

STATISTICAL DISTRIBUTION OF THE DETAILS FROM AGRICULTURAL MACHINERY MADE FROM CAST IRON⁷

Assoc. Prof. Mitko Nikolov, DSc

Department of Repair, Reliability, Mechanisms, Machines, Logistics and Chemical Technologies

University of Ruse "Angel Kanchev", Bulgaria

Tel.: +359 82 888 458

E-mail: mnikolov@uni-ruse.bg

Abstract: *The article presents a classification of the cast iron parts to be restored by surfacing from agricultural machinery. The structural characteristics of the cast iron details necessary for compiling the recovery routes as well as the selection and calculation of the working regime parameters are determined. The study found that most cast iron parts are used in wheeled tractors, followed by tracked tractors and combines, with newer brands having 1.5 times more cast iron parts. The distribution of the details by types of cast iron shows that the most widely used are the details made of gray cast iron, followed by the details made of malleable and special cast iron. It is determined that the most common brands are gray cast iron EN-GJL 150 and malleable cast iron EN - GJS 400, with a tendency to increase the use of medium and high strength cast iron.*

Keywords: *agricultural machinery, cast iron, structural parameters*

ВЪВЕДЕНИЕ

Конструктивно - технологическите характеристики имат голямо значение за възстановяването на детайлите от земеделската техника (Бекана Д, 2020; Деликостов Т., 2020; Кангалов П., 2019; Николов М., 2019). Една от най - важните характеристики е материала на детайлите.

Чугунът се явява един от най-разпространените конструкционни материали в земеделската техника (Алипов О., Marinov S., Uzunov T., 2018; Кангалов П., 2012; Кангалов П., Белева Д., Дякова-Димитрова К., 2015; Николов М., 2019). Широката му употреба, като конструкционен материал в машиностроенето се дължи до голяма степен на обстоятелството, че той има добри леярски свойства, има малък коефициент на линейно разширение и не на последно място ниската му цена. Детайлите изработени от чугун се характеризират с висока якост и износоустойчивост, притежават добра обработваемост с режещи инструменти, но имат по-лоша заваряемост отколкото стоманата, чувствителни са към концентраторите на напрежения (Николов М., 2019; Nikolov M., Todorov I., Stoyanov V., Valchev J., 2019; Todorov I., 2019).

В зависимост от физико - механичните си свойства чугуните се делят на четири групи: чугуни с малка якост, със средна якост, с повишена якост и висока якост, а според техния вид на: сиви, ковки, високояки и специални (Николов М., 2019; Marinov s., Alipiev O., Uzunov T., 2019; Тодоров И., 2013).

Целите, които се постигат с наваряването определят коренно различен подход по отношение на избирането на входните фактори и изходните параметри в сравнение с тези при заваряването.

Целта на настоящата работа е да се установи статистическото разпределение на чугунените детайли от земеделската техника по видове сплави и марки машини. Това ще ни даде възможност за определяне на конструктивно - технологичните характеристики, необходими за избора на режима и условията за тяхното възстановяване.

⁷ Докладът е представен на онлайн сесията на секция „Ремонт и надеждност“ на 29 октомври 2021 г. с оригинално заглавие на български език: СТАТИСТИЧЕСКО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ЧУГУНЕНИТЕ ДЕТАЙЛИ ОТ ЗЕМЕДЕЛСКАТА ТЕХНИКА

Обект на изследването са износените детайли от широко разпространените марки от земеделската техника използвани в близкото минало, сега и в бъдеще, подлежащи на възстановяване чрез вибродъгово наваряване.

Предмет на изследването е разпределението на чугунените детайли по видове сплави (сив, ковък, високояк и специален чугун) и марки машини.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Голяма част от детайлите от клас валове и други ротационни тела са изработени от чугун и имат висока твърдост, точност и чистота на повърхностите, явяващи се конструктивно сложни и скъпо струващи. Големината на износване на тези детайли средно не превишават 0,1-0,3 mm и само някои от тях достигат 0,5 mm (Димитров М., 2019; Николов М., 2019; Nikolov M., Todorov I., Stoyanov V., Valchev J., 2019; Todorov I., 2019; Кангалов П., 2012; Valov N., Valova I. 2017).

