МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО, НАУЧНО ПРИЛОЖНО И ИНФОРМАЦИОННО СПИСАНИЕ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ, НАУЧНО ПРИЛОЖНЫЙ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ
INTERTAIONAL SCIETIFIC, SCIENTIFIC APPLIED AND INFORMATIONAL JOURNAL

МЕХАНИЗАЦИЯ на земеделието

Бр. 3
2013

Година LIX, ISSN 0861-9638, бр.3/2013, София

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ ПО МАШИНОСТРОЕНЕ
БЪЛГАРСКА АСОЦИАЦИЯ ПО МЕХАНИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

ИЗДАТЕЛИ

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ ПО МАШИНОСТРОЕНЕ

БЪЛГАРСКА АСОЦИАЦИЯ ПО МЕХАНИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

PUBLISHERS

SCIENTIFIC-TECHNICAL UNION OF MECHANICAL ENGINEERING

БЪЛГАРСКА АСОЦИАЦИЯ ПО МЕХАНИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

ГОДИНА LIX БРОЙ 3 / 2013 ISSN 0861-9638 YEAR LIX ISSUE 3 / 2013

Списанието „Механизация в земеделието е продължител на списанията „Машинизирано земеделие” (1948-1957), „Механизация и електрификация на селското стопанство” (1959-1980) и „Механизация на селското стопанство” (1981-1991)

Адрес на редакцията:
Ул. „Г. С. Раковски” 108
Етаж 4, офис 411
1000 София
Тел/факс 02 986 22 40, тел: 02 987 72 92
www.mech-ing.com, nts-bg@mech-ing.com

За рекламодатели и спонсори:
Банкова сметка:
IBAN: BG70 PRCB 9230 100779 0819,
BIC: PRCBBGSF
Получател: НТС по машиностроене
ПРОКРЕДИТ БАНК:

МЕХАНИЗАЦИЯ на земеделието

научно, научно-приложно и информационно списание

ISSN 0861 - 9638 Година LIX, 3/2013, София

СЪДЪРЖАНИЕ:

ADVANCED INFORMATION TECHNOLOGIES IN PRECISION FARMING

Assoc. prof. Veselina Nedeva, PhD[1], Asst. Prof. Zlatin Zlatev[2], Asst. Prof. Svetoslav Atanasov[3]
Trakia University – Stara Zagora, Faculty of Technics and Technologies – Yambol, 38 Graf Ignatiev str., Yambol, Bulgaria

Absract: *Presented in this paper is the authors' research of the different applications of the newest information technologies in agriculture. Provided in this article is information concerning the use and application of GPS receivers and GIS software, which are valuable for the up-to-date agriculture. These technologies and their applications provide numerous possibilities, as for example mapping of the nature's resources, evaluation of the environmental impact, mapping of different soil types, etc.*
The different applications of the available hardware and software, which affects the efficacy and productivity of the agricultural activities, were analysed. Low-cost RTK-GPS receiver is represented. A technology for the data processing of the digital mapping information is provided as well.
KEYWORDS: PRECISION FARMING, GIS, DATA PROCESSING

1. Introduction

Implementation of new information and communication technologies in agriculture is relatively slow compared to the using of digital technologies in other industrial sectors. Key to improving the competitiveness of agricultural production is the spread of information technology in this area.
Geographic information systems (GIS) are advanced information technologies for mapping and analysis of real-world objects [8, 9]. Geo-information systems are a natural and necessary component of information systems which stored spatial data. Such a structure have information systems in agricultural field [1,2,6]. The main areas of application of GIS in agriculture are increasing of agricultural production, optimization of transport and distribution.
One of the most promising directions in agriculture is a precision farming. It uses different types of data:

- Results of soil samples and their geographical location;
- Processing of remote sensing data;
- Digital thematic maps.

Development and application of precision farming methods open up new possibilities for the management of processes in plant and animal production through the use of modern information technologies [5].
Some of the advanced technologies have been developed as standard applications such as the Global Positioning System GPS used for mapping and processing of agricultural lands and the management of agricultural machinery.

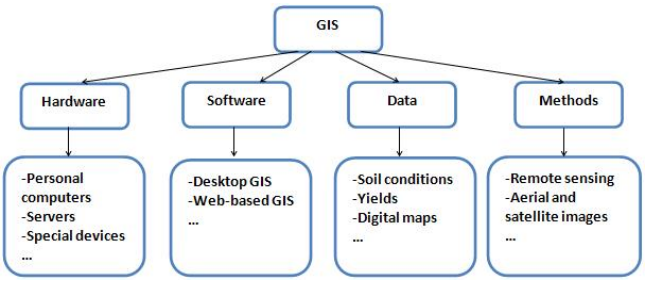


Figure 1. Structure of GIS

Current developments in the field of precision agriculture has focused on building sensors by producing information about the condition of the soil and plants grown from a distance in real time including image processing and remote sensing [7].
Another direction of this technology is the use of digital map-graphic information allowing operationally drawing maps for the state of the crop at current time which are the basis for further decision making. So we can define the areas of the field where you need to be further imported fertilizers.

Particularly important is the information of digital maps for factors such as:

- Yield and type of crops;
- The type of mechanical and chemical treatment of the soil;
- Spatial distribution of the diseases of the crop;
- The dynamics of the spread of harmful insects.

With this information there are real opportunities for in-depth analysis, forecasting and optimization of the agricultural farms. Especially important is the application of geo-information technologies to remote sensing by aerial photographs, satellite photos for complex thematic deciphering of the area.
Complex GIS incorporate these digital maps for mineral content in the soil types and their characteristics, a map of the slopes with a digital model of the terrain and exposed slopes, temperature, climatic and hydrological conditions [3].
Particularly very important is the information of the digital map to the sequence of factors such as type and yield of crops such as the chemical and the chemical treatment of the soil, the spatial distribution of the diseases of crops, and the dynamics of the distribution of the harmful insect. With this information, there are real opportunities for in-depth analysis, forecasting and optimization of the agricultural farms.

2. GIS software

ArcGIS is a family of software products of new generation. They were developed by company ESRI [12] that is recognized as a leader in the creation and distribution of leading GIS, taking into account the latest developments in IT and the growing demands of multiple users. The platform is the optimal solution for the creation of a corporate GIS, which can be a foundation for managing large-scale organizations.
ArcGIS is built on the basis of standards in software, namely Object Architectures COM, NET, Java, XML and SOAP. It provides extensive support for common standards, flexibility of the proposed solutions and opportunities for interaction. ArcGIS 9 can be used on personal computers, servers, over the Web or in the "field."
There are many software products that are compatible with ArcGIS through which experts solve problems of different nature. Leica Photogrammetry Suite (LPS) works with images of various formats derived from a wide range of sensing devices, including black and white, color, high resolution multi-spectral capacity. This process serves a wide range of formats, ground control data from the GPS systems and orientations, vector data and processed images.

Definiens [11] specializes in the development of algorithms for image analysis based on its patented Definiens Cognition Network Technology®. It implements object-oriented methodology for image recognition imitating human perception. It is the leading technology in the world in today's stage according to the degree of automation and applied finish of the result. This technology is effective in the analysis of all types of images: black and white, color, quality or ambiguous, simple and complex space pictures.

Definiens technology works as a link between data processing for remote sensing and geo-information systems. Information systems applied Knowledge base Definiens Cognition Network which is a set of rules for the analysis of images formed by experts in deciphering the objects. The difference between this Knowledge base and others in this area is that the rules do not apply to individual pixels but to a segment which allows to take into account not only their own signs of these segments but the signs of surrounding objects, i.e. spatial context. Because of this Knowledge base is adaptive and an appreciation of the places the appearance of identical objects in different environments. In Definiens Cognition Network Technology is carried multilevel interactive process of identification, analysis and classification of objects according to rules that are set by the user in the Knowledge base. The resulting objects that can be exported in vector format or transmitted in GIS, accompanied by their attributes describing their properties, which can later be used for spatial analysis in GIS already.

Land Desktop, Autodesk Civil Design and Autodesk Survey [10] are a family of systems for experts in designing and maintaining infrastructure, planning and management areas, surveyors and others. Autodesk Land Desktop that is created on the AutoCAD 2004 and Autodesk Map provides specialized resources for infrastructure design as COGO and mapping, terrain modeling, trails, and lots more. It is characterized by flexible interface and tools for organization and centralized data management in a project.

It extends the capabilities of Autodesk Map with specific functionality for activities related to land. It includes powerful and intuitive tools to create and mark points of geodetic measurements to define and edit parcels and locations of roads, to automate the procedure for plotting to create terrain models and to calculate volumes and surfaces.

3. Applications of GPS units

GPS systems are used to track in real time workflow machinery, tractors and combine harvesters. Besides monitoring the positioning system is also used for:

- Control of tanks and bunkers;
- Control level and fuel consumption;
- Ability to send SMS-s configured with different criteria: minimum level of reservoir, maximum level of bunker, hour meter, and others;
- To perform remote diagnostics of the machine (for machines with on-board computer and CAN);
- Ability to connect additional equipment: mini video cameras to capture certain moments at the machine and sending it to the PC.

Field testing of the system for mapping is carried out according to the requirements of hardware and software. They are listed in Table 1 [4].

Measurements were made of arable land in the village Boyanovo, Region of Yambol.

Observed agricultural areas are characterized by heterogeneity in their application: pastures, uncultivated arable land which in turn offers different soil conditions, different vegetation and inconsistent relief. This area offers a variety of appropriate banking conditions to test the functionality of the hardware and software of the GPS.

Mobility: Unlike the widespread PDA, tablets and mobile phones devices for field measurements with GPS functionality requires protection by the hull and have to be comfortable to bring in the field and with good design that allows operation by one hand.

Reliability in operation: Field measurement devices can be built based on PC architecture or to be of type PDA. The advantage of the PC based GPS devices consists in fact they can store larger files and well visualize satellite images and bitmap maps. Unlike PC-based GPS systems the others +-based on a PDA have some drawbacks - their processors are less scrolling and opening the images takes a few minutes, the little screen monitor allows only certain parts of the image.

Operating System: The software used Arc Pad works well on Windows XP and Pocket PC / Windows CE platform, which is the advantage of this software/.

Functionality: Arc Pad software is a basic mapping and requires some settings before starting work. For full preparation and processing project created with this software are necessary additional resources included in the package ArcGIS Desktop. From this perspective Arc Pad is software application directly. For advanced users and Arc GIS Arc Pad allows high settings. Arc Pad provides creating points, polylines and polygons using drafting tools or software with GPS.

The tops of the lines and polygons can be set one by one or continuously using the GPS features of the device. Software to create maps allows editing cards directly in the field.

Project settings: This is an important element of fieldwork mapping. Arc Pad requires the prior establishment of the main elements of the project in ArcGIS. All necessary files for the project are transferred to the GPS device. After completion of field measurements data have to be sent back into Arc GIS for processing and analysis. This method has some drawbacks such as overwriting the old files on the new ones.

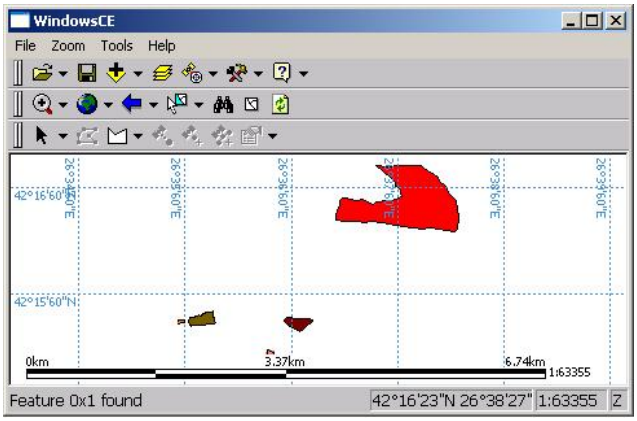


Figure .2. Agricultural areas recorded with ArcPad

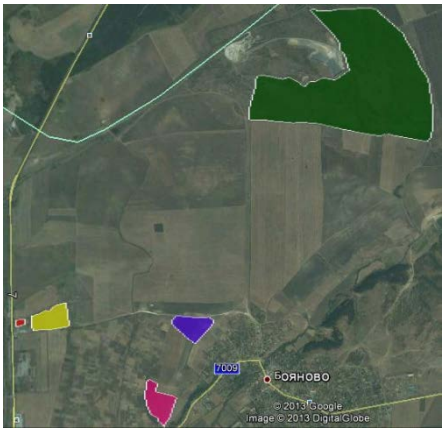


Figure 3. Satellite image of farmland enrolled in Google Earth [13]

File format compatibility: ESRI Shape files are the only vector format that is supported by ArcPad. These file formats that are not supported should be converted to the specified format. There are supported formats JPG, Mr SID, BMP, and CADRG as a part of raster formats. ArcGIS supports functions of converting the files before the files will be transferred to the GPS device.
Reliable performance: During the field test ArcPad works well but in some cases there are tendency to "crash." This problem occurs due to the limited memory of a PDA-based GPS mechanism. It is necessary to reset the device and therefore the data should be saved more frequently in such situation.

Table 1: Criteria for selection of GPS system for field measurements

<table>
<tr><td colspan="4">GPS system for field measurements</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hardware</td><td colspan="2">Software</td></tr>
<tr><td colspan="2">Mobility</td><td colspan="2">Operating system</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Technical parameters</td><td>Screen size</td><td rowspan="2">Functio-nality</td><td>Main functions for mapping</td></tr>
<tr><td>Storage</td><td>Off-line и on-line functions for mapping</td></tr>
<tr><td>Processor and RAM</td><td>Usability</td><td>Fault tolerance and easy to learn</td></tr>
<tr><td>Ergonomics</td><td colspan="2">Project setup</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Reliability</td><td rowspan="2">Ruggedness</td><td rowspan="2">Compati-bility</td><td>Fail formats</td></tr>
<tr><td>File transfer</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Average time to failure</td><td rowspan="2">Reliability</td><td>Stability</td></tr>
<tr><td>Backward compatibility</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>Maintenance</td></tr>
</table>

Another approach is to use low cost RTK-GPS receivers (e.g., u-blox NEO-6P) for precise dot placement with the help of Internet RTKLIB corrections.

