементарната работа на въртящия момент и съпротивителния момент изразходвана за елементарно изменение на кинетичната енергия на въртящите се маси на двигателя.

Интегрирайки уравнение (4) в границите от α_1 до α_2 (съответно в границите от ω_{min} до ω_{max} , се получава:

$$\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (M_{vr} - M_{spr})d\alpha = \int_{\omega_{min}}^{\omega_{max}} d\left(\frac{I_0}{2}\omega^2\right) = \frac{I_0}{2}(\omega_{max}^2 - \omega_{min}^2) = I_0 \frac{\omega_{max} + \omega_{min}}{2} (\omega_{max} - \omega_{min}) \quad (5)$$

Неравномерността на ъгловата скорост $\omega = f(\alpha)$ при установен режим на работа на двигателя се характеризира с коефициента на неравномерност

$$\delta = \frac{\omega_{max} - \omega_{min}}{\omega_{sr}} \quad (6)$$

Ако приемем приблизително, че средната ъглова скорост е

$$\omega_{sr} = \frac{\omega_{max} + \omega_{min}}{2}, \quad (7)$$

то уравнение (5) може да се запише във вида

$$\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (M_{vr} - M_{spr})d\alpha = I_0 \delta \omega_{sr}^2, \quad (8)$$

където стойността на интеграла $\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (M_{vr} - M_{spr})d\alpha$ представлява максималната излишна работа на въртящият момент за времето на завъртане на колянния вал на ъгъл $\alpha_2 - \alpha_1$.

От формулите (5) и (6) може да се определи коефициента на неравномерност на работа на двигателя за цикъл

$$\delta = \frac{\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (M_{vr} - M_{spr})d\alpha}{I_0 \omega_{sr}^2} \quad (9)$$

Известно е, че M_{vr} зависи от енергията E получена в цилиндрите на двигателя, която от своя страна се явява функция на много съставлящи:

$$E = f(\Delta G_g, \lambda, P_c, t_c, \theta, k), \quad (10)$$

където G_g е цикловото подаване на горивото;

λ – коефициент на излишъка на въздуха;

P_c – налягането в цилиндъра в края на такта сгъстяване;

t_c – температурата в цилиндъра в края на такта сгъстяване;

θ – ъгълът на впрыскване на горивото;

k – коефициент отчитащ качеството на смесообразуването.

По време на термодинамичния цикъл на двигателя буталото извършва линейно движение. В горна мъртва точка и в долна мъртва точка неговата моментна скорост става равна на нула. В резултат на това, в тази позиция буталото не притежава кинетична енергия. Между тези две крайни позиции буталото се ускорява и забавя скоростта си като съответно приема и освобождава кинетична енергия. Тази енергия се обменя с енергията на газовете в цилиндрите и колянния вал, в следствие на което се увеличава или намалява моментната ъглова скорост на колянния вал.

Основното въздействие на налягането в цилиндъра върху характеристиката на моментната ъглова скорост е около горна мъртва точка на буталото, когато налягането в цилиндъра достига своя максимум. Затова, ако приемем четири-тактов двигател с равномерно разпределение на запалването със N на брой цилиндрите в двигателя, интервалът на основният принос на цилиндър i може да се определи като $[TDC_i - 2\pi/N, TDC_i + 2\pi/N]$. Промяната в кинетичната енергия съответстваща на такта на сгъстяване $E_{C,i}$ и на такта разширение $E_{E,i}$ на цилиндър i се определя като:

$$E_{C,i} = \Delta E_{C,i,\theta(TDC_i - 2\pi/N) \rightarrow \theta(TDC_i)}, \quad (11)$$

$$E_{E,i} = \Delta E_{C,i,\theta(TDC_i) \rightarrow \theta(TDC_i + 2\pi/N)}. \quad (12)$$

За изправен двигател, промените в кинетична енергия ще са еднакви за всеки цилиндър. Въпреки че основното влияние на неизправностите и отказите в бутало-цилиндровата грипа влияят пряко на енергийните промени на неизправния цилиндър, те влияят също и на предходния и следващия цилиндър по реда на работа, което се отразява върху изменението на моментната ъглова скорост на тези цилиндри.

3. Заключение:

От уравнение (9), (10), (11) и (12) следва, че изменението на техническото състояние на дизеловия двигател ще предизвиква изменение в неравномерността на въртене на колянния вал. От това следва, че неравномерността на въртене на колянния вал за цикъл (вътрешноцикловата неравномерност на въртене) позволява не само да се определи общото състояние на двигателя, но и състоянието на неговите елементи, т.е. да се локализира причината за влошеното техническо състояние.

The research has been funded by the Research Fund with the Ministry of Education, Youth and Science under the project DFNI-E01/5 in 2012

Литература

1. Севастакиев В., В. Живков, Е. Маринов, Динамика и трептения на ДВГ, Техника, София 1986г.

2. Bernhardt M., S. Dobrzynski, E. Lotch, Silniki samochodowe, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1978

РЕГУЛИРАНЕ НА ТОПЛО- И МАСООБМЕННИТЕ ПРОЦЕСИ В КОНДЕНЗАЦИОННА СУШИЛНЯ

Пламен Цветков

Abstract: The article describes the variant of the block diagram of the automatic control system of dryer of condensing type using thermoelectric modules, and sets objectives for further research.

Keywords: Control system, dryer, thermoelectric module, transfer function

ВЪВЕДЕНИЕ

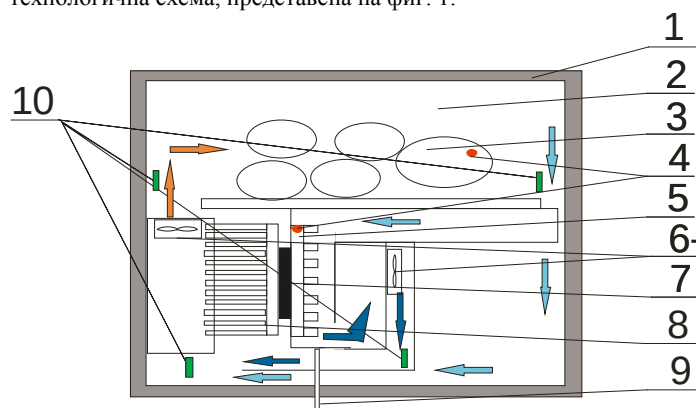
В процесите на сушене на земеделска продукция се използва не малко количество топлинна енергия. Недостатък на най-често срещаните сушилни инсталации са високите стойности на специфичния разход на енергия за изпаряване на 1kg влага от изсушавания продукт. Това е дължи на значителните температура и влажност на излизания от сушилната въздух, използван, като правило, като сушилен агент. Съществуващите системи за рекуперация снижават само частично разхода на енергия. По тези причини е целесъобразно използването на кондензационни сушилни със затворен цикъл на циркулация на сушилния агент (въздух).

ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Изследване възможностите за регулиране на процесите в кондензационна сушилна в зависимост от производителността на хладилната машина и скоростта на обдухване на охлаждащия радиатор в кондензационната камера, за да се регулира температурата и се минимизира времето за изсушаване на продукта.