Първоначално се определят структурните характеристики на чугунените детайли, от което се определят модела на възстановяване и начина на възстановяване. От последното силно зависят качеството на повърхнината, якостта на умора и износоустойчивостта на възстановеното покритие. От своя страна износоустойчивостта определя трайността на възстановения детайл.

Според съвременните изисквания и нужди, трайността, респективно износоустойчивостта на възстановения детайл, трябва да е равна на тази на новият детайл.

На анализ бяха подложени основните структурни характеристики на чугунените детайли. С получените резултати са построени полигони на разпределение на структурните им характеристики. При статистическата обработка са приети следните допускания: 1) честотата на повторимост на структурните характеристики на няколко цилиндрични работни повърхности от един и същи детайл, се оценява с броя на тези повърхности; 2) разпределението на материала се изучава по съдържанието на въглерод и структура на въглерода.

На изследване бяха подложени използваните в земеделието верижните и колесните трактори и комбайни (ДТ-54, ДТ-75, Т-10, МТЗ-82, Т-150К, К-701, LAMBORGHINI 1100 PREMIUM, UNIVERSAL 644 DT, JOHN DEER 6620, MASSEY FERGUSON 4270, ZETOR CRISTAL 12045, CASE 2366, CLAAS MEGA).

Таблица 1
Разпределение на видовете чугунени детайли по марки верижни трактори

№	Видове чугун	Разпределение по видове и марки машини, бр				
		ДТ-54	ДТ-75	Т-10	UNIVERSAL 644 DT	Общо
1	EN-GJL	87	117	67	65	336
2	EN-GJMW	0	0	5	8	13
3	EN-GJS	0	0	8	10	18
Общо детайли		87	117	80	83	367

В табл. 1 до табл. 3 е представено обобщено разпределение на видовете чугунени детайли които се срещат в най-разпространените трактори и комбайни в България.

Разпределението на чугунените детайлите при земеделската техника (табл. 1) от сив чугун показва, че в новите марки машини се използват повече чугунени детайли отколкото при по старите, като това увеличение при верижните трактори е близо 1,5 пъти, а при колесните трактори - незначително. Най - много детайли от сив чугун (117 бр.) се използват във верижните трактори ДТ-75, а най - малко при колесните трактори (22 бр).

От разпределението на детайлите от ковък чугун се вижда (табл. 2), че не във всички машини се използва този чугун. При верижните трактори няма нито един детайл, докато при някои колесни трактори (Т-150К) техният брой е значителен. Най - разпространената марка ковък чугун е EN- GJMW 400, докато другите марки са по - малко използвани.

Таблица 2.

Разпределение на видовете чугунени детайли по марки колесни трактори

№	Видове чугун	Разпределение по видове и марки машини, бр							Общо
		МТЗ-82	Т-150К	К-701	LAMBORGHINI 1100 PREMIUM	JOHN DEER 6620	MASSEY FERGUSO N 4270	ZETOR CRYSTAL 12045	
1	EN-GJL	76	86	26	42	52	48	65	395
2	EN-GJMW	1	26	6	10	8	10	10	71
3	EN-GJS	0	10	0	6	2	8	4	30
Общо детайли		77	122	32	58	62	66	79	496

Високояките чугуни почти не се използват, което е видно от разпределението им по марки за изследваната земеделска техника (табл. 1-3). Този чугун е използван по - малко в сравнение с другите видове чугуни. Високоякият чугун EN-GJS е използван единствено при колесен трактор Т - 150К (10 бр.), като от EN-GJS 400 (6 бр.) и EN-GJS 600 (4 бр.).

От общото разпределение на чугунените детайли по марки машини и видове чугун се вижда (табл. 1-табл. 3), че най-много чугунени детайли имат колесните трактори (496 бр.), след което са верижните трактори (367 бр.) и комбайни (90 бр.). Новите марки трактори и комбайни имат приблизително същият брой чугунени детайли, както и по – старите марки.