Characteristics of the RTK-GPS (GSP with kinematics in real time):

- High-precision positioning technology with centimeter precision (100-fold more accurate in comparison with conventional GPS positioning);
- Use the measurement of the phase of the carrier wave signal instead of the information content of the signal, relying on only one reference station in making adjustments in real time, which achieves very high accuracy;
- Need wireless communication link between the antenna and the base station.

Characteristics of RTKLIB:

- RTKLIB programming package open source RTK-GPS. It contains portable application library and several application programs using the library;
- Distributed under license GPLv3;
- Portable C library + some applications positioning: consumer graphical interface and Windows console application under Linux.

Features of the module u-blox NEO-6P GPS:

- Low cost (approx. 140 euros);
- Receiver 50 channels, L1 frequency, C / A code;
- SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS;
- Precise point positioning algorithm for static and slow-moving objects (reaches full accuracy in just a few minutes work, unconstrained communication).

***Figure 4.* u-blox NEO-6P**

4. Application of digital image processing in precision agriculture

Identification of objects and the description of their symptoms is an important part of the application of digital image processing in precision agriculture. The analysis of the images includes:

- Extracting information on the spatial distribution of cultivated plants;
- Performance of experimental measurements for determining the amount of herbicide that can be used against weeds;
- Identification of the local distribution of plants and their morphology.

An important difference between the preparation of images for field crops and pastures is that when pastures are unnecessary high-resolution images. Identification of pastures can be performed by texture features of images.

Thanks to digital imaging analysis of weeds in arable land can be done several times before and after harvest. Photos do not permit precise identification of individual plants, but clearly present weeded large areas.

5. Conclusion

Based on the study of the application of the most advanced information technologies in agriculture is considered the use and application of GPS and GIS technologies that are valuable in modern agriculture. These technologies and their application reveal many possibilities for use as a mapping of natural resources; evaluate the impact of environment mapping soil types and more.

GIS can be considered as a concept for reducing errors in decision-making due to seasonal changes in the characteristics of soils. Technology development in agriculture is mainly due to technical innovation and profits obtained in their application.

6. Литература

[1] Aubert B. A, A. Schroeder, J. Grimaudo, IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology, (2012), Decision Support Systems, v.54, p.510–520

[2] Bairagi, G.D., Hassan, Z., (2002), Wheat Crop Production Estimation Using Satellite Data. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 30(4), p.213–219

[3] Carranza E.J.M., M. Hale, C. Faasen, (2008), Selection of coherent deposit-type locations and their application in data-driven mineral prospectivity mapping, Ore Geology Reviews, v.33, p.536–558

[4] Cleg P., L. Bruciatelli, F. Domingos, R. Jones, M. Donatis, R. Wilson, (2006). Digital geological mapping with tablet PC and PDA: A comparison, Computer&Geosciences 32, p.1682-1698

[5] De Smith M., Goodchild M, Longley P. Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools. Leicester: Matador; 2007.

[6] Goswami S.B., A Review: The application of Remote Sensing, GIS and GPS in Precision Agriculture, International Journal of Advanced Technology & Engineering Research (IJATER), ISSN: 2250 – 3536,v.2, Issue 1, January 2012

[7] Junying, S, Jinliang, H., Jing, C., Lihui, W., (2009), Grain Yield Estimating for Hubei Province Using Remote Sensing Data –Take Semilate Rice as an Example, 2009 International Conference on Environmental Science and Information Application Technology,p.497-500.

[8] Schellberga J., M. J. Hill, R. Gerhardsc, M. Rothmundd, M. Braune, (2008), Precision agriculture on grassland: Applications, perspectives and constraints – a Review, Europ. J. Agronomy, v.29, p.59–71

[9] Wangia V.,T. I. Shireman, A review of geographic variation and Geographic Information Systems (GIS) applications in prescription drug use research, (2013), Research in Social and Administrative Pharmacy, p.1–22 (in press)

[10] http://www.autodesk.com/

[11] http://www.definiens.com/

[12] http://www.esri.com/

[13] http://www.google.com/earth/index.html

APPLICATIONS OF A LASER SCANNER IN CROP PRODUCTION

Dr. Ehlert D. [1] , Dipl.-Ing. Heisig M. [1]
Leibniz Institute for Agricultural Engineering, Potsdam, Germany

Abstract: *New laser rangefinder scanners were developed specifically for drivers' assistance and autonomous guiding in road vehicles. These sensor systems were tested in the past years regarding the potential for agricultural engineering purposes. In a first part of the paper a 2D laser rangefinder scanner was tested for detecting round bales on a harvested field from winter rye. In a second part the laser scanner was used for modelling crop stands and measuring crop biomass in winter wheat (R^2=0.96) and maize (R^2=0.95). In a third part, it was demonstrated that the height of the reflection point increased in a considerable manner depending on the detecting angle of the laser beam; resulting in an overestimation of crop height respectively of crop biomass.*

Keywords: LASER SCANNER, MEASUREMENTS, OBJECT POSITIONING, CROP STAND MODELLING, CROP BIOMASS, ERROR SOURCES

1. Introduction

For industrial purposes and remote sensing, laser rangefinder scanners are wide established already, whereas the potential of laser rangefinders for agricultural applications was presented in first publications. In the sector of agricultural machinery, laser rangefinders are installed onto a few market available combine harvesters. The company CLAAS offers the "Laserpilot" for the Lexion series to detect the edge of crop stands for auto-guidance. This results in optimum cutting width and threshing performance. A similar solution "SmartSteer" can be found on CX combine harvesters from CASE-NEW HOLLAND. However, these laser rangefinder sensors are not able to detect specific crop stand parameters like crop biomass and swath volume for controlled ground speed and obstacles to avoid crashes. Today's market available laser rangefinders are very different in prices and performance parameters. Simple laser rangefinders cost less than 1000 € and airborne high end laser scanner systems are about up to 1000000 €.

There are potential detection objects in agriculture which can be used for supporting production processes in crop production (Fig. 1).

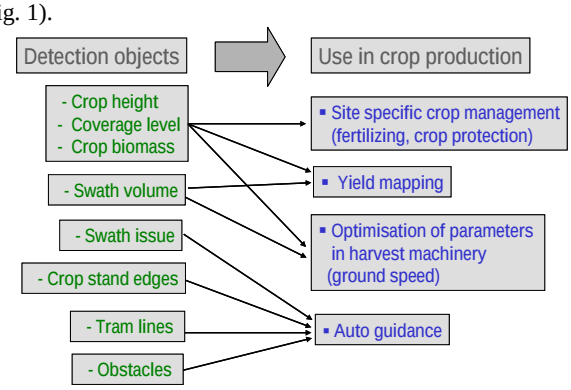


Fig. 1 *Detection objects and their use in crop production*

Crop height, leaf cover, and biomass are important parameters for the assessment of crop stands. Based on these parameters, expected crop yields can be appraised and the amount of fertilisers and pesticides for site-specific crop management can be optimised. Moreover, during harvesting, process parameters on combine–as ground speed or the rotation speed of functional units (rasp-bar cylinder, cutter head)–can be adapted to crop conditions. Furthermore, autonomous guidance of agricultural machinery along tramlines and crop edges are of great interest to increase the machinery performance and to reduce the workload for the driver (auto guidance). For gathering these parameters, suitable sensors are needed with high robustness and at low cost. In the recent years, first research was carried out to investigate the potential of laser rangefinders for vehicle based measuring of physical properties in crop stands (Thösink et al. 2004, Ehsani & Lang, 2002, Hosoi & Omasa, 2009, Kaizu & Noguchi, 2009, Saeys et al., 2009, Dworak et al, 2011). The objective of the paper was to demonstrate the suitability of a 2D laser scanner (Fig. 2) for detection of round bales, for measuring crop biomass and its specific measuring features.

Fig. 2 *Laser scanner ibeo ALASCA XT.*

Table 1: *Technical data of laser scanner ibeo-ALASCA XT (Time-of-flight-principle)*

- Measuring range …… 0.3-200 m
- Wave length …….. 905 nm
- Scan frequency …….. 12,5 Hz
- Angle resolution …… 0.125°/0.25°/0.5°
- Voltage ……... 12-15V –
- Power requirement ……... 20 W
- Safety class …….. 1
- Length/height/width ……. 204/215/377 mm
- Mass …… ca. 3.0 kg

2 Methods and Materials

2.1 Detection of round bales

Based on own experiences and on analysis of market available laser rangefinders, a laser scanner–developed for automobile driver assistance (ibeo-ALASCA XT, Automobile Sensor GmbH, Hamburg, Germany)–was chosen. In summer 2009, the laser scanner was mounted on a mast in front of a tractor (Fastrac) for scanning round bales (diameter 1.55 m, width 1.25 m) on a harvested field from winter rye (Ehlert et al. 2010). For positioning, a DGPS-antenna (Trimble AgGPS 132 receiver with Omnistar VBS correction service; position accuracy about 1 m) was installed on the roof of the tractor (Fig. 3). While tests, the tractor was moved with a ground speed of about 2.8 ms^{-1} between the bales at different courses. In our investigations the sensor worked with a rotation frequency of 12.5 Hz.

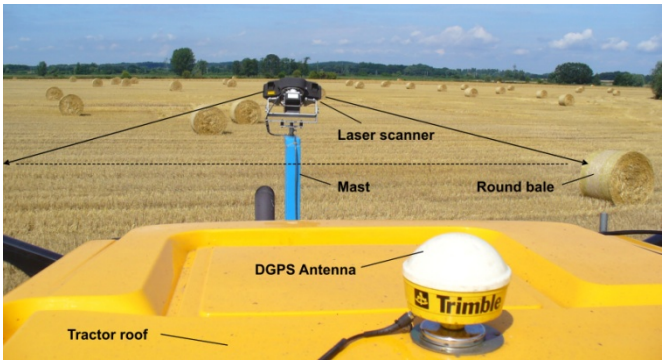


Fig. 3 *Test arrangement for bale scanning*

2.2 Measurement of crop stands

Mounting the laser scanner on a vehicle, the measured range l_R depends on the height of the laser scanner h_S above the ground and the inclination angle φ of the sensor (Fig. 4). The measured range l_R is not suitable to describe crop stands in a plausible manner.

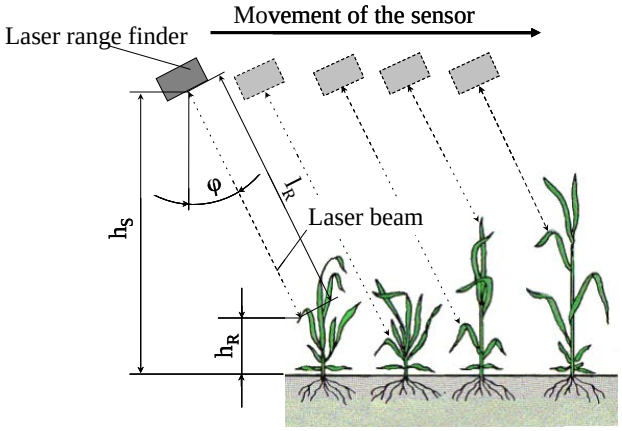


Fig. 4 *Measuring principle and parameters for calculation of reflection height (h_R).*

Therefore, the mean height of reflection point h_R was calculated to improve the interpretation of results. From measured reflection distances and the adjusted inclination angle of the laser scanner, the reflection height for each reflection point was calculated according formulae:

$$h_R = h_S - l_R \cos \varphi \quad (1)$$

where, h_R - height of reflection point,
h_S - height of the laser scanner
l_R - measured range, φ - inclination angle of the sensor

For measuring crop biomass in winter wheat and maize, the basic vehicle was positioned beside plots with varying crop biomass in the field. After scanning the individual plots, the biomass was harvested and weighted with a scale. Taking into account the harvested area, the specific crop biomass in kg m^{-2} or t ha^{-1} (crop biomass density) was calculated. In a second run, the harvested area with the stubbles was scanned for calculation of the reduction of mean reflection height. In a last step, the crop biomass harvested and the reduction of mean reflection height was used for calculation of the quality of the functional relation between both parameters.

2.3. Measuring behaviour of a laser scanner

In investigations performed under field conditions, it was recognized that the height of the reflection point for crop stand assessment depends on the beam parameters, reflection distance, and detecting angle of the sensor. It was observed that increased resulting angles α cause an increased mean height of the reflection points (Ehlert et al., 2013). This phenomenon indicates that farther crop plants generate higher reflection points, thereby resulting in an overestimation of the crop biomass. For crop sensing on agricultural machinery, this measuring behavior would be a relevant problem, e.g., in the variable rate application of agro-chemicals and process-optimized forage harvesters and combine harvesters.

In face of these unsolved problems, the objectives were as follows:

- To investigate the measuring properties of a chosen laser scanner depending on the inclination angle φ and scanning angle γ in crop stands.
- To analyze the error sources for vehicle-based laser scanner measurements in these crop stands.

In June 10, 2009, the scanner was tested along a plane transect (tramline) with a length of approximately 700 m in a field with winter rye (BBCH 85). Taking into account the arrangement on agricultural machinery, a specific mast construction was performed (Fig. 5).