МЕТОД НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

За постигане на поставената цел се предлага технологична схема, представена на фиг. 1.



Фиг.1. Схема на експерименталната уредба

1 – Термо изолиран корпус; 2 – Сушилна камера; 3 – Продукт; 4 – Термо сензори; 5 – Студен радиатор; 6-1, 6-2 – Вентилатори; 7 – Елемент на Пелтие; 8 – Горещ радиатор; 9 – Дренажна система; 10 – Сензори за температура и влажност.

Предлага се прилагането на кондензационна сушилна, като в ролята на охлаждаща машина се използва елемент на Пелтие, предвид неговата компактност и отсъствието на движещи се части.

В сушилната камера (2) чрез вентилатора (6-1) се подава осушен и нагрят в горещия радиатор (8) въздух, който отнема влагата от продукцията (3), след което част от него, продухван от вентилатор (6-2), преминава през студения радиатор (5), температурата на който се поддържа по-ниска от точката на росата, и върху който кондензира изпарената от продукта (3) влага, като кондензатът се отвежда извън сушилната чрез дренажната система (9). Понататък осушеният въздух се насочва отново към горещия радиатор (8). Цикълът на циркулация на сушилния агент (въздух) е затворен.

В този случай хладилната машина работи като термопомпа, пренасяща топлинната енергия, получена при кондензацията, към горещия радиатор.

Външната енергия, внасяна в системата, компенсира само неизбежните топлинни загуби през външните стени на уредбата, като топлината, изразходвана за изпаряване, се връща обратно при кондензацията.

Тъй като системата е затворена,

$$P = I \cdot U = C_k(t_c - t_b)S, \quad (1)$$

където P – мощност на елемента на Пелтие, W ; I и U – подаваните захранващи ток, A , и напрежение, V ; C_k – температурно съпротивление на топлоизолацията, W/m^2 ; S – обща площ на топлоизолацията, m^2 ; t_c и t_b – температури в сушилната камера и извън нея, $^{\circ}C$, т.е. при постоянни захранващо напрежение външна температура:

$$t_c = k I, \quad (2)$$

където k е коефициент на пропорционалност, който може да се определи експериментално.

Предавателните функции на частите от системата могат да бъдат описани по следния начин:

- В начално приближение сушилната камера се представя:

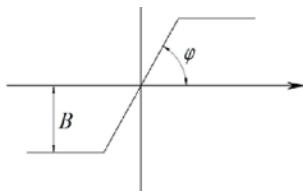
$$W(p) = \frac{k}{\sqrt{p}(1 + \sqrt{p})};$$

$$P = pN_{\omega};$$

$$k = (c_0 m_0) / (\lambda_1 c_1 \rho_1), \quad (3)$$

N_{ω} – нормиращ коефициент по време, h ; $c_0 m_0$ – топлоемкост на влажния материал, отнесен към $1 m^2$ от повърхността на топлоизолацията, $J/(m^2 \cdot K)$; $\lambda_1 c_1 \rho_1$ – коефициент на използване на топлоизолацията, $J/(m^2 \cdot s^{0.5} \cdot K)$; c_0 – топлоемкост на топлоизолацията, $J/(kg \cdot K)$; λ_1 – коефициент на топлопроводност, $J/(kg \cdot h \cdot K)$; ρ_1 – плътност на топлоизолацията, kg/m^3 .

- Студеният и горещият радиатори представляват нелинейни звена – елементът на Пелтие между тях е нелинеен елемент. За него е характерно, че се използва стабилизация на температурата на едната от страните му с цел повишаване на ефективността. От тук това звено може да се представи във вид на нелинейност със зона на ограничение (фиг. 2).



Фиг. 2. Нелинейност със зона на ограничение
Предавателната функция на такова звено след хармонична линеаризация се записва:

$$W(A, p) = \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\pi} \left(\arcsin \frac{B}{A \cdot \operatorname{tg} \varphi} \right) + \frac{B}{A \cdot \operatorname{tg} \varphi} \sqrt{1 - \left(\frac{B}{A \cdot \operatorname{tg} \varphi} \right)^2};$$

$$A \geq \frac{B}{\operatorname{tg} \varphi},$$
(4)

като A е амплитудата на входния сигнал, която се измерва и нормира.

- Предавателната функция на звеното за стабилизация се описва като инерциално звено то първи порядък:

$$W(p) = \frac{1}{T_n p + 1},$$
(5)

T_n – време константа, която се определя експериментално.

- В измервателната система се използват цифрови сензори за температура и влажност, поради което, в конкретния случай, те могат да бъдат разглеждани като безинерциални.

ИЗВОДИ

Така конструирана кондензационна сушилня позволява както регулиране на работната температура на сушене според технологичните изисквания, така и минимизация на продължителността на процеса.

За правилното функциониране на системата за регулиране е необходимо експериментално определяне на настройките коефициенти.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алексеев В. Установка для конденсационной сушилки с применением термоэлектрического эффекта Пельтье / В.С. Алексеев // Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов) СЭТТ-2011 [2] Кожухаров И. Теплотехника и приложение на топлината в селското стопанство С. 1984.
- [3] Лыков А. Теория сушки Москва 1968.
- [4] Невенкин С. Сушене и сушилна техника. С. 1985.
- [5] Цветков П., Велева Е. Кинетика на процесите в кондензационна сушилня НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ - 2013
- [6] <http://www.dpva.info/Guide/GuidePhysics/Humidity/ClimateHumidity/>
- [7] http://www.kolorit-ind.ru/good_advice/dew_drop/

Characteristics crop plants in the aspect of the process of spraying

Charakterystyka opryskowa roślin w aspekcie procesu opryskiwania

PhD Student Eng. Beata Cieniawska, Prof. Assoc. Deta Łuczycka, Prof. Assoc. Antoni Szewczyk
Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Institute of Agricultural Engineering, Poland
e-mail: antoni.szewczyk@up.wroc.pl

Abstract: Pesticides used in agriculture during chemical plant protection against pests pose a significant threat to the environment. Pesticide should be characterized by: high toxicity in relation to pests and low toxicity compared to other organisms, adequate durability and high susceptibility to degradation. In practice, the achievement of these goals is often impossible. The aim of the study was, therefore, to use a parametric characterization of sprayed plant in the aspect of the process of spraying. In order to do this study the degree of coverage of sprayed objects using selected nozzles assessing which of the tested nozzles has the best properties in terms of covering horizontal and vertical surfaces sprayed plants. In the second part of the study was performed parametric characteristics selected for plant research at the surfaces of vertical and horizontal projections and ratio settings sprayed surface.