Таблица 3.

Разпределение на видовете чугунени детайли по марки комбайни

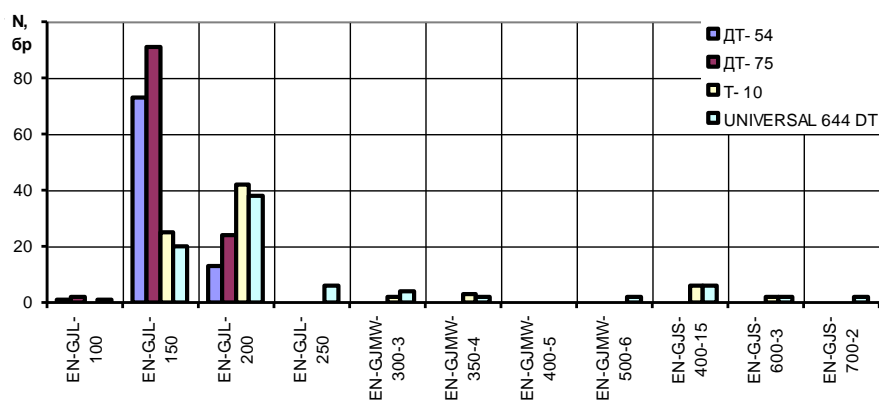
№	Видове чугун	Разпределение по видове и марки машини, бр		
		CASE 2366	CLAAS MEGA	Общо
1	EN-GJL	42	35	77
2	EN-GJMW	2	6	8
3	EN-GJS	3	2	5
Общо детайли		47	43	90

От представените данни в (табл. 1-табл. 3), може да се направи извода, че най - разпространеният вид чугун в земеделската техника е сивият EN-GJL с (808 бр.), след него е ковкият EN-GJMW с (92 бр.) и най-слабо използвания е високоякият чугун EN-GJS с (53 бр.).

На фиг. 1-3 са представени полигоните на статистическото разпределение на чугунените детайли съответно на верижните, колесните трактори и комбайните по видове, марки и якост на опън $\sigma_{оп}$. Въглеродното съдържание на чугун EN-GJL е в границите 3,2-3,7 % С, а при ковките чугуни EN-GJMW е с 2,4-2,8 % С. Въпреки, че намалява въглеродното съдържание при ковките чугуни, то якостта на опън и твърдостта по Бринел се увеличават, като за марката чугун EN-GJL, HB е 163-229, а за чугуна EN-GJMW твърдостта е не повече от 180 HB единици.

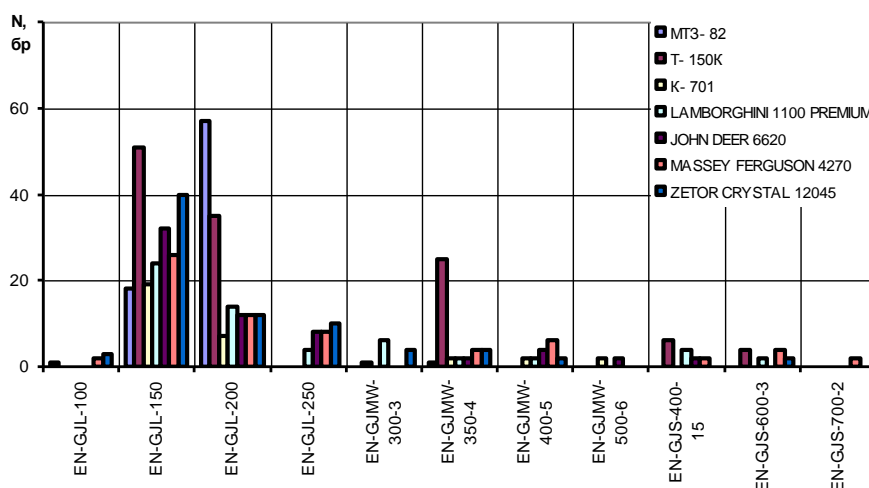
От показаният на фиг. 1 полигон на разпределение, се вижда, че за всички трактори най-разпространеният вид чугун е EN-GJL. Другите два вида чугуни EN-GJMW и EN-GJS са много по-малко разпространени. Старите марки верижни трактори (ДТ-54 и ДТ-75) имат чугунени детайли само от EN-GJL чугун. От този вид чугун най-разпространената марка е (EN-GJL 150).