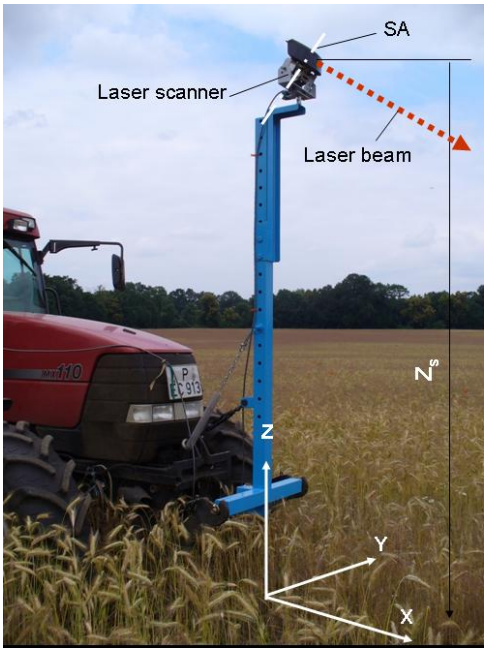


Fig. 5 *Test arrangement in the winter wheat field*

The sensor inclination angles were φ = 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, and 80°. The sensor was attached in a middle position of the tractor in a height of Z_S = 3.29 m, and the ground speed was approximately 2.6 ms^{-1}. To avoid other error sources resulting from mounting the sensor not precisely and due to asymmetric crop growth, the transect was passed in both directions.

In the test, a Differential Global Positioning System (DGPS) (Trimble AG132 [Trimble Navigation Limited, Sunnyvale, California, USA] with reference signal OmniSTAR VBS Germany; accuracy 1 m) was used for positioning.

The lag of the scanned area in relation to the DGPS antenna of the tractor, which resulted from different inclination angles φ, was compensated by a specific transformation program for coordinates produced in MatLab R2011b (The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, USA).

Parameters (Fig. 6) of the transformation program were: The inclination angle φ, the scanning angle γ, the measured range l_R, the height of the scanner above the ground Z_S, the scanning frequency, the DGPS position, the update rate of the DGPS position, the offset between the GPS-antenna and the laser scanner, and the ground speed of the tractor.

During driving the tractor makes pitching, rolling, and yawing movements around a zero position. Related on short measuring times and ways, resulting errors can be relevant. Because the path length was 700 m for every inclination angle, the calculated tendencies are based on a long measuring time with millions of single points.

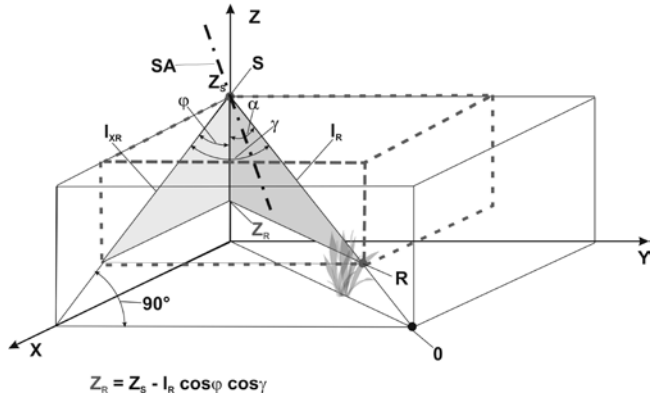


Fig. 6 *Space geometry of the laser beam*

3. Results

3.1. Detection of round bales

The assessment of position accuracy was based on 49 bales (Fig. 7). The laser scanner achieved different results in detecting; ranged from 0 up to 267 hits per bale.

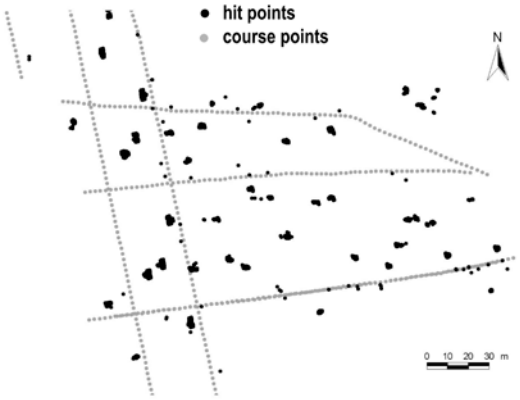


Fig. 7. Map of calculated hit points and course of the tractor

To assess the variance of hit points for each single bale, the definition of a bale related reference point was necessary. A first option was the calculation of the mean values for geographic x and y coordinates of the hit points for each bale; a second the median. A third option was to take into account the maximum and minimum value for bale coordinates for all single bales. The addition of maximum and minimum value divided by 2 resulted in a "space related midpoint (SRM)". As an example, the three options are presented in Fig. 8.

Taking into account the advantages and disadvantages of each option, the SRM method was chosen for further accuracy assessment. The mean value of distance difference between hit point positions on bale surface and SRM reference point was round about 1 m and the standard error was about 0.5 m. Taking into account that a bale has a geometric dimension of 1.55 m x 1.25 m, a sufficient accuracy of positioning can be stated for the method used.

All together, it was shown that the combination of DGPS position of an antenna on a basic vehicle and laser rangefinder readings can be used for generation of distribution maps for objects on agricultural areas (Fig. 7) The mean difference of hit points from round bales was about 1 m and the standard deviation 0.5 m. With that positioning accuracy the presented method is sufficient for object detection in agriculture. Gathered positions of objects could be used, e.g. for transport optimization to remove the bales. Furthermore, the object detection and monitoring could be used on sensitive areas, on areas with a high danger potential or on non agricultural areas. Further investigations are necessary to assess the whole potential of laser supported object detection in agriculture regarding kind of detection objects, type of laser scanner, mounting height on basic vehicle and inclination angle of the scanners.

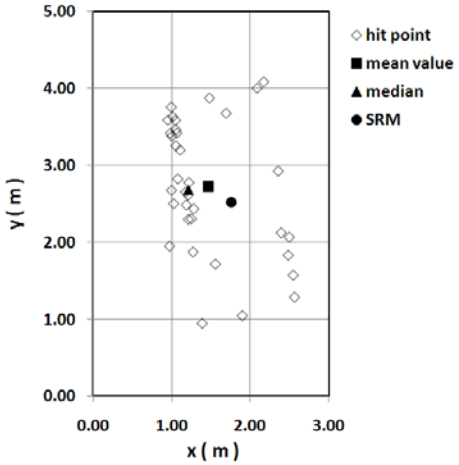


Fig. 8 *Example for hit points on a round bale and demonstration and three variants of reference points*

3.2 Measurement of crop stands

- Modelling of crop stands

Fig. 9 demonstrates a small part of a plot with maize while harvesting with forage harvesters. Clearly the not yet harvested maize stand, the stubbles and also the row structure are reflected. Furthermore, the model demonstrates quantitatively the height of reflection points for assessment of the crop stand. Taking into account such information, a map for dimension of crop stand (yield map) can be generated. This information could be used also for ground speed control of a forage harvester in real time for optimization of harvested area. That means: in field zones with high biomass density the forage harvester could reduce the ground speed and in zones with sparse vegetation the ground speed could be increased automatically. This automatic ground speed adaption would result in a better productivity of the harvester. The same effects can be expected for combine harvesters.

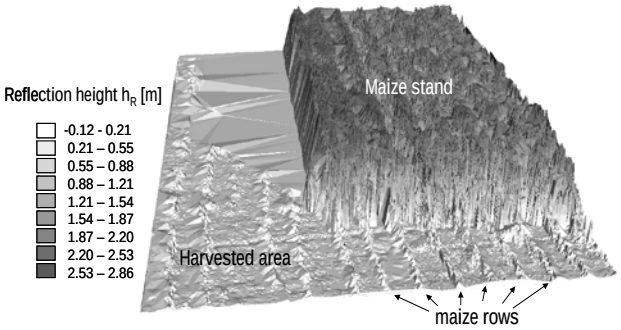


Fig. 9 *Modeled crop stand from maize*

- Calculation of crop biomass

The calculations for functional relation between crop biomass are characterized from high coefficients of determination R^2=0.96 in winter wheat and R^2=0.95 in maize (Fig. 10). Both functions have a progressive shape. This means that the biomass detection is more sensitive in early grow stages respectively for less biomass density. The opportunity of laser based estimation of crop biomass from mean reflection height can be also used–like modelling–for real time ground speed control of forage and combine harvesters.

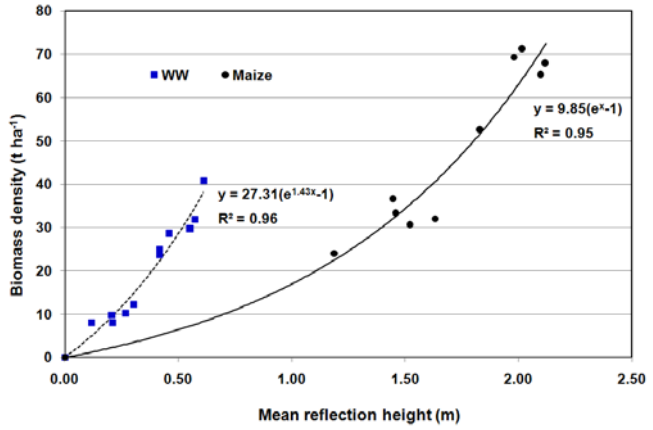


Fig. 10 *Functional relation between mean reflection height and crop biomass density in winter wheat and maize*

3.3 Measuring behaviour of the laser scanner

In test series in 2009, the readings of a strip from y = ± (2 - 5) m (strip length 0 m ≤ x ≤ 700 m) were employed by post processing software to determine how the reflection height depends on the inclination angle φ and the scanning angle γ in the winter rye. The readings of the strip y = ± (0 - 2) m were not taken into account because the tramlines would affect the assessment in an undue manner. The calculated reflection heights for single points in the strip y = ± (2 - 5) m are shown in Fig. 6. For each inclination angle all calculated heights of reflection points in the two strips of 3 m x 700 m are plotted (independent of the path position).

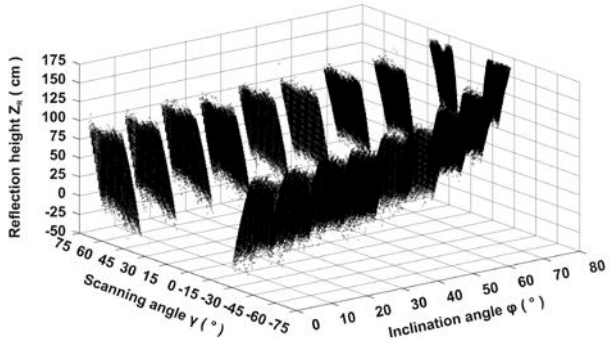


Fig. 11 *Calculated height of reflection points in winter rye for different inclination angles. (Strip size: 2 x [3 m x 700 m])*

Based on 4,792,655 readings shown in Fig. 11, a square regression (2) was calculated to demonstrate the basic trends of the reflection height Z_R depending on φ and γ.

The obtained fitting was:

$$Z_R = 27.92 + 1.76 \cdot \varphi + 41.88 \cdot \varphi^2 - 3.52 \cdot \gamma + 35.10 \cdot \gamma^2 \quad (2)$$

($R^2 = 0.634$)

(Z_R in cm; φ and γ in rad)

To support the interpretation of equation (2), the result is also drawn as a 3-D representation (Fig. 12). According to Fig. 12, the reflection height increased significantly depending on the inclination angle φ and the scanning angle γ. There is a clear trend for higher inclination and scanning angles causing an increased mean height of the reflection points that apparently indicates more grown crop biomass.

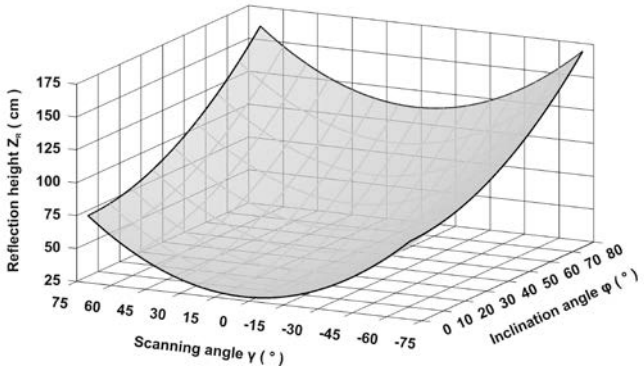


Fig. 12 *Reflection height Z_R depending on inclination angle φ and scanning angle γ in winter rye.*

4. Conclusions

It was shown that 2D laser scanners can be used in crop production for object detection, for modelling crop stands, and for efficient vehicle based estimating of crop biomass. Though, error sources should taken into account, e.g., that the readings depend on parameters like detection angle, distance, and beam divergence. It was demonstrated that the overestimation is low for small detection angles and high for increasing angles. Therefore, it can be concluded that for practical use of laser scanners on agricultural machinery high detection angles would be not useful. Furthermore, this conclusion is in accordance with the insight that the problem is increased by movements of the basic vehicle (pitching, rolling, and yawing) which would heighten the inaccuracies additionally.

References

Dworak, V., J. Selbeck, D. Ehlert, 2011. Ranging Sensors for vehicle-based measurement of crop stand and orchard parameters: a review. Trans. ASABE 54 (4), 1497-1510.

Ehlert, D., M. Heisig, R. Adamek, 2010. Object positioning based on DGPS and laser scanner. In: Proceedings of International Conference on Agriculture Engineering AgEng 2010, Clermont Ferrand, 06.09.2010 - 08.09.2010, 1-7.

Ehlert, D., M. Heisig, 2013. Sources of angle-dependent errors in terrestrial laser scanner-based crop stand measurement. Computers and Electronics in Agriculture 93 (2013) 10-16

Ehsani, R., L. Lang, 2002. A sensor for rapid estimation of plant biomass. In: P. C. Robert (Ed.). Proceedings of the 6th International Conference on Precision Agriculture, Bloomington, MN, 950-957.