KEYWORDS: SPRAYING, PARAMETRIC CHARACTERIZATION OF PLANTS, THE DEGREE OF COVERAGE

1. Introduction

Contemporary agricultural production which is in the stage of strong development as well as intensification of production. It is described by the growth of the use of artificial industrial agrochemicals, including pesticides. Nowadays they guarantee the high quality and quantity of crops (Nieróbca i wsp. 2010). The use of plant health products is the basis of protecting plants from pests. The situation will not change in the near future as there is no method which would substitute the present one, and without the use of pesticides the value of crops will drop dramatically. Moreover the change of plant health programs being in use would require significant amount of financial investments (Pruszyński, 2010). Among the priorities in terms of using plant health products are: the high quality of plant protection treatments, improved efficiency, elimination of any threat to the environment as well as people protecting the plants (Oerke i wsp. 1994; Özkan 2008; Pruszyński 2003; Szewczyk 2002; Szewczyk 2010a). That is why a lot of attention in the literature of the subject has been paid to the issue of proper chemical plant health treatment. So far one of the most important aspects of the atomization process, which is the characteristics of the sprayed object in terms of its morphology or an even more important feature - the degree of the sprayed area's exposition to the stream of liquid sprayed by the nozzle, has not been considered. That is why a two-stage research has been carried out at the Institute Agricultural Engineering at Wrocław University of Environmental and Life Sciences. Its aim was to present the degree of the sprayed objects' covering in terms of characteristics of sprayed plants in outdoor cropping

2. Material and methods

The research was carried out in laboratory conditions at a specially prepared site used for examining the plants' surfaces.

The scheme of the test site is displayed in figure 1. The examined plant was put in a measurement chamber on a turntable. Next, the photos of horizontal and vertical projections were taken. The camera that was used for taking the photos of horizontal surfaces of the plants was placed inside the chamber, with the ability to move it vertically (up-down) - the smaller the plant, the lower the position of the camera. The other one that was used for taking the photos of vertical surfaces of the plants was placed in front of the measurement chamber on an inclined plane. It allowed the camera to be moved horizontally (forward - backward), depending on the plant's size - the smaller the plant, the closer the camera's position. The distance between the camera and the plant did not matter as it was the plants' surfaces ratio that was put for further analysis, and not the absolute value. The vertical surface photos of the plants were taken six times, thanks to the turntable which allowed the 60° rotation. In order to guarantee the best lightning condition in the chamber, LED battens were put on aluminium profiles. During particular acquisitions, some of the lights were switched off so as no to make the exposition glare. (fig 2).

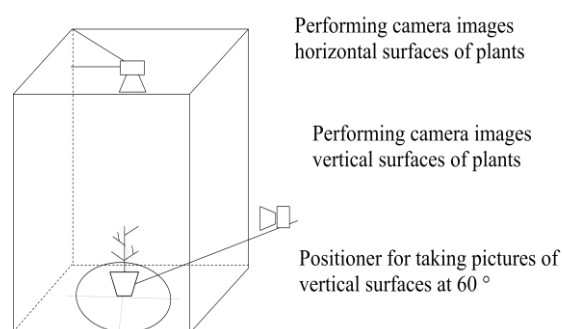


Fig. 1 The scheme of the test site

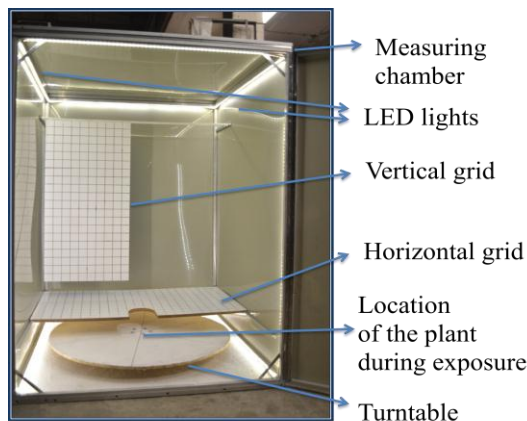


Fig. 2 General view of the site.

The acquisition of the vertical surfaces was made against the background of a vertical grid moved on a guide. The background for the horizontal photos on the other hand was a horizontal grid. One side of the grid's square was 5 cm long as it was a required condition allowing to create a graphic analysis in AutoCad 2011. The analysis in this program allowed to calibrate the photos that had been taken. The program chosen by the authors is the tool that ensured reaching all goals that were set during the processing of the photos.

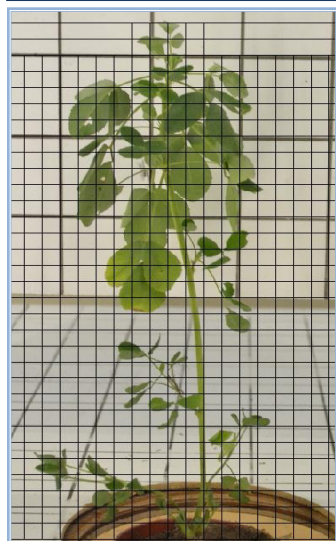
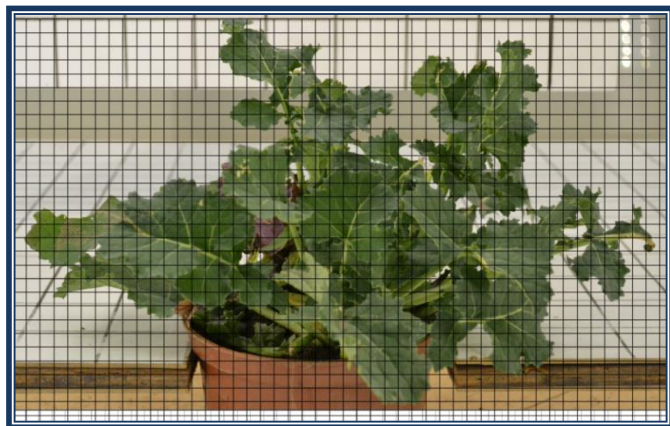


Fig. 3. The photos of vertical projections

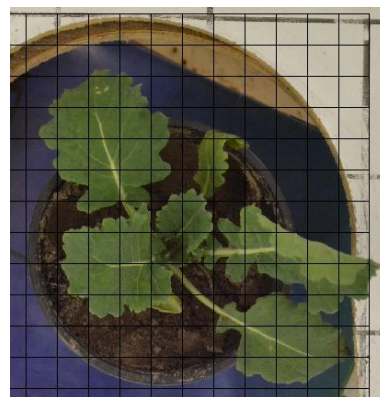


Fig. 4 The photos of horizontal projections

The following plants were chosen for the tests: a lucerne, a rape in the stage of forming its rosette, a rape in the stage of elongation of its shoots, a rape in the stage of falling flowers, forming its shucks and a beetroot in the stage of forming its rosette.

After receiving the results of the graphic analysis in AutoCad 2011 the modulus of the sprayed surfaces was calculated. It was done by the use of the following formula that included the vertical and horizontal projections of the sprayed surfaces ratio.

$$W_{po} = \frac{\text{the surface of vertical projections}}{\text{the surface of horizontal projections}} [-]$$

The site used for testing the degree of covering was described in the authors' publication (Szewczyk i in. 2012).

3. Results and discussion

The results of the testing the spray characteristics were displayed on the graphs below (fig. 5 – 9). They present five repetitions of the surfaces' measurements results obtained for five kinds of plants differing essentially in their morphological features.