Изследваните представители на верижни трактори нямат нито по един детайл от ковък и / или високояк вид чугун. При производството на неотговорните детайли, като капаци, картери, фланци, втулки и други се предпочита използването на чугун марка EN-GJL 150 и много по-малкото използване на EN-GJL 100 и EN-GJL 200 от които се произвеждат отговорни детайли. Това показва, че по-новият верижен трактор от двата (ДТ-75) има не само повече чугунени детайли в абсолютна стойност, но и че има голямо увеличение на чугуните от които се правят отговорни детайли.



Фиг. 1. Разпределение на чугунени детайли при верижните трактори по видове, марки и якост на опън

Съвременните верижни трактори (UNIVERSAL 644 DT и T-10) имат чугунени детайли и от по-високояките чугуни, а именно EN-GJMW и EN-GJS. При тези марки верижни трактори най-голям е броя на чугунените детайли от чугун (EN-GJL 200), но броя на чугунените им детайли от този вид е по-малък от тези на ДТ-54 и ДТ-75. Въпреки, че е малък броя на чугунените детайли от видовете EN-GJMW (T-10 5 бр. и UNIVERSAL 644 DT 8 бр.) и EN-GJS (T-10 8 бр. и UNIVERSAL 644 DT 10 бр.), техният брой постоянно нараства. В ретроспективен план, тенденцията е да се използват по-високояки чугуни.

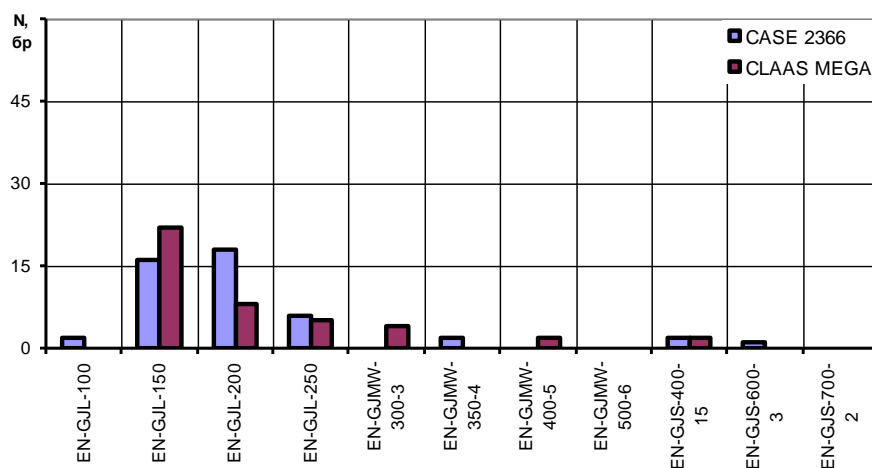


Фиг. 2. Разпределение на чугунени детайли при колесните трактори по видове, марки и якост на опън

При изследваните колесни трактори се наблюдава по-голямо разнообразие на видовете и марките чугуни, като и тук най-използваният вид чугун е сивият EN-GJL. Останалите два вида чугуни EN-GJMW и EN-GJS се среща по-слабо в сравнение с EN-GJL, като използването на ковкия чугун е по - голямо. Изключение от това прави колесния трактор T-150K с 26 бр. от EN-GJMW и 10 бр. от EN-GJS (фиг. 2).

Най-използваната марка чугун при колесните трактори е (EN-GJL 150). Изключение от това прави само MT3-82, където най-използван е (EN-GJL 200). При чугуните от вид EN-GJS, най-много детайли има отново колесния трактор T-150K с 10 бр., при до 8 бр. за останалите марки колесни трактори.