Hosoi, F., H. Omasa, 2009. Estimating vertical plant area density profile and growth parameters of wheat canopy at different growth stages using three dimensional portable lidar imaging. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 64, 151-158.

Kaizu, Y., N. Noguchi, 2009. Grass yield estimation using 3-D laser scanner. In: Proceedings of the Fourth International Workshop on Bio-Robotics, Information Technology, and Intelligent Control for Bioproduction Systems IFAC, Champaign, Illinois, USA.

Saeys, W., B. Lenaerts, G. Craessaerts, J. De Baerdemaeker, 2009. Estimation of the crop density of small grains using LiDAR sensors. Biosystems Engineering, 102, 22-30.

Thösink, G., J. Preckwinkel, A. Linz, A. Ruckelshausen, J. Marquering, 2004. Optoelektronisches Sensorsystem zur Messung der Pflanzenbestandesdichte. [Optoelectronic sensor system for crop density measurement]. Landtechnik, 59 (2), 78-79.

RESEARCH RESULTS OF ADDITIONAL TRANSPORT DEVICE FOR THE ORDERLY PLACEMENT OF PRESSED BALES ON THE FIELD

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ УПОРЯДОЧЕННОЙ УКЛАДКИ ПРЕССОВАННЫХ ТЮКОВ НА ПОЛЕ

The senior lecturer, Cand. Tech. Sci. Sokolov V.N., Prof. Dr. Tech. Sci. Glukharev V.A., The P.G.S. Kulagin D.V.
Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

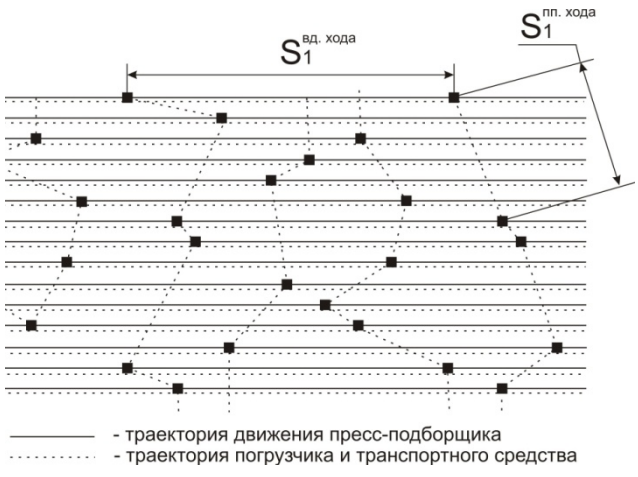
An analysis the process of harvesting the field of large square bales of plant feed at different traffic pattern loading and transport units. We propose a constructive-technological scheme of additional transport unit for an orderly stacking of bales on the field surface in neat rows across the trajectory of the baler. The calculations of power requirement to drive the baler equipped with an additional transport unit. A technique for determining the area of compacted surface of the field propulsion units for different schemes of traffic during harvesting bales. Calculated the reduction in size of compacted surface of the field at harvest bales of flat series obtained from the use of additional transport unit. The results of energy research and technological performance of his work.

KEYWORDS: PRESSED FEED, SQUARE BALES, LOADING BALES, TRANSPORTING BALES, ADDITIONAL TRANSPORT UNIT, POWER, PERFORMANCE, SOIL COMPACTION, TRACTIVE RESISTANCE.

1. Введение

В настоящее время, благодаря современным возможностям техники объемистые растительные корма эффективнее всего заготавливать прессованием в крупногабаритные прямоугольные и рулонные тюки. Прессованные корма обладают целым рядом преимуществ перед рассыпными, однако существуют сложности, связанные с их погрузкой и вывозкой из-за стохастического расположения тюков на поле. Это приводит к задержке последующих полевых работ и пагубному влиянию осадков на качество кормов.

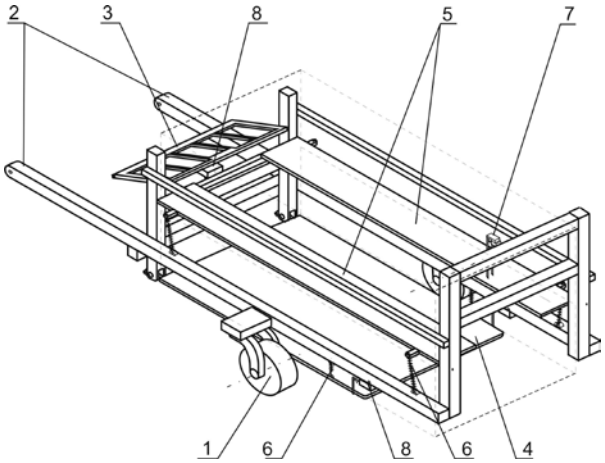
Рассмотрев применяемые способы уборки тюков с поля видно, что схема их погрузки вдоль траектории движения пресс-подборщика приводит к длительным непроизводительным переездам погрузчика и транспортных средств. Погрузка по кратчайшему пути (поперек траектории движения пресс-подборщика) значительно сокращает непроизводительные переезды, но связана со сложным маневрированием погрузчика и транспортных средств, и так же не обеспечивает высокой производительности (фиг. 1).



Фигура 1. Траектории движения погрузочно-транспортных средств при уборке тюков

2. Решение рассматриваемой проблемы

С целью сокращения непроизводительных переездов и повышения производительности агрегатов при заготовке кормов разработано дополнительное транспортное устройство для упорядоченной укладки крупногабаритных прямоугольных тюков (фиг. 2) [1]. Устройство работает следующим образом. После формирования в пресс-подборщике тюк движется по направляющим 5 до контактного датчика 7, который посылает сигнал на разблокирование направляющих 5, после этого под действием силы тяжести тюк попадает на выгрузной лоток 4, а направляющие 5 под действием пружин 6 возвращаются в исходное положение и фиксируются электрозамками 8. Следующий тюк аналогично первому движется по направляющим 5 до контактного датчика 7. В это время первый тюк транспортируется на необходимое расстояние для упорядоченной укладки (фиг. 3).



Фигура 2. Дополнительное транспортное устройство: 1 – самоустанавливающиеся колеса; 2 – сцепка; 3 – приемный лоток; 4 – выгрузной лоток 5 – направляющие; 6 – возвратные пружины; 7 – контактный датчик; 8 – электрозамок.

Применение данного транспортного устройства позволяет укладывать тюки в ровные ряды поперек траектории движения пресс-подборщика (фиг. 4) на расстоянии равном ширине захвата машины для образования валка или сдваивать тюки в несвязанные паковки на поле. Это значительно сократит непроизводительные переезды погрузочно-транспортных агрегатов, упростит схемы их движения и взаимодействия [2].

В случае если механизатор не производит принудительную выгрузку тюка, второй тюк укладывается на первый, и они оба выгружаются на поверхность поля, т.е. происходит автоматическое сдваивание тюков (фиг. 5).

Фигура 3. Устройство для упорядоченной укладки тюков в работе

Фигура 4. Укладка тюков в ровные ряды поперек траектории движения пресс-подборщика

Фигура 5. Автоматическая укладка сдвоенного тюка на поле

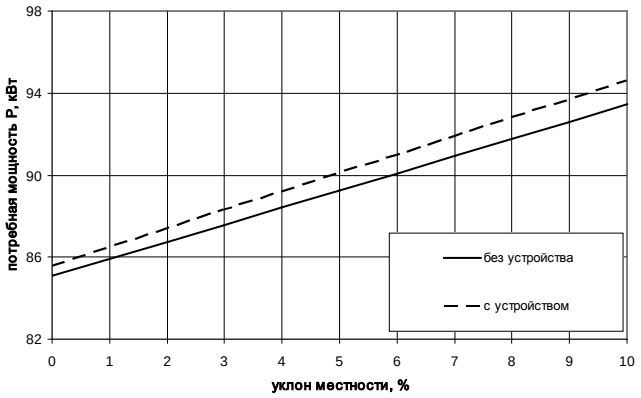
3. Результаты и дискуссия

С целью получения эксплуатационно-технологической и энергетической оценки, а также уточнения некоторых параметров дополнительного транспортного устройства проводились лабораторно-полевые исследования. Исследования проходили на заготовке тюков из соломы проса, сформированных пресс-подборщиком CLAAS «Quadrant 1150». Влажность верхнего слоя почвы составила 17,4%, микрорельеф средневыраженный, высота стерни – 15,7 см [3]. В целом опытное устройство для упорядоченной укладки тюков устойчиво выполняло технологический процесс. При этом производительность погрузчика при укладке тюков в транспортное средство увеличивалась на 20…25% в сравнении с традиционным способом уборки [3]. Техническая характеристика опытного образца транспортного устройства представлена в таблице 1.

Таблица 1– Техническая характеристика дополнительного транспортного устройства

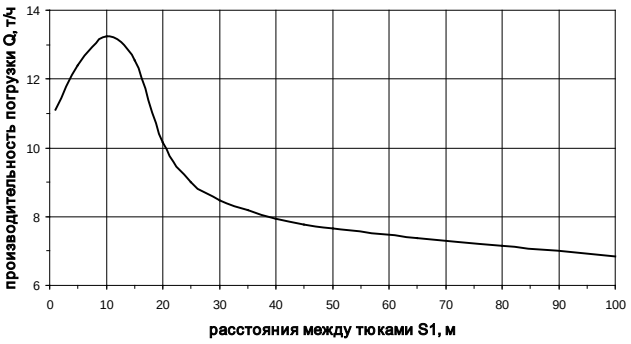
П о к а з а т е л ь	Значение показателя
Тип устройства	Прицепное
Агрегатируется (тяговый класс трактора)	Трактора класса 2-3
Управление рабочими органами устройства	электро-механическое
Количество обслуживающего персонала, чел.	1
Производительность укладки тюков в час основного времени, т:	2,5-4,5
Рабочая скорость, км/ч	До 20
Транспортная скорость, км/ч	До 40
Габаритные размеры транспортируемых тюков, мм: - длина - ширина - высота	 1000-2000 800-900 500-600
Количество одновременно транспортируемых тюков, шт	1-2
Максимальная масса транспортируемых тюков, кг	400
Время выгрузки тюка, с	Не более 2-3
Масса машины, кг: - конструктивная - эксплуатационная	 300±30 700±30
Габаритные размеры устройства, мм: - длина - ширина - высота	 3000 1350 1550
Дорожный просвет, мм	Не менее 300

При работе пресс-подборщика с дополнительным транспортным устройством увеличивается нагрузка на крюке трактора, а следовательно мощность на передвижение агрегата и мощность для формирования тюков. Результаты исследования рабочего режима движения агрегата по стерне показаны графически (фиг. 6), а результаты влияния дополнительного транспортного устройства на производительность погрузки тюков приведены на графике (фиг. 7) [4].



Фигура 6. Зависимость потребной мощности агрегата от уклона местности

Анализ полученных результатов показывает, что мощность на перемещение транспортного устройства с полной загрузкой от изменения уклона местности с 0 до 10% увеличивается на 0,7 кВт и составляет 0,6…1,2% от общей мощности на привод агрегата, что не значительно отразится на его технико-экономических показателях. Удельные энергозатраты процесса упорядоченной укладки составляют от 24,41 до 27,86 кВт.ч/т, а изменение уклона местности приводит к их увеличению на 14% [3].



Фигура 7. Зависимость производительности погрузки от расстояния между тюками

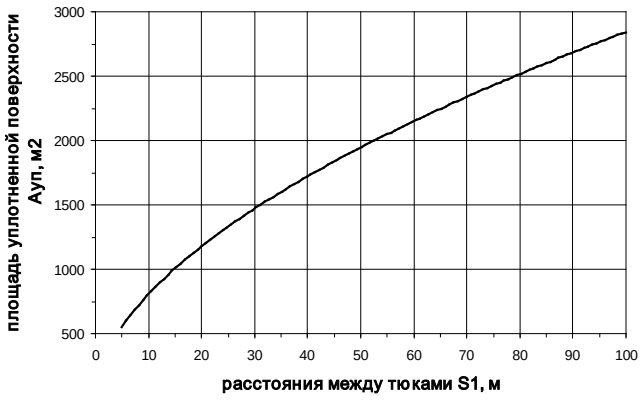
Исследование влияния расстояния между тюками при упорядоченной укладке на производительность погрузки показало, что наибольшая производительность достигается при расстоянии 10…13 м. При расстоянии между тюками менее 10 м сокращение производительности погрузки происходит за счет совершения повторных маневров погрузчика, которые выполняются в стесненных условиях на низких скоростях движения, а при увеличении расстояния между тюками более 13 м требуется больше времени на переезд погрузчика к тюку, что так же ведет к снижению производительности.

По данным Российских и зарубежных исследователей большое удельное давление движителей колесных тракторов оказывает вредное воздействие на почву. В результате происходит уплотнение почвы, потеря гумусового слоя и питательных элементов, эрозия, изменение физико-химических и водно-физических свойств почвы, ведущие к снижению ее эффективного и потенциального плодородия.

Площадь уплотненной поверхности при погрузке кормов с поля во многом зависит от расстояния, которое преодолевают погрузчик и транспортное средство для погрузки тюка.

Анализ графика (фиг. 8) позволяет сказать, что площадь уплотненной поверхности поля при движении вдоль траектории движения пресс-подборщика составит более 2000 м^2 на 1 га, а при движении поперек – более 1000 м^2 на 1 га. Учитывая, что расстояние между тюками может достигать 130 м, то реальная площадь уплотненной поверхности поля может составить более 3000 м^2.

При упорядоченной укладке тюков и движении погрузочно-транспортных агрегатов поперек хода пресс-подборщика по организованным траекториям площадь уплотненной поверхности поля сократится на 43…76% и не превысит 1000 м^2 на 1 га.