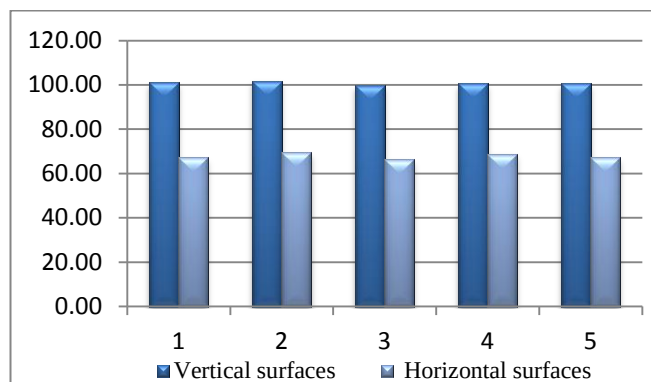


Fig. 5. Projections area horizontal and vertical lucerne

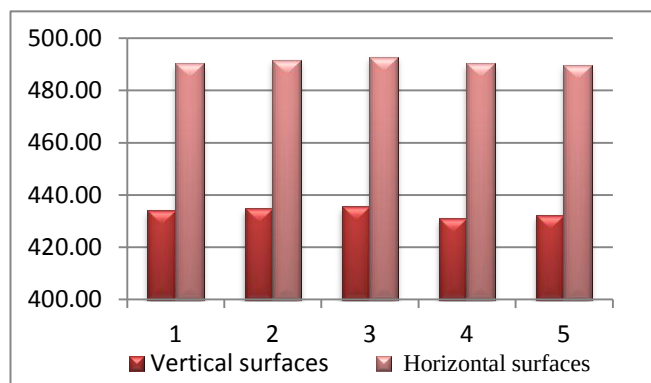


Fig. 6. Projections area horizontal and vertical rape in phase elongation shoot

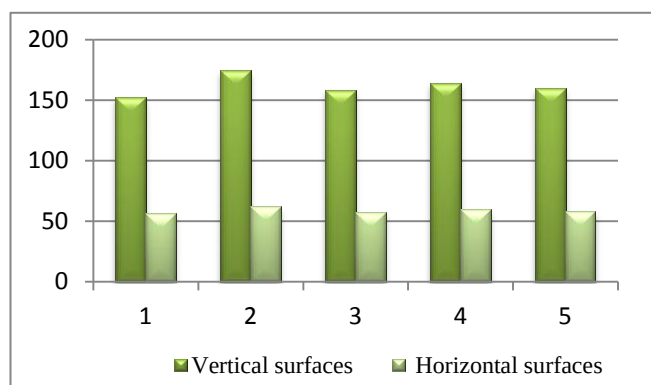


Fig. 7. Projections area horizontal and vertical rape in phase fall flower petals

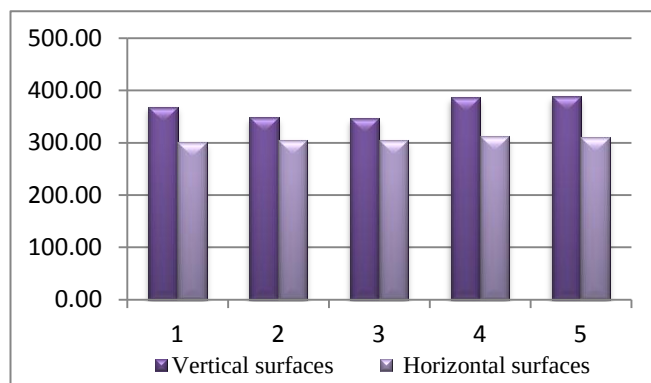


Fig. 8. Projections area horizontal and vertical beet in phase forming rosette

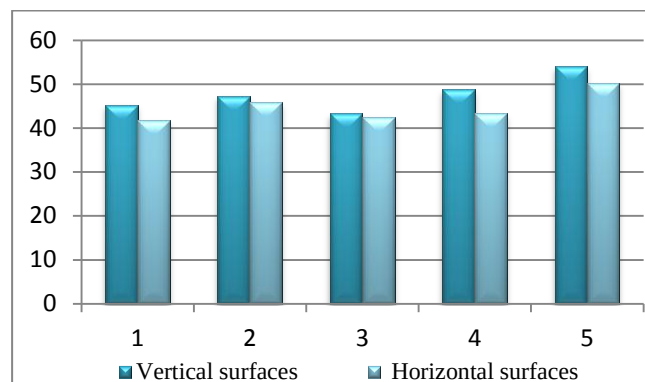


Fig. 9. Projections area horizontal and vertical rape in phase forming rosette

Table 1 presents the values for the modulus of the sprayed surfaces' location. The plants with bigger surface of horizontal projections than its vertical projections (a lucerne, a rape in the stage of falling flower petals, a beet in the stage of forming its rosette, a rape in the stage forming rosette) – the modulus was bigger than 1. In the case of the rape in the stage of elongation of its shoots, where the surface of vertical projections was smaller than the surface of horizontal projections- the modulus was lesser than 1.

Table 1. The results of the modulus of the sprayed surfaces' location

	Rape in phase elongation shoot	Rape in phase fall flower petals	Beet in phase forming rosette	Rape in phase forming rosette
Lucerne				
1,50	0,89	2,71	1,23	2,20
1,46	0,88	2,81	1,14	2,47
1,50	0,88	2,76	1,14	2,42
1,46	0,88	2,75	1,24	2,22
1,49	0,88	2,74	1,25	2,19

The usefulness in the technique of plants' protection of the presented modulus of the sprayed surfaces' location (chart 2) was widely discussed by the authors in the published materials (Łuczycza i in. 2013).

A lot of books about examining the characteristics of plants show the interest of scientists in the issue discussed in this article. Among the main topics in that area are: determining the photosynthetic surface of plants with the use of video-computer method (Kielbasa i Juliszewski 2005), determining the influence of the mixed nitric fertilization on the crops, and the indlucence of the chemical protection of plants in conditions of varied cultivation systems (Andruszczak i in., 2012; Gołębiewska i Sekutowski, 2007), as well as research concerning the rate of the level of leafage: LAI – the surface of leaves and MTA – the angle of leaves' gradient (Biskupski i in. 2007; Biskupski i in. 2009; The double-stream nozzles are better than one-stream ones when it

Woźniak 2008). However, these methods cannot be used for experiments connected with applying plant health products as they do not refer to the surface projections of the plants that are the main target of the drops of liquid sprayed by the nozzle. It is related with the fact that during such treatment the sprayed surfaces are "seen" by the nozzle as a vertical or horizontal projection.

Ejector nozzles (one-stream CVI and double-stream CVI TWIN) were chosen for the research on the coverage degree of the sprayed objects. The results of the research on the coverage degree of particular surfaces were presented in figures 10 and 11.