Чугунените детайли от видове EN-GJMW и EN-GJS са сравнително равномерно разпределени при различните марки колесни трактори. Най-много детайли от ковък чугун по абсолютна стойност имат колесните трактори T-150K, K-700A, K-701 и MT3-82, докато високояк чугун се използва само при колесен трактор T-150K.



Фиг. 3. Разпределение на чугунени детайли на комбайни CASE 2366 и CLAAS MEGA по видове, марки и якост на опън

Разпределението на чугунените детайли от комбайни с представители CASE 2366 и CLAAS MEGA е представен на фиг. 3. Най-разпространеният вид чугун при комбайните отново е EN-GJL, като най-използваната марка за CASE 2366 е EN-GJL 150 с 22 бр., а за комбайн CLAAS MEGA най-използваната марката чугун е EN-GJL 200 с 18 бр.

Ковкият и високоякият вид чугуни, съответно EN-GJMW и EN-GJS са почти равномерно разпределени. От EN-GJMW е използвана само по една марка чугун, като за CASE 2366 тя е EN-GJMW 350 с 2 бр., а за CLAAS MEGA е EN-GJMW 300 с 4бр. Най-прилаганата марка високояк чугун при комбайните CASE 2366 и CLAAS MEGA е EN-GJS 400 с 2 бр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработена е методика за статистическо изследване разпределението на чугунените детайли от земеделската техника по видове и марки чугуни и видове и марки машини.
2. Установено е, че най-много чугунени детайли се използват в колесните трактори, след които са верижните трактори и комбайните, като по-новите модели имат 1,5 пъти повече чугунени детайли.
3. Разпределението на детайлите по видове чугуни показва, че най-голямо приложение имат детайлите от сив чугун, след което следват детайлите от ковък и високояк чугун.
4. Определено е, че най-разпространените марки са сив чугун EN-GJL 150 и ковък чугун EN-GJS 400, като тенденцията е към увеличаване използването на средно и високояките чугуни.

REFERENCES

Alipiev O., S. Marinov, T. Uzunov. (2018) Optimal tooth profile design of a gear shaper cutter when meshing with internal straight splines. Mechanism and Machine Theory, Vol.129, pp. 70-79, ISSN 0094-114X.

Bekana D. (2020) Optimizing the maintenance of agro-industrial equipment, Academic Publishing House University of Ruse, p. 130, ISBN 978-954-712-800-2, (**Оригинално заглавие:** Бекана Д. (2020) Оптимизиране поддържането на аграрно-индустриалната техника, Русе: Академично издателство Русенски университет, с. 150, ISBN 978-954-712-800-2).

Delikostov T., (2020) Management of fuel combustion of internal combustion engines from agricultural and tractor equipment by maintaining the food system. Scientific Monograph. Ruse, Academic Publishing House University of Ruse, p.136, ISBN 978-954-712-799-9. (**Оригинално заглавие:** Деликостов Т. (2020) Управление разхода на гориво на ДВГ от земеделската и автотракторна техника чрез поддържане на хранителната система – научна монография. Русе: Академично издателство Русенски университет, p.136, ISBN 978-954-712-799-9).

Dimitrov, M.S. (2019) Development of repaired engines with friction modifiers, Yambol, Faculty of Engineering and Technology - Yambol at the Thracian University - Stara Zagora, p. 160, ISBN 978-619-7340-00-6. **(Оригинално заглавие:** *Димитров М. (2019) Разработване на ремонтирани двигатели с модификатори на триенето, Ямбол, Факултет „Техника и технологии“ - Ямбол при Тракийски университет - Стара Загора с. 160, ISBN 978-619-7340-00-6).*

Kangalov P. (2012) Statistical study of the wear of the housing and the gate of the hydraulic valve P-80, IN: Scientific works of Angel Kanchev University, Ruse, Vol 51, book 1.1, Ruse, pp. 252-256, ISBN 1311-3321. **(Оригинално заглавие:** *Кангалов П. (2012), Статистическо изследване износването на корпуса и шибъра на хидроразпределител P-80. В: Научни трудове на РУ-2012, том 51, с. 1.1, Русе, стр. 252-256, ISBN 1311-3321).*