Фигура 8. Зависимость площади уплотненной поверхности поля от расстояния между тюками

4. Заключение

Таким образом, наибольшая производительность погрузочно-транспрортных работ достигается при использовании дополнительного транспортного устройства для упорядоченной укладки тюков в ровные ряды поперек траектории движения пресс-подборщика, когда расстояние между тюками составляет 10…13 м и увеличивается на 20…25% в сравнении с традиционным способом уборки. При этом энергетические затраты агрегата вырастают не более чем на 2%. Так же, при схеме уборки по организованным траекториям будет значительно снижаться трудоемкость работ операторов и водителей, и существенно сократится площадь уплотненной поверхности поля, что в конечном итоге положительно отразится на агроэкологических показателях и урожайности полевых культур.

5. Литература

1. Пат. №2354103 Российская Федерация, Транспортирующее устройство для упорядоченной укладки крупногабаритных прямоугольных тюков растительных материалов / Соколов В.Н., Глухарев В.А., Кулагин Д.В., Обидин С.А.; Бюл. №13 от 10.05.2009.

2. Глухарев, В.А. Анализ погрузочно-транспортного процесса при заготовке прессованных тюков растительных материалов / В.А. Глухарев, В.Н. Соколов // Механизация и электрификация с.х.– 2008.– №12 – С. 38-40.

3. Соколов, В.Н. Результаты испытаний дополнительного транспортного устройства для упорядоченной укладки прессованных тюков / В.Н. Соколов, Д.В. Кулагин // Тракторы и сельхозмашины.– 2013.– №2 С. 12-14

4. Соколов, В.Н. Анализ процесса уборки прессованных тюков растительных кормов, предварительно упорядоченных на поле / В.Н. Соколов, В.А. Глухарев, Д.В. Кулагин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова.– 2012.– №4 С. 47-50

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

GO TO ENSURE EFFICIENCY AGRICULTURAL MACHINERY IN AGRICULTURE

Доктор технических наук, старший научный сотрудник Иванов Н.М.
Доктор технических наук, старший научный сотрудник Немцев А.Е.
Кандидат технических наук Коротких В.В.

Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии, Россия, г. Новосибирск

Absract: Is it briefly described condition machine-tractor parka agricultural production at present. The formed crude structure of the system of the technical service in ACI Siberia. The offered mechanism of the shaping the system of the provision to capacity to work of the farm machinery on base of the motivation her parameter with the help of model forming: facilities, region, technical centre, specialized repair enterprise.

KEY WORDS: TECHNICAL SERVICE SYSTEM FOR EFFICIENCY AGRICULTURAL TECHNOLOGY, SPECIAL REPAIR COMPANY.

Введение

В настоящее время большинство сельскохозяйственных предприятий Российской федерации (РФ) находится в сложной экономической ситуации. В связи с этим, их технический парк практически не обновляется. На начало 2004 г. обеспеченность хозяйств техникой составляла 40…60% [1]. Количество списываемых машин в 3…10 раз превосходит количество вновь приобретаемых [2].

Кроме того, средний возраст техники, например, в АПК Новосибирской области по всем маркам машин превышает нормативный срок службы (таблица). Аналогичная ситуация и по другим регионам РФ.

Таблица – Средний возраст техники в АПК Новосибирской области

Марка машины	Средний возраст, лет на 1-е января		Техника старше 10 лет, % на 1-е января	
	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.
К-700А, К-701, К-744	18,6	18,9	93,1	93,8
Т-150К, Т-150	18,1	18,4	91,0	91,8
Т-4А	17,4	18,1	87,0	89,7
ДТ-75, ДТ-75М	17,5	18,3	92,3	93,3
МТЗ-80, МТЗ-82	17,5	17,7	90,1	90,5
МТЗ-50, МТЗ-52	21,0	20,9	100,0	100,0
ЮМЗ-6, ЗТМ-60	19,3	20,1	97,1	99,5
Т-40, Т-40АМ, ЛТЗ-60	18,2	18,9	95,2	95,8
Т-25, Т-16, ВТЗ-30	19,0	19,6	98,3	99,2
Все тракторы	18,0	18,5	92,4	93,0
СК-5 «Нива»	16,5	17,6	95,0	96,4
СКД «Енисей»	14,6	15,1	70,9	71,3
Дон-1500	5,1	4,8	19,0	15,5
Импортные зерноуборочныекомбайны	9,0	7,2	38,2	43,4
Все зерноуборочные комбайны	14,9	14,3	79,3	77,4
КСК-100 «Полесье», Дон-680	14,8	14,3	73,8	66,2
Е-301, Е-302, КПС-5Г		17,0		85,3
Все кормоуборочные комбайны	14,9	14,4	79,2	78,5

Это обусловливает ряд серьезных негативных последствий для сельскохозяйственного производства [3]:

- большую нагрузку на работоспособную технику вследствие недостаточной обеспеченности ею (на 1000 га приходится 4-5 тракторов, а в 1989 г. было 10-12);
- низкий коэффициент готовности техники, не превышающий 0,6…0,7;
- снижение урожайности до 7…11 ц/га и потери урожая до 20…60% из-за простоев техники или эксплуатации её при ненормируемом техническом состоянии.

Совокупность перечисленных факторов снижает рентабельность хозяйств. На современном этапе развития производства добиться рентабельности агропромышленного комплекса (АПК) возможно только при использовании прогрессивной инженерно-технической системы (ИТС). Прогрессивность ИТС обусловливается рациональным формированием системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники (ОРСХТ), которая является одной из основных составляющих инженерно-технической системы.

При формировании системы ОРСХТ необходимо заранее оценивать её эффективность. С этой целью в СибИМЭ обоснованы качественный и количественный критерии такой оценки. За качественный критерий принят коэффициент технической готовности МТП, за количественный – обобщённый показатель суммарных затрат на поддержание его работоспособности.

Известно, что коэффициент технической готовности машин ($К_г$), определяется следующим образом:

$$К_г = \frac{T_о}{T_о + T_в}, \quad (1)$$

где $T_о$ – средняя наработка на отказ, ч.;
$T_в$ – среднее время восстановления работоспособности машины, ч.

Среднее время восстановления работоспособности машины можно представить в виде:

$$T_в = T'_в + T_{пр}. \quad (2)$$

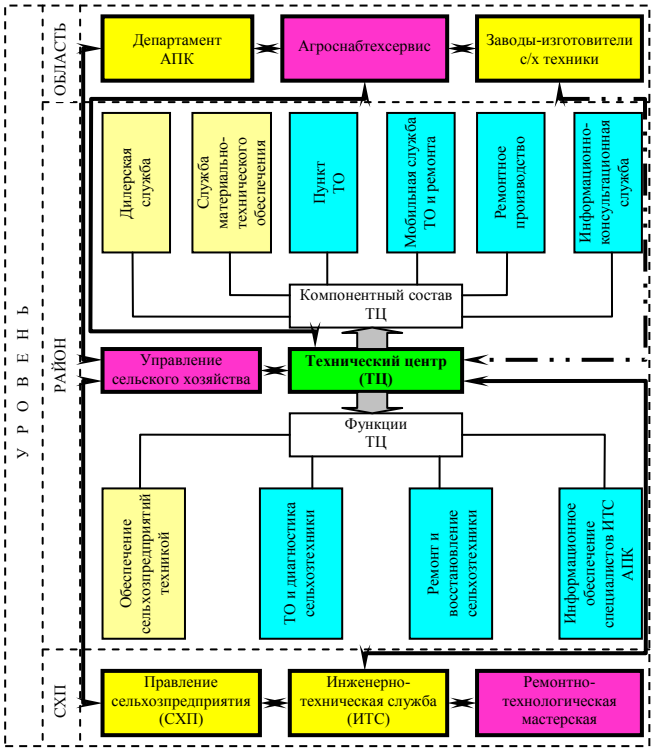
где $T'_в$ – минимально возможное среднее время восстановления работоспособности машины, ч.;
$T_{пр}$ – время простоя, ч. (поиск неисправности, диагностирование технического состояния, отыскание и доставку запасных частей, принятие решения, зависящего от информационного обеспечения специалистов).

Обобщённый показатель суммарных затрат на поддержание работоспособности МТП характеризует затраты на обеспечение требуемого коэффициента его техниче-

ской готовности. При этом необходимо, чтобы и коэффициент технической готовности МТП и затраты на его обеспечение имели оптимальные или, по крайней мере, рациональные соотношения.

Результаты и дискуссия

С учётом данного требования сформирована общая структура технического сервиса в АПК Сибири (фигура).



Фигура – Общая структура
системы технического сервиса в АПК Сибири

На основе структуры представленной на рисунке, выбраны варианты проведения технического обслуживания и ремонта обслуживаемой сельскохозяйственной техники и устранения последствий отказов МТП со следующих уровней:

- сельскохозяйственного предприятия (СХП);
- района;
- межрайонного;
- области.

Реализацию выбранных вариантов организации технического обслуживания и ремонта формирование системы ОРСХТ в АПК целесообразно осуществлять на основе нормативно-расчётного метода, то есть её параметры необходимо рассчитывать применительно к модельным уровням, которые будут включать предприятия всех форм собственности:

- хозяйству;
- району;
- техническому центру;
- специализированному ремонтному предприятию.

Затем полученные параметры системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники для модельного уровня скорректировать с учётом реальных условий.

При формировании системы ОРСХТ необходимо учитывать три основных показателя:

- объём механизированных работ выполняемый данной моделью машин;
- интенсивность спроса на техническое обслуживание (ТО) и ремонт техники данной модели машин;
- квалификацию механизаторов.

Модельным является такое хозяйство, которое применительно к данной модели машин имеет средний для хозяйств области объём механизированных работ $\overline{W}_x$, среднюю для хозяйств области интенсивность спроса $\overline{\lambda}_x$ на ТО и ремонт и среднюю для хозяйств области квалификацию механизаторов $\overline{K}_x$:

$$\overline{W}_x = \frac{W_o}{n_x}, \quad (1)$$

$$\overline{\lambda}_x = \frac{\lambda_o}{n_x}, \quad (2)$$

$$\overline{K}_x = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3}{n_o}, \quad (3)$$

где W_o – объём механизированных работ, производимый данной моделью машин в области, у.э.га;

λ_o – интенсивность спроса $\overline{\lambda}_x$ на ТО и ремонт данной марки машин в области, 1/ч;

n_x – количество хозяйств в области, шт.;

n_1, n_2, n_3 – соответственно число механизаторов в области 1, 2 и 3 класса;

n_o – общее число механизаторов в области, чел..

Модельным районом является такой, который применительно к данной модели машин имеет средний для районов области объём механизированных работ $\overline{W}_p$, среднюю для районов области интенсивность спроса $\overline{\lambda}_p$ на ТО и ремонт данной марки машин и среднюю для районов области квалификацию механизаторов $\overline{K}_p$:

$$\overline{W}_p = \frac{W_o}{n_p}, \quad (4)$$

$$\overline{\lambda}_p = \frac{\lambda_o}{n_p}, \quad (5)$$

$$\overline{K}_p = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3}{n_p}, \quad (6)$$

где n_p – количество районов в области, шт.

Модельным техническим центром (ТЦ) является такой, который производит обслуживание и ремонт МТП применительно к зоне, имеющей средний по области объём механизированных работ $\overline{W}_{тц}$, среднюю интенсивность спроса $\overline{\lambda}_{тц}$ на ТО и ремонт и среднюю квалификацию механизаторов $\overline{K}_{тц}$ для зоны, обслуживаемой этим ТЦ:

$$\overline{W}_{тц} = \frac{W_o}{n_{тц}}, \quad (7)$$

$$\overline{\lambda}_{тц} = \frac{\lambda_o}{n_{тц}}, \quad (8)$$

$$\overline{K}_{тц} = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3}{n_{тц}}, \quad (9)$$

где $n_{тц}$ – количество технических центров в области, шт.

Модельным специализированным ремонтным предприятием (СРП) является такое, которое производит обслуживание и ремонт МТП применительно к зоне, имеющей средний

объём механизированных работ $\overline{W}_{рп}$, среднюю интенсивность спроса $\overline{\lambda}_{рп}$ на ТО и ремонт и среднюю квалификацию механизаторов $\overline{K}_{рп}$ для зоны, обслуживаемой данным СРП:

$$\overline{W}_{рп} = \frac{W_o}{n_{рп}}, \quad (10)$$

$$\overline{\lambda}_{рп} = \frac{\lambda_o}{n_{рп}}, \quad (11)$$

$$\overline{K}_{рп} = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3}{n_{рп}}, \quad (12)$$

где $n_{рп}$ – количество ремонтных предприятий в области, шт.

Заключение

В соответствии с вышеизложенным можно сделаны следующие выводы:

- функционирование системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники целесообразно осуществлять на трёх территориальных уровнях: область - район - сельскохозяйственное предприятие;

- обоснование параметров системы ОРСХТ в АПК целесообразно производить, используя модельные уровни: хозяйства, района, технического центра, специализированного ремонтного предприятия, с последующей корректировкой данных параметров к реальным условиям;

- на уровне района целесообразно применять механизмы межрайонной кооперации при обеспечении работоспособности техники в АПК, которые можно реализовать через технические центры.

Литература

1. Российский трактор: реальность и перспектива // Техника и оборудование для села. – 2004. - №6. – С.45-46.

2. Немцев А.Е. Развитие сервиса – основа эффективного использования техники в Сибири / А.Е. Немцев, А.М. Криков // Достижения науки и техники АПК. – 2004. - №10. – С. 21-23.