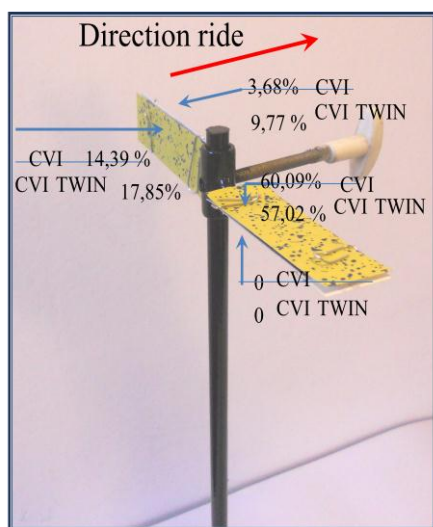


Fig. 9. Coverage degree of vertical and horizontal objects for selected type nozzles, 4 km/h

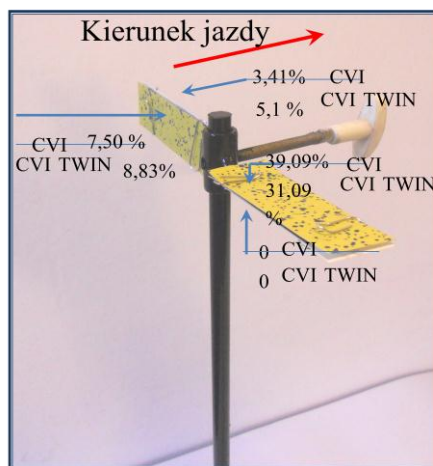


Fig. 10. Coverage degree of vertical and horizontal objects for selected type nozzles, 12 km/h

Figure 9 presents the results of the research on the coverage degree of the sprayed objects at the ride speed of 4 km/h, and figure 10 presents the results for the speed of 12 km/h. The coverage degree of horizontal surfaces was higher with the use of the CVI nozzle. On the other hand, the CVI TWIN use resulted in receiving higher values during the sprayed of vertical surfaces.

comes to covering both vertical surfaces at the same time, regardless of the ride speed. In the course of all the measurements taken during the research, no trace of covering the bottom horizontal objects was ascertained. A lot of authors indicate that the choice of the correct nozzle is an important aspect in plant protection on fields as well as in the gardens or indoors. (Guler i wsp. 2007; Kierzek 2007; Tadel 2007; Kierzek i Wachowiak 2009).

4. Conclusion

1. The analysis of the results of the research on the coverage degree of sprayed objects obtained with the use of select nozzles showed big differences in the coverage of horizontal and vertical surfaces.
2. On the basis of received results and their analysis we can state that the characteristic feature of the examined nozzles is the different range of the coverage degree of vertical and horizontal surfaces. One-stream nozzles are better at covering upper horizontal surfaces while double-stream nozzles are better at covering vertical surfaces.
3. The surface of horizontal and vertical projections and the rates of sprayed surfaces are parameters in which the examined plants differed most.
4. The W_{po} factor determining the mutual ratio of the sprayed surfaces makes it easier to make the right choice of the nozzle used for protecting plants when it comes covering the sprayed plants with liquid as efficiently as possible.

The project is co-funded by the European Union under the European Social Fund.

5. Literature

- Andruszczak S., Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E. 2012. Wpływ niektórych środków ochrony roślin na kształtowanie powierzchni liści i kąta ich nachylenia u wybranych odmian ozimych pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.). Postępy w ochronie roślin / Progress in plant protection. 52. 1: 163-166.
- Biskupski A., Kaus A., Włodek S., Pabin J. 2007. Zróżnicowane nawożenie azotem a plonowanie i wybrane wskaźniki architektury łanu kilku odmian pszenicy jarej. Inżynieria Rolnicza. 91. 3: 29-36.
- Biskupski A., Włodek S., Pabin J. 2009. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na wybrane wskaźniki architektury łanu oraz plonowanie roślin. Fragmenta Agronomica. 26. 4: 7-13.
- Gołębiowska H., Sekutowski T. 2007. Ocena selektywności herbicydów stosowanych w monokulturze kukurydzy z wykorzystaniem wskaźnika powierzchni liści (LAI) i kąta

- nachylenia liści (MTA). Inżynieria Rolnicza. 91. 3: 51-58.
- Guler H., Zhu H., Özkan H.E., Derksen R.C., Yu Y., Krause C.R. 2007. Spray characteristics and drift reduction potential with air induction and conventional flat-fan nozzles. Transactions of the ASABE. 50(3): 745–754.
- Kierzek R. 2007. Skuteczna ochrona roślin [cz. II]. Dobór rozpylaczy do zabiegów polowych. Ochrona Roślin. 1. 52: 32–35.
- Kierzek R., Wachowiak M. 2009. Wpływ nowych typów rozpylaczy na jakość pokrycia roślin ziemniaków cieczą użytkową. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin. 49. 3: 1145–1149.
- Nieróbca A., Zaliwski A., Horoszkiewicz-Janka J. 2010. Rozwój internetowego systemu wspomagania decyzji w ochronie zbóż. Inżynieria Rolnicza 7(125). s. 167–173.
- Łuczycka D., Szewczyk A., Cieniawska B. 2013. Ocena jakości opryskiwania w literaturze przedmiotu. Materiały Konferencyjne Racjonalna Technika Ochrony Roślin. 112-123.
- Oerke E.C., Dehne W., Schönbeck F., Weber A. 1994. Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. Elsevier Science. ISBN 0444820957.
- Özkan H. E. 2008. Technological Solution to Problems Associated with Application of Pesticides. Jor. Of Agricultural Machines Sciences 4(2), s. 193-198.
- Pruszyński S. 2003. Ochrona roślin – spojrzenie w przyszłość. Racjonalna Technika Ochrony Roślin. Mat. Konf. s. 5-16.
- Pruszyński S. 2010. Stan obecny i przewidywane kierunki zmian w ochronie roślin do 2020 roku. Studia i raporty IUNG – PIB. Puławy 14: 207-242.
- Szewczyk A., 2002. The impact of sprayer work parameters on field beam position in a vertical plane for some tractor-attached sprayers. Maintenance and Reliability PAN Lublin. Nr 3(15). s. 13–18.
- Szewczyk A. 2010. Analiza ustawienia, parametrów i warunków pracy rozpylacza w aspekcie jakości opryskiwania upraw polowych. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. ISSN 1898-151.
- Szewczyk A., Łuczycka D., Cieniawska B., Rojek G. 2012. Porównanie stopnia pokrycia obiektów opryskiwanych wybranymi rozpylaczami eżektorowymi – jedno i dwustrumieniowym. Inżynieria Rolnicza. Nr 2 (136). s. 325-334.
- Tadel E. 2007. Technika ochrony polowych upraw wysokich ze szczególnym uwzględnieniem kukurydzy. Mat. Konf. Racjonalna Technika Ochrony Roślin. 100-106.
- Woźniak A. 2008. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na indeks powierzchni liści (LAI). Acta Agrophysica. 12. 1: 269-276.

The quality of procedure spraying on crops flat in the aspect of the characteristics of sprayed plants

Jakość zabiegu opryskiwania upraw płaskich w aspekcie charakterystyki opryskiwanej rośliny

PhD Student Eng. Beata Cieniawska, Prof. Assoc. Deta Łuczycka, Prof. Assoc. Antoni Szewczyk,
Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Institute of Agricultural Engineering, Poland
e-mail: antoni.szewczyk@up.wroc.pl

Abstract: The use of plant protection products are the most effective method to protect crops from pests. The primary goal of procedure is to spray as effective as possible to control pests. The effectiveness of this, like the level of pesticide use and safety during procedure depends largely on the quality of the liquid spray atomization. One of the three determinants of the quality of the procedure spray is the degree of coverage of sprayed objects. However, both the coverage and the other two - applying the liquid spray and the uniformity distribution of liquid. None of these indicators do not take into account the characteristics of the plant spray. Therefore, the UP Institute of Agricultural Engineering in Wrocław was conducted a two-phase study, whose aim was to show the degree of coverage of sprayed objects in the aspect of the characteristics of sprayed plants in the flat field crops.