Kangalov P. (2019) Rebuilding electrolytic alloys coatings. Scientific Monograph. Academic Publishing House University of Ruse, p. 170, ISBN 978-954-712-785-2 **(Оригинално заглавие:** *Кангалов П. (2019) Възстановителни покрития от електролитни сплави – научна монография. Русе: Академично издателство Русенски университет, с. 170, ISBN 978-954-712-785-2).*

Kangalov P., D. Beleva, K. Dyakova-Dimitrova, (2015), Determination of the initial structural characteristics of the pair of shaft-plain bearing by tractor engines. IN: Scientific works of Angel Kanchev University, Ruse, vol. 54, book 1.1, pp. 210-216, ISSN 1311 3321. **(Оригинално заглавие:** *Кангалов П., Д. Белева, К. Дякова-Димитрова, (2015) Определяне на началните структурни характеристики на двоицата вал-плъзгащ лагер от автотракторни двигатели.// Научни трудове на Русенския университет, том 54, с.1.1, стр. 210-216, ISSN 1311-3321).*

Marinov S., O Alipiev, T Uzunov. (2019) Interference of the profiles when meshing internal straight splines with gear shapers. MATEC Web of Conferences, No 287, 01015.

Nikolov M., I. Todorov, V. Stoyanov, J. Valchev. (2019) Determination of the Structural Characteristics of the Parts of Agricultural Machinery Subject for Repair. В: PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE – 2019, No v 58, b 1.1, pp. 44-48, ISSN 1311-3321.

Nikolov M., P. Kangalov. (2012) Benefits from maintenance and repair in utilization of resources. IN: Mendeltech International 2012 – International Scientific Conference, No 1, Brno, ISBN 978-80-7375-625-3.

Nikolov M, (2019) Rebuilding Overlaid Coatings Obtained Through Vibrating Arc Overlaying Process in an Atmosphere of Shielding Gas and its Mixtures - Scientific Monograph, Academic Publishing House University of Ruse, p. 144. ISBN 978-954-712-756-2 **(Оригинално заглавие:** *Николов М. (2019), Възстановителни вибронаварени покрития в защитни газове и техните смеси - научна монография, Русе: Академично издателство „Русенски университет, р. 144, ISBN 978-954-712-756-2).*

Nikolov, M., Stoyanov, V., (2014) Utilization of Resources in the Maintenance and Repair of Machines, Ruse, Ruse University Publishing Centre, p. 95, ISBN 978-954-712-607-7, **(Оригинално заглавие:** *Николов М., Стоянов В. (2014) Оплозотворяване на ресурсите при поддържането и ремонта на машините, Русе, Издателски център при Русенски университет, стр. 95, ISBN 978-954-712-607-7).*

Todorov I. (2019) A Research about Wear Process of Details from Belt Conveyor.// Agricultural, forest and transport machinery and technologies, Vol. VI, pp. 5-10, ISSN 2367-5888.

Todorov, I. (2013) Influence of the amplitude of vibrations on the technological parameters of the mode during vibroarc surfacing of details from the tractor and agricultural machinery. В: Scientific works of Angel Kanchev University, Vol 52, s 1.1, Ruse, pp. 293-296, ISSN 1311 3321, **(Оригинално заглавие:** *Тодоров И., (2013) Влияние на амплитудата на вибрации върху технологическите параметри на режима при вибродъгово наваряване на детайли от автотракторната и земеделска техника. В: Научни трудове на РУ „Ангел Кънчев“ том 52, с. 1,1, Русе, с. 293-296, ISSN 1311 3321).*

Valov, N., Valova, I. (2017) Drying process management laboratory with remote access. International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2017, doi:10.1109/ITHET.2017.8067800.

Valov, N., Valova, I. (2019) Raspberry Pi as a Tool to Combine Different Courses Part of University Education IN 18th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 2019) ISBN: 9781728124643

Valov, N., Valova, I. (2020) Home automation system with Raspberry Pi. International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering, EE and AE 2020 - Proceedings, doi:10.1109/EEAE49144.2020.9278998