3. Огнев И.Г. Формирование региональной нормативно-технической базы АПК / И.Г. Огнев, О.Г. Огнев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. - №1. – С. 2-3.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА НА УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ В СИБИРИ

PERFECTION OF ASSEMBLY-TRANSPORT PROCESS ON CLEANING GRAIN IN SIBERIA

д.т.н., профессор, Блынский Ю.Н.
Phd. Blynsky Y.
Тихоновский В.В.
Tihonovsky V.
д.т.н., профессор, Денисов А.С.
Phd. Denisov A.
ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет», NSAU,
г. Новосибирск, Россия

Abstract: In the article the basic directions of rational construction of assembly-transport process (ATP) in conditions of Siberia are considered. The ways of perfection of process on cleaning of grain crops are proved. By means of modern technologies number of practical dependences on preparation and organizations of ATP on cleaning grain in view of applied schemes of transport service and a lining of optimum number of transport highways is certain. From set of technological schemes of transport service of harvesters and item primary grains cleaning in view of technological, industrial and zone factors were applied: direct transportations by single vehicles; transportations by turnaround trailers and trains; transportations with an overload of grain supersize trailer-conveyors all this allowed to perform transport operations irrespective of work of harvesters.

KEYWORDS: *THE HARVESTERS SERVING VEHICLES, GRAIN, TRANSPORT HIGHWAYS, ASSEMBLY -TRANSPORT PROCESS, SYSTEMS OF POSITIONING.*

1. Введение

В условиях увеличения производства сельскохозяйственной продукции повышение эффективности использования уборочно-транспортной техники в Сибири является актуальной задачей. Приобретает значение совершенствование машинно-технологических систем и комплексов путём разработки и организации уборочно-транспортно-заготовительного процесса. Повышение производительности и снижение затрат труда на технологических перевозках путём сокращения холостых пробегов, простоев подвижного состава, сдерживаются значительными временными затратами на выполнение сборочно-транспортных операций. Указанные недостатки устраняют применяя различные схемы взаимодействия уборочных и транспортных машин [1], но их применение выявляет нехватку средств автоматизации, обеспечивающих выполнение вспомогательных операций сборочно-транспортного процесса.

Исследования транспортно-технологических процессов, производительности, безотказности сельскохозяйственной техники позволяют выявить резервы организационного и технического характера, сравнивать различные технологии и машины. С учётом того, что транспортные средства зарубежного и отечественного производства, применяемые в технологических схемах, имеют различную ёмкость, задача совершенствования сборочно-транспортного процесса на уборке зерновых с учётом условий эксплуатации, становится, особенно, актуальна.

2. Объекты и методы исследования

Целью исследования является изучение основных направлений повышения производительности сборочно-транспортных систем (СТС) за счёт снижения простоев комбайнов, сокращения холостых пробегов(простоев) транспортных средств, применения современных систем (GPS/ Глонасс, GSM-модулей), а также за счёт улучшения транспортного обеспечения.

На основании проведённого анализа известных технологий уборки зерновых было выявлено, что показатели эффективности зависят от варианта организационных работ. Поэтому основная задача построения сборочно-транспортного процесса заключается в обосновании состава машин [2] в системе при минимальных затратах средств и труда. Наибольшая эффективность её решения достигается с помощью многоуровневого системного подхода. Для этих целей выполнены комплексные исследования – от обоснования параметров уборочно-транспортных машин, технологий уборки урожая, до транспортировки его к пунктам первичной подработки (ППП). При анализе процесса рассматривали его как систему комбайн – автомобиль – ППП (К-А-ППП). Работа комбайнов и обслуживающих транспортных средств (ОТС) происходит в пределах поля, которое можно, описать рядом параметров: конфигурация, длина, ширина, урожайность, отдалённость от ППП и др. Для решения поставленных задач систему целесообразно разбивать на подсистемы [3]: уборочные машины; транспортные средства; пункт первичной подработки.

Совершенствованию подлежит иерархическая структура решения поставленных задач с точки зрения минимизации затрат и согласованности всех подсистем производственного процесса.

Общая методика исследований предусматривала разработку теоретических предпосылок, их экспериментальную проверку в лабораторных и производственных условиях и экономическую оценку результатов исследований.

Теоретические исследования выполнялись с использованием основных положений, законов и методов прикладной математики (теория массового обслуживания, теория вероятностей и др.). Экспериментальные исследования проводились в лабораторных и полевых условиях на основе общепринятых методик, а также по частным методикам, разработанным с использованием теории планирования многофакторного эксперимента. Обработка результатов экспериментов выполнялись с использованием известных методов расчетов на ПК.

Объектом исследования явился процесс взаимодействия обслуживающих транспортных средств с уборочными машинами, оснащёнными современными

системами позиционирования и мониторинга транспорта и пункт первичной подработки зерна[3].

Из множества технологических схем транспортного обслуживания уборочных машин и пункта первичной подработки зерна с учётом технологических, производственных и зональных факторов применялись следующие: прямые перевозки одиночными транспортными средствами; перевозки оборотными прицепами и поездами; перевозки с перегрузкой зерна большегрузными прицепами-перегружателями, при этом поток материала от уборочных машин при наличии вблизи обслуживающего транспорта может идти прямо к ним.

При проведении экспериментальных исследований в поиске оптимального решения, планом экспериментов предусматривалось варьирование пяти факторов: 1) урожайность; 2) объём бункера; 3) объём кузова; 4) расстояние перевозок; 5) объём прицепа-перегружателя [4].

3. Результаты исследований

Как показали исследования, производительность СТС на выходе зависит от производительности уборочных и транспортных машин. Из всего множества факторов работы системы наибольшее влияние на начальной стадии движения потока зерна и его объёмы зависят от ёмкости бункера (принято, что в процессе наполнении бункера комбайн работает без зависимости от других звеньев системы). Что в свою очередь с учётом технических характеристик уборочных машин сказывается на их производительности.

Как показала производственная эксплуатация, разномарочность парка машин в хозяйствах часто приводит к неверным комбинациям, тем самым снижая эффективность работы.

Проведённый эксперимент на полях Кочковского и Ордынского районов Новосибирской области с использованием техники не старше трёх лет, показал, что при урожайности до 2 т/га используя уборочное звено состоящие из двух комбайнов CLAAS Tucano 450 и звено состоящее из двух John Deere 9670 STS, с учётом согласованной работы способствовало повышению производительности системы. На полях с урожайностью более 2 т/га и эффективного использования комбайнов с ёмкостью бункера более 8 м^3 было сформировано звено, состоящее из двух CLAAS Tucano 450 и двух John Deere 9670 STS. Для их оптимальной загрузки появляется необходимость ввода в систему промежуточной ёмкости в виде прицепа-перегружателя в нашем случае это CLAAS AXION 850 + Bourgault GS1200 ёмкостью около 42м^3.

4. Выводы

При вводе промежуточной ёмкости функционирующая система принимает вид: уборочные машины (комбайны) – большегрузные прицепы-перегружатели – обслуживающие транспортные средства (автомобили)– ППП зерна. Предпринятые меры по применению в уборочно-транспортном процессе прицепов-перегружателей способствует росту производительности системы.

Видимость хода уборочно-транспортного процесса в режиме on-line, с использованием навигационных систем обеспечивает контроль целостности всей системы с достоверной результирующей по производительности, тем самым отражая реальные затраты, исключая нетехнологические потери времени и продуктов урожая.

Последовательное решение поставленных задач, комплектование парка машин для конкретной схемы транспортного обслуживания и технологии сократили простои: уборочных машин в ожидании транспорта с 19–24 до 6–11%; транспорта в ожидании загрузки – с 45–55 до 23–36% времени смены, что позволило повысить производительность СТС на 15-30%.

5. Литература

1. Тихоновский В.В. Использование систем спутниковой навигации для интенсификации уборочно-транспортного процесса на уборке зерновых в Сибири/ В.В. Тихоновский, А.В. Сухосыр // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2009, № 2. - С. 14.

2. Оснащение хозяйств Новосибирской области отечественной и зарубежной техникой для уборки и обработки урожая зерновых культур: рекомендации / Рос. Акад. с.-х. наук. Сиб. Регион. Отд-ние, СибИМЭ. - Новосибирск, 2010. – 92 с.

3. Блынский Ю.Н. Применение систем спутниковой навигации в построении уборочно-транспортного процесса на уборке зерновых в Сибири/Ю.Н. Блынский, В.В. Тихоновский, А.В. Сухосыр//Вестник Новосибирского государственного аграрного университета, 2009, №9. - С. 52–56.

4. Тихоновский В.В. Совершенствование уборочно-транспортного процесса на уборке зерновых в Сибири/В.В. Тихоновский, Ю.Н. Блынский//Вестник Новосибирского государственного аграрного университета, 2012, №3. - С. 102–105.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РОТАЦИОННЫХ ОРУДИЙ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

IMPROVEMENT OF SURFACE SOIL TREATMENT ROTARY IMPLEMENT

Cand.Tech.Sci. Valiev A., eng. Hidiatov L., Dr.Sci.Tech. Ziganshin B.
Kazan state agrarian university, Kazan, Russia

Abstract: *The article proposes a new rotary tillage implement for the surface soil treatment, which is based on an analysis of existing designs. This tool can be used as a separate unit, or as part of combination machines. It provides an effective weed combing process, dropping them on the field surface, the simultaneous crumbling, creating crumbly soil structure and the rolled seed boxes for rake crops.*
KEYWORDS: *ROTARY IMPLEMENT, COMBING OUT THE WEEDS, SURFACE TREATMENT.*

1. Введение

В составе современных комбинированных почвообрабатывающих машинах широко используются ротационные бороны и катки различной конструкции. В отдельных случаях они применяются и как отдельные орудия для поверхностной обработки почвы. При этом, в зависимости от конструкции, они обеспечивают рыхление верхнего слоя почвы, крошение комков, уничтожение сорняков, выравнивание и прикатывание поверхности поля [1].

Одна из важнейших задач, которую должны решать рабочие органы данного типа – это борьба с сорными растениями. Учитывая, что механический способ борьбы с сорняками является одним из наиболее экологически безопасных, изучение и совершенствование рабочих органов, обеспечивающих, наряду с качественной подготовкой почвы, эффективное уничтожение сорняков является весьма актуальным.

Известно, что многолетние корневищные сорняки (пырей корневищный, острец, хвощ полевой, крапива, тысячелистник) и корнеотпрысковые (осот полевой, бодяк полевой, горчак розовый, молочай, вьюнок полевой) размножаются вегетативным способом. Из всего многообразия родов и видов сорняков – это наиболее злостные и трудноискоренимые сорные растения. Подрезание корней при вспашке и других обработках почвы не приводит к полному их уничтожению. Оставшиеся в почве подземные побеги, и корни размножения выгоняют на поверхность еще большее количество новых растений, чем было уничтожено их при обработке [2]. Для борьбы с сорняками данной группы, особенно в засушливых зонах, эффективным механическим приемом является вычесывание корневищ и сбрасывание их на поверхность поля для иссушения.

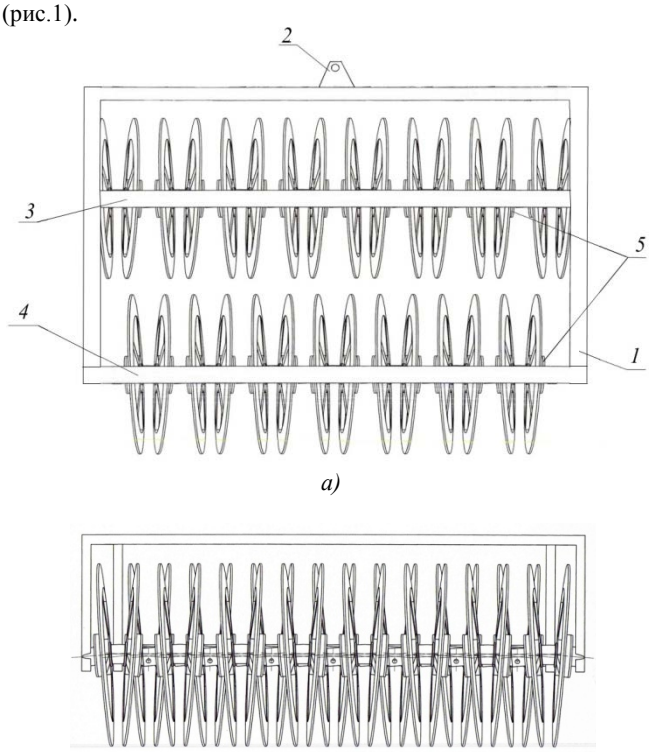
Кроме того, основным признаком почвозащитных систем обработки почвы является оставление на поверхности поля послеуборочных остатков и сохранение их как возможно дольше. Послеуборочные остатки защищают почву от водной и ветровой эрозии, способствуют накоплению влаги, уменьшают ее испарение. Такая система обработки называется – мульчирующей [3, 4].

Производителями почвообрабатывающей техники предлагается множество различных моделей машин, обеспечивающих вычесывание сорных растений. В основном это машины, оборудованные ротационными боронами. Среди них можно отметить борону кольцевую модульную «Лидер-БКМ», которая имеет двухрядное расположение рабочих органов, выполненных в виде батарей конических колец диаметром 700 мм и расположенных под углом атаки 25° [5]. Известны также многооперационный каток [6], почвообрабатывающий каток [7], борона дисковая [8, 9], орудие для послойной обработки почвы [10] и другие.

Однако, несмотря на большое разнообразие, известные ротационные машины и рабочие органы не всегда обеспечивают полное вычесывание корневищ сорных растений, сбрасывание их на дневную поверхность поля, а также одновременное создание мелкокомковатой структуры почвы.

2. Результаты и дискуссия

В целях решения указанной проблемы в Казанском государственном аграрном университете разрабатывается ротационное орудие для поверхностной обработки почвы (рис.1).