KEYWORDS: SPRAY, THE DEGREE OF COVERAGE, CHARACTERISTIC SPRAY PLANT

1. Introduction

Chemical method of plant protection has been the most effective way to protect plants against pests. (Adamczewski, Dobrzański 2006; Pruszyński, Pruszyński 2013 Pruszyński 2005; Özkan 2008). The important aspect of the use of plant health products is their biological efficiency which depends on various factors: atmospheric, physical and chemical features of the liquid, technical and technological parameters of the nozzle, and the nozzles used. (Kierzek i Wachowiak 2009). Numerous authors mention the matter of choice of the right nozzle. The quality of the procedure depends on the careful selection of the nozzle and the use of proper working parameters. The primary criteria of the nozzle's work assessment are three indicators: uniformity precipitation of the sprayed liquid, coverage degree of sprayed objects and appliance of the liquid (Guler i wsp. 2007; Kierzek 2007; Nuyttens i wsp. 2009; Szewczyk i in. 2013; Wachowiak i Kierzek 2009). However, none of the indicators includes the parametric characteristics of the sprayed plant. Including the so-called spraying characteristics allows to increase the effectiveness of spraying and at the same time decrease environmental threats. That is why a two-stage research has been carried out at the Institute Agricultural Engineering at Wrocław University of Environmental and Life Sciences. Its aim was to present the covering degree of sprayed plants in terms of characteristics of sprayed plants in outdoor cropping.

2. Material and methods

The research was carried out in laboratory conditions at a specially prepared site. The scheme of the site is displayed in figure 1. The primary element of the site was the nozzles' carrier that functioned as a carrier itself.

The road of the carrier was divided into three parts. At the start, the carrier reached its given speed, along the ten-metre measurement line three artificial plants, that served as repetitions, were placed, and at the end the carrier slowed down and stopped. At the beginning of the measurement line the sensor was a stopwatch that was turned on, and at the end of the line it was switched off. Thanks to that there was an additional control of the carrier's speed.

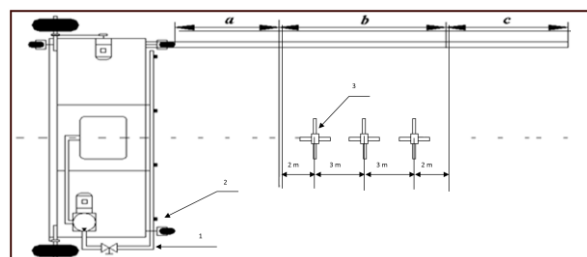


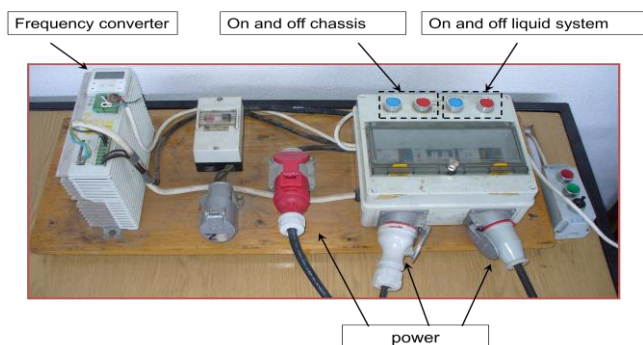
Fig. 1. Schematic representation of the measurement stand: a – run line, b – a measurement line, c – ending line, 1 – nozzles carrier, 2 – nozzles, 3 – an artificial plant



Fig. 2. Photo of an artificial plant: 1 – vertical approach (Anj), 2 – vertical leaving (Aoj), 3 – upper level (Apog), 4 – lower level (Apod)

The sprayed objects were artificial plants with attached WSP probes (fig. 2).

The change of work speed was followed by setting the correct value on the frequency converter responsible for controlling the electric engine (fig. 3). For the ride speed of $1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ the frequency was 12,5 Hz, and for $3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ – 36,5 Hz.



Rys. 3. Controlling panel

The following nozzles were used for the research: AXI 11002, AVI 11002, AVI TWIN 11002, DGTJ 11002, CVI 11002, CVI TWIN 11002. Both standard and ejector nozzles were used. The coverage degree of the examined objects was determined by the computer image analysis. Three representative fragments of the surface with 20x20mm dimension were chosen on the probe's area, and then the program read the value according to the formula:

$$P_{sp} = \frac{W_k}{W_p} * 100 \quad [\%] \text{ where:}$$

P_{sp} – coverage degree [%],

W_k – surface covered with liquid [pixels],

W_p – 4 cm^2 surface [pixels].

Fig. 4 presents an exemplary screenshot.

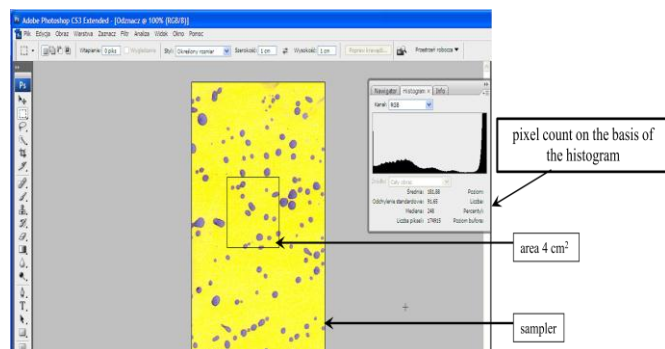


Fig. 4. Exemplary screenshot

Fig. 5 shows the fragment of a probe during its analysis.

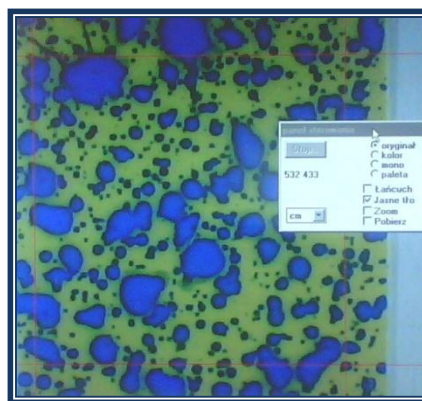


Fig. 5. View WSP covered with liquid

The second part of the research was concerned with determining the sprayed surface degree, proposed by the authors as the most useful criteria characterizing sprayed plants in terms of their usefulness in applying the liquid. The research was also carried out at the Institute Agricultural Engineering at Wrocław University of Environmental and Life Sciences, in laboratory conditions at the site, the scheme of which is shown in figure 6. The research consisted of taking photos of the surfaces of horizontal and vertical projections of the plant placed in the central spot of the chamber on a turntable. The detailed description of the method can be found in the publication sent for printing (Cieniawska, 2014).