а)

б)

Рисунок 1 – Ротационное орудие для поверхностной обработки почвы:
а – общий вид сверху; б – общий вид сзади

Ротационное орудие состоит из рамы 1 с прицепным механизмом 2, передней и задней поперечных балок 3 и 4 соответственно, на которых закреплены дисковые батареи 5. Дисковые батареи 5 состоят из отдельных секций (рис. 2а), включающих в себя два диска 6, которые установлены на изогнутой оси 7 с возможностью свободного вращения. При этом плоскости вращения этих двух дисков образуют между собой угол α (рис. 2в). Изогнутые оси 7 секций соединены между собой неподвижно и образуют цельную батарею. При этом линии изгиба изогнутых осей 7 каждой секции лежат в одной плоскости, отклоненной от вертикали в сторону

поступательного движения орудия V_e на угол φ (рис. 2б), при котором обеспечивается минимальное расстояние между дисками 6 на уровне поверхности поля в зоне выхода их из почвы. Значение угла φ, удовлетворяющее этому условию, определяется по формуле:

$$\varphi = arccos\left(1 - \frac{a}{R}\right),$$

где a – глубина погружения дисков в почву,
R – радиус дисков.

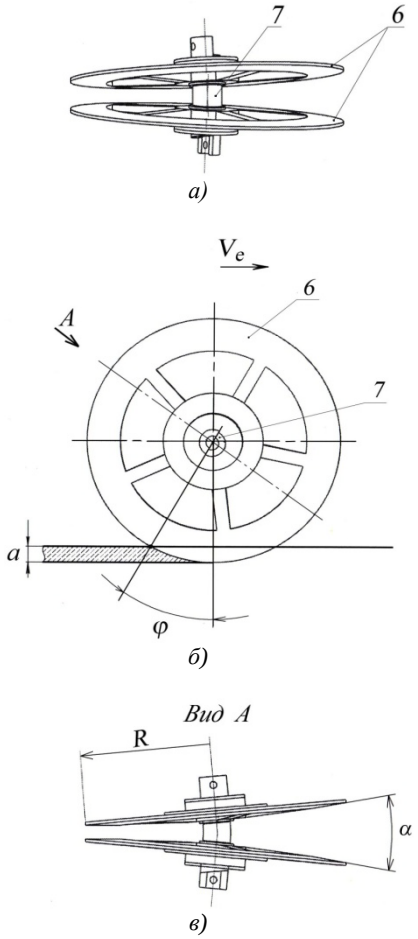


Рисунок 2 – Секция дисковой батареи:
а – вид сверху секции дисковой батареи; *б* – вид сбоку секции дисковой батареи; *в* – вид А секции

При необходимости, для обеспечения полного перекрытия обрабатываемой зоны по всей ширине захвата агрегата, дисковые батареи 5 могут быть установлены более чем в два ряда.

Ротационное орудие для поверхностной обработки почвы работает следующим образом.

При проходе орудия по полю, предварительно обработанному дисковыми или лаповыми рабочими органами, диски 6 надрезают поверхностный слой и заглубляются в почву на глубину a. В процессе движения, за счет сил трения, диски 6 вращаются в направлении поступательного движения агрегата. При этом за счет того, что диски 6 каждой отдельной секции установлены на изогнутой оси 7 и образуют между собой угол α, происходит сужение междискового пространства в ее задней части. По мере движения орудия, поверхностный слой почвы, срезаемый дисками, проходя через междисковое пространство, подвергается сжатию дисками 6 и крошится на более мелкие структурные элементы. В целях лучшего крошения почвенных комков, зажатия и захватывания корней сорных растений дисками в междисковом пространстве, неподвижно соединенные между собой и образующие батарею, изогнутые оси 7 секций устанавливают так, чтобы линии их изгиба лежали в одной плоскости, отклоненной от вертикали в сторону поступательного движения агрегата V_e на угол φ. При выполнении этого условия обеспечивается минимальное междисковое расстояние на уровне поверхности поля в зоне выхода режущей кромки дисковых рабочих органов из почвы. Тем самым достигается более лучшее крошение почвы и захватывание корней сорных растений.

При дальнейшем движении и вращении дисковых рабочих органов зажатые между ними корни сорных растений извлекаются из почвы и выбрасываются вместе с ней на поверхность поля.

Ротационное орудие может быть использовано для поверхностной обработки почвы, как отдельный агрегат, так и в составе комбинированных почвообрабатывающих машин.

3. Выводы

Таким образом, в процессе работы, ротационное орудие для поверхностной обработки почвы обеспечивает эффективное вычесывание сорняков, сбрасывание их на дневную поверхность поля с одновременным крошением, созданием мелкокомковатой структуры почвы, а также прикатанного семенного ложе для посева сельскохозяйственных культур.

4. Литература

1. Валиев А.Р. Машины для предпосевной подготовки почвы и посева сельскохозяйственных культур: регулировка, настройка и эксплуатация. Учебное пособие / А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, Н.И. Семушкин, С.М. Яхин. – Казань: изд-во Казанского ГАУ, 2013. – 156 с.

2. Баздырев Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии: Учебное пособие для вузов / Г.И. Баздырев. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – 242 с.

3. Габдрахманов И.Х. Система земледелия Республики Татарстан. Инновации на базе традиций / И.Х. Габдрахманов, Р.И. Сафин, А.Р. Валиев и др. – Ч.1. Обще аспекты системы земледелия. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. – 168 с.

4. ASABE Standards, 2005. EP291.3 FEB2005: Terminology and Definitions for Soil Tillage and Soil-Tool Relationships, 51st ed. ASABE, St. Joseph, MI.

5. Патент № 2402895 РФ, МПК 7 A01B29/04. Почвообрабатывающее устройство и рабочий орган для обработки почвы/ А.И. Дрёмов, В.П. Колинко, П,В. Колинко, А.П. Чернышов. – Заявлено 22.07.2009. Опубл. 10.11.2010. Бюл. 31.

6. Патент № 2281631 РФ, МПК 7 A 01 B 29/04. Многооперационный каток / И.Б. Борисенко, П.И. Борисенко, В.М. Дринча и др. – Заявлено 22.02.2005. Опубл. 20.08.2006. Бюл. № 23.

7. Патент № 2391804 РФ, МПК 7 A01B29/04. Почвообрабатывающий каток / В.А. Геер. – Заявлено 30.20.2008. Опубл. 20.06.2010. Бюл. № 17.

8. Патент № 2366138 РФ, МПК 7 A01B 21/00, 7/00. Борона дисковая / В.И. Богатырев, И.Н. Рябцев. – Заявлено 12.03.2008. Опубл. 10.09.2009. Бюл. 25.

9. Патент № 2041578 РФ, МПК 7 A01B 21/08. Дисковая борона / С.А. Инаекян, В.В. Коломиец, В.М. Гончаренко. – Заявлено 08.12.1993. Опубл. 20.08.1995. Бюл. 24

10. Патент № 2283559 РФ, МПК 7 A01B 49/02. Орудие для послойной обработки почвы / В.Б. Рыков, В.И. Таранин, Г.Л. Рыкова и др. – Заявлено 30.03.2005. Опубл. 20.09.2006. Бюл. 26.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

THE PERSPECTIVES OF COMPLEX FARM MACHINERY USE

Ph.D prof. Kyurchev V.[1], Ph.D Mitkov V.[2], Ph.D Chorna T.[3], Ph.D Mitkov V.[4]
Tavria State Agrotechnological University [1,2,3] – Melitopol, Ukraine, Inter-M[4] – Zaporozhe, Ukraine

Abstract: *This article presents the developments of scientific research institute of farm mechanization of Southern Ukraine under Tavria State Agrotechnological University (Melitopol). They deal with complex implements as parts of power units with classical and integrated arrangements and front hitch.*
***KEYWORDS**: COMPLEX FARM MACHINES, COMBINED UNIT, PUSH – PULL, FRONT MOUNTING MECHANISM*

1. Введение

Спецификой сельскохозяйственного производства Украины является наличие множества мелких предприятий (с обрабатываемой площадью полей не более 100 га). Так, например, по Запорожской области их доля составляет 55,5%. И по наличию технических средств они практически не способны конкурировать с крупными хозяйствами. Малые предприятия не в состоянии приобрести узкоспециализированную технику для выполнения всех сельскохозяйственных операций согласно агротехнологических требований, а использование имеющихся в наличии технических средств часто ведет к значительному увеличению затрат, и, как следствие, к повышению себестоимости получаемой продукции и снижению рентабельности. Одним из путей гарантированного повышения ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве является внедрение комбинированных машинно-тракторных агрегатов (КМТА). Именно такие агрегаты соответствуют потребностям малых сельскохозяйственных предприятий.

Объем применения комбинированных агрегатов в хозяйствах зависит от природно-климатических условий, физико-механических свойств обрабатываемых почв, применяемой в хозяйстве системы земледелия, агротехнических требований, предъявляемых к обработке почвы, посева, ухода за посевами и уборки сельскохозяйственных культур, возможности и целесообразности соединения технологических операций, а также имеющейся энергетической базы [1, 2].

Комбинированные машинно-тракторные агрегаты могут создаваться тремя путями:
– последовательным соединением между собой с помощью сцепок однооперационных машин / орудий;
– установкой на единой раме постоянных или сменных рабочих органов (моноблочные машины / орудия);
– составлением из нескольких однооперационных машин / орудий, одни из которых навешиваются на передний, а другие – на задний навесной механизмы энергетического средства (схема «толкай-тяни»).

Первый путь наиболее легкий в решении, т.к. КМТА комплектуют из имеющихся в хозяйстве однооперационных машин / орудий, как правило, без переделки или с незначительными изменениями. Недостатком является высокая металлоемкость и часто несовпадение ширины захвата с оптимальной скоростью, что усложняет выбор оптимальных параметров роботы такого комбинированного МТА.

Второй путь позволяет использовать рабочие органы и секции машин / орудий в необходимом технологическом сочетании. Но это приводит к значительному усложнению конструкции рамы, часто увеличивает вероятность забивания рабочих органов почвой и растительными остатками, снижает эксплуатационную надежность по сравнению с однооперационными машинами / орудиями.

Наиболее перспективным направлением, на наш взгляд, является последний вариант формирования КМТА. Преимущества таких агрегатов заключаются в том, что масса и тяговое сопротивление фронтально навешенных орудий увеличивают вертикальную нагрузку на передние ведущие колеса энергетического средства, повышая их сцепление с почвой и уменьшая буксование. В результате улучшаются условия использования мощности энергетического средства за счет перераспределения нагрузки по его мостам, повышается производительность труда и снижается удельный расход топлива. Во многих случаях снижаются металлоемкость и кинематическая длина агрегата, что приводит к уменьшению ширины поворотной полосы и непроизводительных затрат времени.

Однако для составления КМТА по такой схеме требуется энергетическое средство с передним навесным механизмом и, желательно, оснащенное передним валом отбора мощности.

2. Предпосылки и средства для решения проблемы

Для достижения положительного эффекта от применения КМТА должны выполняться следующие требования [3, 4]:
– энергоемкость технологического процесса, выполненного комбинированным агрегатом, должна быть меньше общей энергоемкости при выполнении его однооперационными машинами;
– производительность труда должна быть выше, чем у соответствующих однооперационных машин;
– качественные показатели работы должны быть не ниже, чем аналогичные показатели соответствующих однооперационных машин;
– приспособленность для работы в неблагоприятных погодных и почвенных условиях КМТА должна быть такая же, как и у агрегатов с однооперационными машинами;
– сохранение плодородия почвы;
– обеспечение удовлетворительной маневренности.

3. Решение рассматриваемой проблемы

Учеными научно-исследовательского института механизации юга Украины при Таврическом государственном агротехнологическом университете (ТГАТУ) совместно с южным филиалом Национального научного центра «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» был разработан ряд схем перспективных комбинированных МТА на базе интегрального трактора (рис.1).

Сегодня Украина выпускает трактора интегральной компановки семейства ХТЗ-160, которые отвечают сформулированным выше требованиям, а также оборудованы реверсивным постом управления и реверсивной трансмиссией. На их базе были созданы эффективные КМТА, которые за один проход выполняют как минимум две технологические операции. Производственную проверку они прошли на полях южного филиала Национального научного центра «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства».

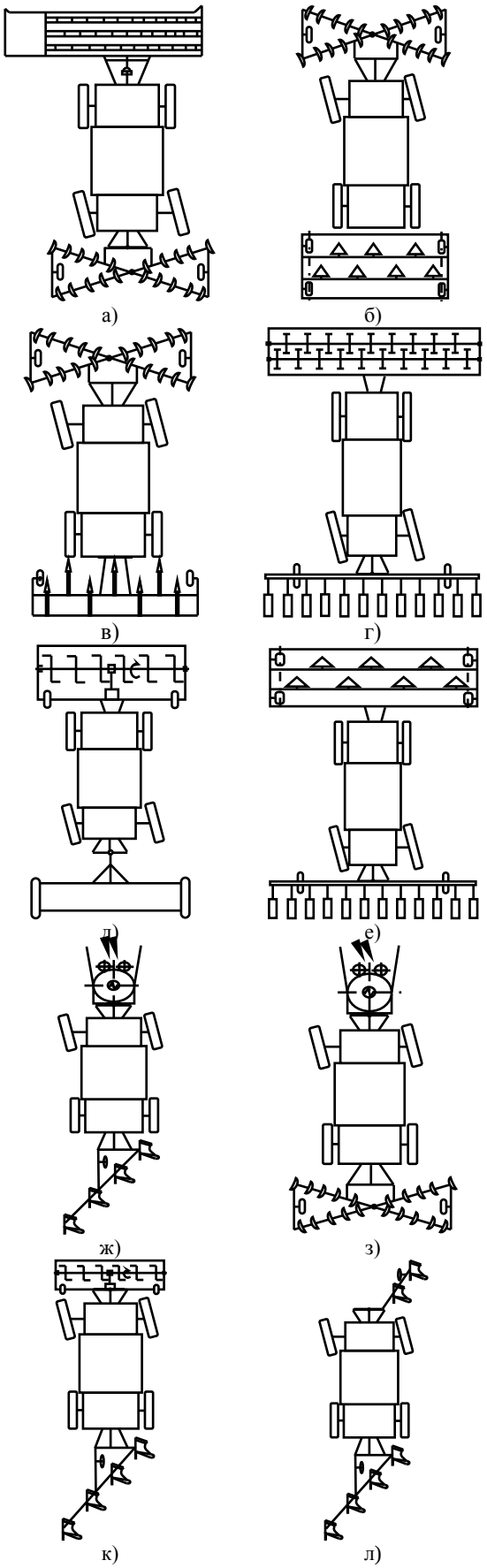


Рис. 1. Схемы КМТА на базе интегрального трактора:
а – жатвенно-лущильный; б – дисковочно-культиваторный; в – дисковочно-чизельный; г – котковально-посевной; д – фрезерно-посевной; е – культиваторно-посевной; ж – удабривающе-пахотный; з – удабривающе-дисковочный; к – измельчительно-пахотный; л – пахотный по схеме «push – pull».

4. Результаты и дискуссия

Одна из самых острых проблем в сельском хозяйстве Украины – сбор зерновых колосовых культур, а именно кошение их в валки прицепными или навесными валковыми жатками. Это вызвано необходимостью немедленного проведения после уборки урожая лущения с.-х. культур. Увеличение разрыва между этой операцией и подбором валков приводит к значительной потере почвенной влаги. Избежать этого возможно путем совмещения операций кошения с.-х. культур в валки и лущения межвалкового пространства. Для этого на базе интегрального трактора был разработан жатвенно-лущильный агрегат (рис. 2). Для лучшей обзорности жатки ЖВН-6Б энергосредство перенастраивают на реверсивное движение: жатку присоединяют к переднему навесному механизму при помощи адаптера, разработанного ОАО «Бердянсксельмаш», а на задний – дисковую борону БДН-3 (рис. 3) [5].

Рис. 2. Жатвенно-лущильный КМТА при настройке энергосредства прямым ходом

Рис. 3. Жатвенно-лущильный КМТА при настройке энергосредства реверсивным ходом

Лабораторно-полевые испытания проводились на двух аргофонах: суданская трава и овес. Ширина невзлущенной полосы составила 1,08 м и для 1,79 м соответственно. Установлено, что на взлущенном участке влажность почвы на 1,5 – 2 % выше. Эта разница может быть увеличена путем включения в состав дискового орудия боронок для выравнивания микрорельефа в обработанного межвалкового пространства.

При уборке грубостебельных культур (подсолнечника и кукурузы) возникает не менее важная проблема – относительно высокая стерня, которую перед основной обработкой следует измельчить. Обычно сразу проводят одно или двукратное дискование агрофона, а потом выполняют его основную обработку. Для одновременного выполнения этих операций к.т.н. Митковым В.Б. был разработан измельчительно-пахотный комбинированный агрегат (рис.4), состоящий из задненавесного плуга типа ПЛН и фронтального измельчителя стерни под условной маркой ПРР-1,5 с шириной захвата 1,5м, приводимого от переднего ВОМ трактора. Исследования проводили после уборки подсолнечника. Агрегат двигался правыми колесами в борозде со скоростью 2 м/с. Плуг с рабочей шириной захвата 1,38 м был настроен на глубину 25 см. Стерня измельчалась на фракции, большинство частиц (41,3 %) имели длину до 15 см [6].

Также в производственных условиях были испытаны дисковочно-чизельный и дисковочно-культиваторный КМТА.

Рис. 4. Измельчительно-пахотный КМТА

Технологическая часть первого состоит из плуга-чизеля ПЧ-2,5 и дисковой бороны БДН-3 (рис.5), а второго – навесного культиватора-плоскореза с рабочими органами от культиватора КПЭ-3,8 и дисковой бороны (рис.6). За счет установки на передней навесной механизм трактора дисковой бороны БДН-3 увеличивается догрузка переднего моста трактора, что приводит к уменьшению буксования колес. Поэтому при агрегатировании сельскохозяйственных орудий (ПЧ-2,5 + БДН-3) мощности двигателя энергетического средства достаточно для проведения одновременно двух сельскохозяйственных операций. Результаты роботы показали, что их использование позволяет снизить затраты топлива на 31 – 39% по сравнению с проведением двух операций отдельно.

Рис. 5. Дискововочно-чизельный КМТА

Рис. 6. Дисковочно-культиваторный КМТА

Одним из вариантов использования трактора семейства ХТЗ-160 по перспективной схеме «толкай-тяни» является комбинация технологических процессов внесения минеральных удобрений и их заделки в почву. В реальных условиях хозяйствования эти операции обычно осуществляют отдельно соответствующими МТА. Часто с существенной разницей во времени, что является нежелательным, поскольку определенные минеральные удобрения после их внесения требуют немедленной заделки в почву. Следует подчеркнуть, что при посеве с.-х. культур эти операции происходят одновременно. Для одновременного внесения минеральных удобрений и заделки их в почву целесообразно использовать агрегат на основе трактора серии ХТЗ-160, в состав которого входят фронтально навешенный разбрасыватель удобрений и задненавесное или прицепное почвообрабатывающее орудие. В качестве последнего можно использовать плуг, дисковый лущильник или борону, культиватор для сплошной обработки почвы [7].

Разработанный в нашем университете удобривающе-пахотный КМТА состоит из интегрального трактора ХТЗ-16231, плуга ПЛН-5-35 и разбрасывателя минеральных удобрений (рис.7). Минимальная ширина захвата разбрасывателя составляет 6 м, тогда как у плуга ПЛН-5-35 она не превышает 1,8 м. Для согласования ширины захвата учеными университета были разработаны специальные регулируемые ограничители. Предварительные их испытания показали, что равномерность внесения минеральных удобрений при этом не ухудшается.

Рис. 7. Удобривающе-пахотный КМТА

К агрегатам, которые используют фронтальные орудия, также относится и пахотный МТА по схеме «push – pull» (рис.8), технологическая часть которого представлена двухкорпусным фронтальным и пятикорпусным заднеенавесным плугами [8]. Для проведения лабораторно-полевых исследований был разработан и изготовлен опытный образец фронтального двухкорпусного плуга под условной маркой ПЛН-2-35. При его агрегатировании трактор перестраивают на реверсивное движение.

Сравнительные испытания проводили для МТА в составе интегрального трактора и задненавесных плугов ПЛН-4-35 (0+4), ПЛН-5-35 (0+5), а также МТА по схеме «push – pull» – ПЛН-2-35 + ПЛН-4-35 (2+4). Все плуги были настроены на одну и ту же глубину вспашки – 27 см. Ее среднеквадратическое отклонение каждым агрегатом не превышало агротехнических требований (±2см) и составило: для МТА по схеме (0+4) – ±1,74 см; для МТА по схеме (0+5) – ±1,52см; для МТА по схеме (2+4) – ±1,88см. При одинаковой глубине вспашки действительная ширина захвата КМТА по схеме 2+4 была на 21,3% больше по сравнению с МТА с плугом ПЛН-5-35, а производительность за 1 час чистого времени агрегатом по схеме (2+4) оказалась большей на 20,2%. Буксование движителей при работе с шестью корпусами не превышало агротехнически допустимый уровень (18…20%).

Рис. 8. Пахотный МТА по схеме «push – pull»

Комбинированные агрегаты на базе тракторов классической компоновки используются значительно меньше, поэтому рекомендаций по их использованию практически не существует. Для создания таких КМТА необходимы новые трактора с передним навесным устройством. Возможность оснащения имеющихся в хозяйствах тракторов классической компоновки такими механизмами значительно расширит их возможности применения.

Сегодня в большинстве хозяйств имеются трактора классической компоновки марки МТЗ. На основании проведенных исследований было предложено усовершенствование их конструкции, путем присоединения к раме трактора - переднего навесного механизма с гидравлическим приводом для присоединения к нему шлейфа сельскохозяйственных орудий. Передний навесной механизм к основной раме трактора присоединяют через переходную рамку. На нее устанавливают передние рычаги подъема, переднюю центральную тягу и гидроцилиндр. Для надежного закрепления переходную рамку со-

единяют с блоком коробки передач при помощи распорных планок [9].

Привод переднего вала отбора мощности на тракторе МТЗ-82 осуществлялся гидромотором, который приводится в действие от масляного насоса, установленного на заднем ВОМ трактора. Для приведение в действие фронтальных орудий активного типа, на базе трактора классической компоновки, нужно усовершенствовать существующую гидравлическую систему трактора.

Научной лабораторией «Машиноиспользование в земледелии» НИИ механизации юга Украины при ТГАТУ, для расширения функциональных возможностей тракторов классической компоновки, был разработан передний навесной механизм, на базе которых создано ряд КМТА [10].

При выращивании с.х. культур широко распространены жидкие удобрения, которые необходимо вносить в почву с одновременным их заделыванием. Для этого необходимо как минимум два агрегата. Объединить эти 2 операции можно с помощью КМТА на базе трактора марки МТЗ (рис. 9). Для этого на передний навесной механизм устанавливаться опрыскиватель «Ренау» с шириной захвата 14 метров, а сзади - борона зубчато-пружина БЗП с шириной захвата 15 метров.

Рис. 9. КМТА для внесения гербицидов и предпосевной обработки

При использовании этого агрегата:
- перекрытия при бороновании составляет не более 0,5 м;
- сокращается расход топлива за счет использования 1 агрегата в отличии от использования двух (боронование - 1,4 л/га и внесении удобрений 1,4 л/га);
- более эффективно используется трактор, за счет агрегатирования двух не энергонасыщенных операций в составе одного МТА.

Установка на трактор марки МТЗ переднего навесного механизма позволяет вносить гранулированные удобрения с помощью машины для внесения удобрений МВУ-800 и проводить посев с помощью сцепки с двумя зерновыми сеялками (рис. 10). Такое объединение с.х. орудий позволяет одновременно проводить заправку агрегата, а также уменьшить расход топлива (разбрасывания 1,0 л/га, посев 2,3 л/га).

Рис. 10. КМТА для внесения удобрений и посева зерновых

Для измельчения растительных остатков после уборки пропашных культур и их заделки в почву можно использовать трактор марки МТЗ с фронтальным измельчителем растительных остатков ПРР-1,5 (ширина захвата 1,5 м) и с заднерасположенным плугом ПЛН 3-35 (рис. 11). Это позволит за один проход агрегата по полю провести измельчения стерни и вспашку, после чего весенний посев проводится без забивания рабочих органов сеялки.

Рис. 11. Измельчающе-пахотный КМТА

5. *Заключение*

Таким образом, использование комбинированных машинно-тракторных агрегатов на базе тракторов интегральной и классической компоновки позволяет:
- снизить расход топлива при одновременном выполнении двух сельскохозяйственных операций, за счет уменьшения количества проходов агрегатов по полю;
- снизить негативное влияние уплотнения почвы за счет объединения операций;
- догрузить переднюю ось трактора, что снижает буксование колес трактора и позволяет более эффективно его использовать.

Наличие переднего навесного механизма у трактора классической компоновки позволит использовать его при комплектовании КМТА с фронтальным расположением орудий. Стоимость механизма и его установка значительно уступает покупке нового трактора. Это способствует повышению эффективности использования существующих в хозяйствах тракторов при проведении сельскохозяйственных технологических операций.

6. *Литература*

1. КасымовА.Ш., Чирков Г.Н. Развитие конструкций почвообрабатывающих орудий передней навески: Обзорн. Информ. // ЦНИИТЭИтрактороселтхозмаш. – 1985. – Вып. 12.

2. Повышение эффективности использования мощных колесных машин: Обзорн. Информ. / ВНИИТЭИ агропромышленного комплекса, Сост. Н.М. Беляев. – М. – 1986

3. Хорунженко В.Е. и др. Состояние и перспективы развития комбинированных агрегатов/ В.Е. Хорунженко, А.И. Мордухович, В.А. Юзбашев // Механизация и электрификация сельского хоз-ва. - 1985. - № 5. – С. 33-35.

4. Кузнецов Ю.И., Дроздов В.Н. Комбинированные агрегаты для интенсивных технологий // Техника в сельском хозяйстве.-1986. - № 4. - С. 12-15.

5. Жатвенно-лущильный агрегат на базе трактора ХТЗ-120 / В.Т. Надикто, В.Н. Кюрчев, А.М. Аюбов, В.К. Кумпан // Механізація і електрифікація сільського господарства. К. – 2003, №11. – С. 12 – 15.

6. Мітков В.Б. Результати лабораторно-польових випробувань комбінованого МТА на базі трактора ХТЗ-120 // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2005. - Вип. 25. - С. 151-156.

7. Надикто В.Т. Орно-удобрювальний агрегат / В.Т. Надикто // The Ukrainian Farmer. – №9 – 2011. – С. 22 – 23.

8. Кюрчев В.М. Перспективний напрямок створення комбінованих та широкозахватних МТА / В.Т. Надикто, В.Н. Кюрчев // Збірник наукових праць Укр-НДПІВТ, 2006. – Вип. 9 (22), кн.1.

9. Пат. 59653, Україна, № u201013101 ; заявл. 04.11.2010; опубл. 25.05.2011, Бюл. № 10 Трактор МТЗ з переднім навісним механізмом / Мітков В.Б., Тюлев В.С.

10. Мітков В.Б. Комбіновані агрегати – це перспективно / Мітков В.Б., Мітков Б.В., Тюлев В.С. // Агро експерт. - №12, 2010.- с. 114-116.