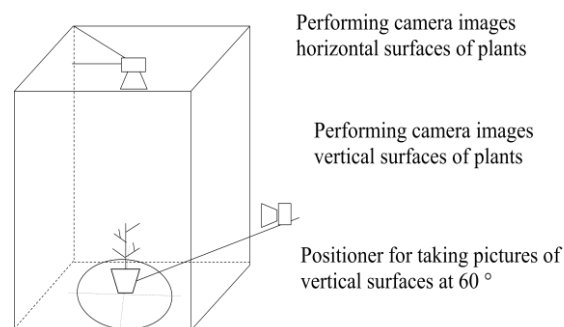


Fig. 6. Scheme of the site

The photos of the plants were taken into graphic analysis in AutoCad 2011. Below are the photos of the plants after the analysis (fig. 7 i 8).



Fig. 7. Photo of a horizontal projection of a beetroot in the stage of forming its rosette

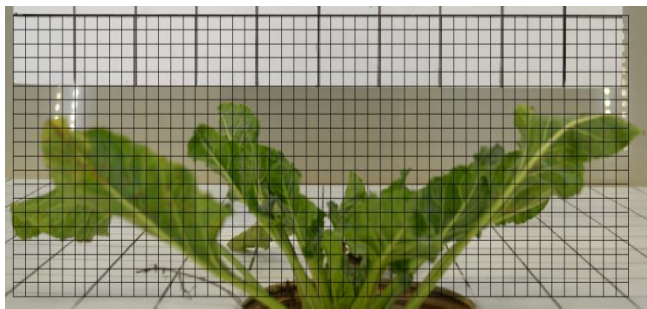


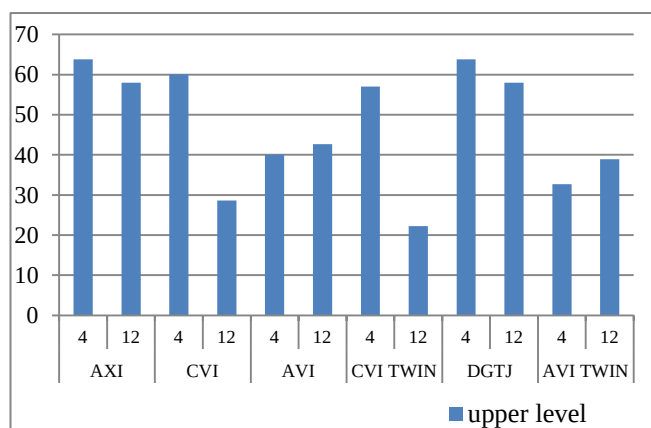
Fig. 8. Photo of a vertical projection of a beetroot in the stage of forming its rosette

Next, a calculation of the sprayed surface position ratio was made. The calculation was expressed by the formula:

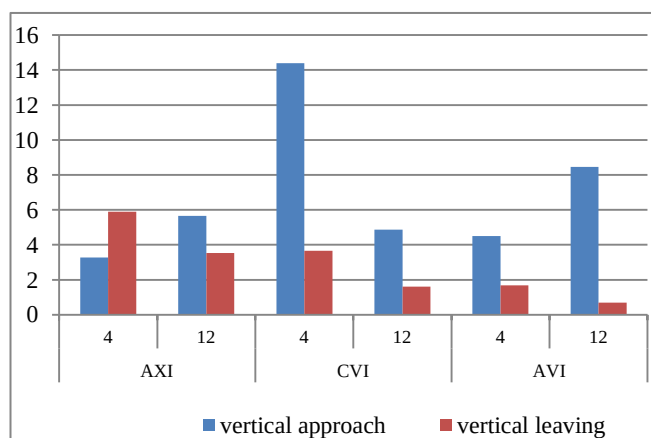
$$W_{po} = \frac{\text{projection vertical surface}}{\text{projection horizontal surface}} [-]$$

3. Results and discussion

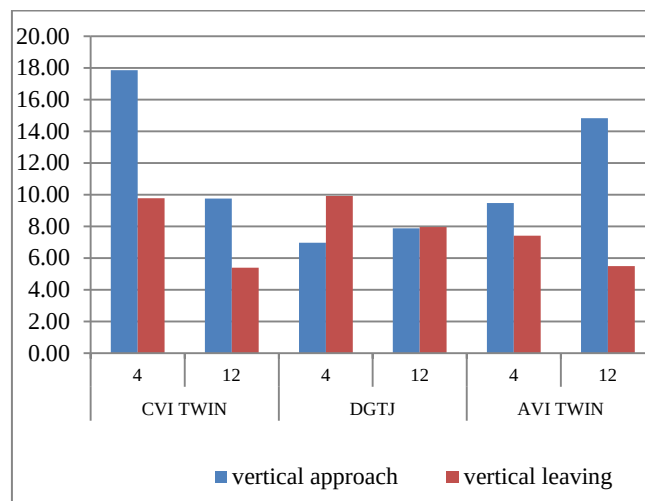
The results of the research on the coverage degree was presented on bar charts (fig. 9-11).



Rys. 9. Coverage degree of horizontal objects for selected type nozzles, for different speed



Rys. 10. Coverage degree of vertical objects for selected type nozzles, for different speed – one stream nozzles



Rys. 11. Coverage degree of vertical objects for selected type nozzles, for different speed – double stream nozzles

Figure 9 presents the results of research on coverage degree of upper level surfaces. As we can see the use of higher ride speed resulted in decreasing the value of coverage degree of those surfaces, apart from AVI and AVI TWIN nozzles, in case of which higher value of coverage degree was noticed. The AVI TWIN covered the surface the least, and the highest coverage was noticed for the one-stream AXI.

Fig. 10 shows illustrate results of the research on coverage degree of vertical surfaces with the use of vertical, one stream nozzles. Increased speed resulted in the decrease of the coverage degree of those surfaces, apart from the AXI nozzle, the use of which increased the coverage degree. In the case of double-stream nozzles, higher values of coverage degree of the examined surfaces can be seen, compared to the one stream nozzles.

According to the authors, it is important to notice that the analysis of these results showed no trace of coverage of the lower levels with the liquid, which confirms the earlier research (Szewczyk i in. 2012). What is also worth noticing is the fact that the results presented in this work were obtained in laboratory conditions where the objects' position is unchanged during the spraying. The research carried out outdoors could give different results in that matter. In the research of Kierzek and Wachowiak (2009) during the spraying of potatoes in plot conditions, the coverage of the bottom side of the leaf blades was obtained, and the coverage degree increased after the use of an adjuvant. As many authors claim, the efficiency of the spraying procedure depends on the level and equability of the liquid appliance, the equability of the cross section and the coverage degree of the sprayed surfaces.

It is mainly determined by the nozzles that are used (Zhu i in. 2006; Godyń i in. 2008) and that is why the choice of the appropriate nozzle is an important aspect in protecting both field and garden crops (Guler i wsp. 2007; Kierzek 2007; Kierzek and Wachowiak 2009).

The results of the research on the spraying characteristics are shown in charts (fig. 12 – 13). The pictures show five repetitions of obtained results of surface measurement for two kinds of plants with morphological differences.

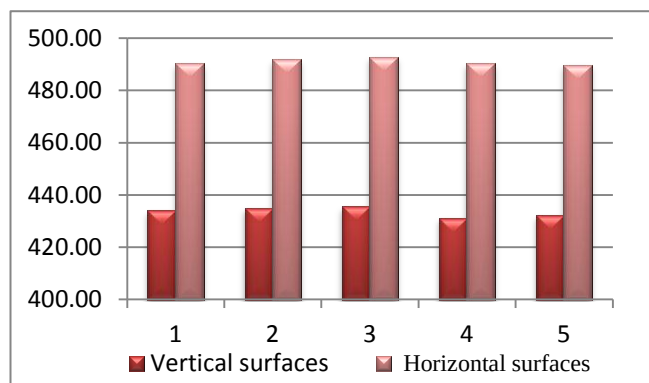


Fig. 12. Projections area horizontal and vertical rape in phase elongation shoot

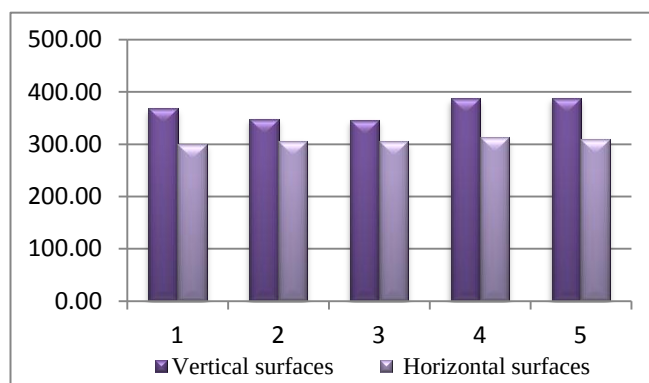


Fig. 13. Projections area horizontal and vertical beet in phase forming rosette

Table 1 presents the values of the sprayed surface position ratio. In the case of plants that had bigger vertical surface of their projections - beet in chase forming rosette – the sprayed surface position ratio was higher than 1. In the case of rape in the stage of its shoots elongation however, which had a smaller vertical surface than the horizontal one - the ratio was lower than 1.

Table 1. The results of the sprayed surface position ratio examinations

Rape in phase elongation shoot	Beet in phase forming rosette
0,89	1,23
0,88	1,14
0,88	1,14
0,88	1,24
0,88	1,25

The usefulness of the ratio presented in chart 1 was widely discussed by the authors in their published materials (Łuczycka i in. 2013).

The analysis of the available literature dedicated to the characteristics of plants shows the authors' large interest in the topic. Such an example is the use of a video-computer method to determine the photosynthetic surface (Kielbasa i Juliszewski 2005). Similar research concerned the LAI indicators– the surfaces of leaves and MTA – inclination angle of leaves, changes taking place in the field as well as determining the crop's size (Andruszczak i in., 2012; Biskupski i in. 2007; Biskupski i in. 2009; Woźniak 2008).

The project is co-funded by the European Union under the European Social Fund.

4. Conclusion

1. On the basis of the carried research on the coverage degree of sprayed objects, big differences in the vertical and horizontal coverage were noticed.
2. On the basis of the carried research, as well as its analysis, we can ascertain that the examined nozzles cover vertical and horizontal surfaces differently. For the one-stream nozzles higher values of coverage degree of the upper horizontal surfaces were noticed while for the double-stream nozzles- vertical surfaces.
3. The obtained results and their analysis also indicate that the accepted ratio of the sprayed surface W_{po} , that characterizes the sprayed plant and its developmental stage, makes it much easier to choose the right nozzle for such procedure.

5. Literature

- Adamczewski K. Dobrzański A. 2006. Chemiczne zwalczanie chwastów – teraźniejszość i przyszłość. *Fragm. Agron.* 23(4), 7-25.
- Andruszczak S., Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E. 2012. Wpływ niektórych środków ochrony roślin na kształtowanie powierzchni liści i kąta ich nachylenia u wybranych odmian ozimych pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.).

Postępy w ochronie roślin / Progress in plant protection. 52. 1: 163-166.

Biskupski A., Kaus A., Włodek S., Pabin J. 2007. Zróżnicowane nawożenie azotem a plonowanie i wybrane wskaźniki architektury łanu kilku odmian pszenicy jarej. Inżynieria Rolnicza. 91. 3: 29-36.

Biskupski A., Włodek S., Pabin J. 2009. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na wybrane wskaźniki architektury łanu oraz plonowanie roślin. Fragmenta Agronomica. 26. 4: 7-13.

Godyń A., Hołownicki R., Doruchowski G. 2008. Ocena rozkładu cieczy opryskowej w sadzie jabłoniowym wykonana za pomocą papieru wodnoczułego. Inż. Rol. 4 (102): 299–305.

Guler H., Zhu H., Özkan H.E., Derksen R.C., Yu Y., Krause C.R. 2007. Spray characteristics and drift reduction potential with air induction and conventional flat-fan nozzles. Transactions of the ASABE. 50(3): 745–754.

Kiełbasa P., Juliszewski T. 2005. Pomiar powierzchni liści wybranych roślin metodą video-komputerową. Inżynieria Rolnicza. 74. 14: 169-175.

Kierzek R. 2007. Skuteczna ochrona roślin [cz. II]. Dobór rozpylaczy do zabiegów polowych. Ochrona Roślin. 1. 52: 32–35.

Kierzek R., Wachowiak M. 2009. Wpływ nowych typów rozpylaczy na jakość pokrycia roślin ziemniaków cieczą użytkową. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin. 49. 3: 1145–1149.

Łuczycka D., Szewczyk A., Cieniawska B. 2013. Ocena jakości opryskiwania w literaturze przedmiotu. Materiały Konferencyjne Racjonalna Technika Ochrony Roślin. 112-123.

Nuytens D., de Schampheleire M., Verboven P., Brusselman E., Dekeyser D. 2009. Droplet size-velocity characteristics of agricultural sprays. Trans. ASABE 52(5): 1471–1480.

Pruszyński S. 2005. Plant protection in Poland: Past, present and future. Ann. Rev. Agric. Eng. 4(1): 11–20.

Pruszyński S., Pruszyński G. 2013. Zrównoważone stosowanie pestycydów. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego. 2, 23-38.

Szewczyk A., Łuczycka D., Cieniawska B., Rojek G. 2012. Porównanie stopnia pokrycia obiektów opryskiwanych wybranymi rozpylaczami eżektorowymi – jedno i dwustrumieniowym. Inżynieria Rolnicza. Nr 2 (136). s. 325-334.

Szewczyk A., Łuczycka D., Rojek G., Cieniawska B. 2013. Wpływ prędkości i typu rozpylacza na stopień pokrycia poziomych i pionowych powierzchni opryskiwanych. Inżynieria Rolnicza. 4 (147). s. 355-364

Woźniak A. 2008. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na indeks powierzchni liści (LAI). Acta Agrophysica. 12. 1: 269-276.

Zhu H., Derksen R.C., Guler H., Krause C.R., Özkan H.E. 2006. Foliar deposition and off-target loss with different spray techniques in nursery applications. Transactions of the ASABE 49 (2): 325–333.