

Получена: 15.10.2017 г.

Приета: 20.11.2017 г.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ХИДРАВЛИЧНИ БАГЕРИ

Б. Николов¹

Ключови думи: технология, механизация, хидравлични багери

РЕЗЮМЕ

В изследването се сравняват технически данни за еднокосови хидравлични багери с обратна лопата, налични в литературата, използвана от студентите при разработване на курсови проекти по „Технология на строителното производство“. Сравнението се извършва спрямо техническа информация, използвана при разработка на дисертационен труд и обхващаща 228 модела от 20 производители. Разработена е методика за сравнение и е реализиран програмен апарат, с който е извършено сравнението. Представен е списък със 16 заместващи модела.

1. Въведение

Еднокосовите хидравлични багери с обратна лопата намират широко приложение при извършване на земни работи за типични обекти в урбанизираните територии. Теоретичните постановки за земни работи са дефинирани в [1], а машините в [3]. При практическата си подготовка по дисциплината „Технология на строителното производство“ студентите използват „Технология на строителното производство. Сборник от задачи и примери“ [2]. В него са приложени технико-работни характеристики на 16 хидравлични багера с обратна лопата. Проучване на началните години на производство показва, че това е средно 1974 г. За някои модели, специално от ДН серията, липсват интернет ресурси дори с базови данни като мощност на двигателя или маса на машината.

¹ Борис Николов, д-р ас. инж., кат. „Технология и мениджмънт на строителството“, ВСУ – София, ул. „Суходолска“ № 175, 1373 София, e-mail: bnikolov@wss-bg.net

Следователно цел на изследването е намирането на актуални модели със сходни работни характеристики и по-пълна и достъпна документация.

2. Входни данни

Източник на техническите характеристики на багерите, за които се търсят алтернативни модели (наричани в изложението първа група или група едно), е Приложение 2.8 от [2]. Някои допълнителни параметри (напр. габаритни размери в транспортно състояние) са набавени от интернет ресурси, извлечени към 08.2017 г., основни източници са: <http://www.techstory.ru/>, <http://www.ddr-baumaschinen.de/>, <http://traktorbook.com/>.

Източник за втората група машини (от които се избират алтернативни модели) са база данни, формирана от работа по дисертационен труд [4] и обхващаща 228 модела от 20 производители. Към базата за настоящото изследване са добавени данни за обем на коша за някои модели.

3. Теоретична постановка

Методът на изследване се състои в изчисляване на разликата в технически показатели (фактори) на даден модел от Група 1 срещу всички модели от Група 2, формиране на матрица с претеглени (по фактори) стойности, извеждане на средна стойност на претеглените фактори и търсене на минимум.

Нека с M_1 се означае моделът на машината, за която се търси алтернатива от множество модели в група 2, означени като $M_{2,0} \dots M_{2,m-1}$, където m е общият брой модели в група 2. Нека за всеки модел са дадени числени стойности на n параметри $P_0 \dots P_{n-1}$. Матрицата с разликите има вида:

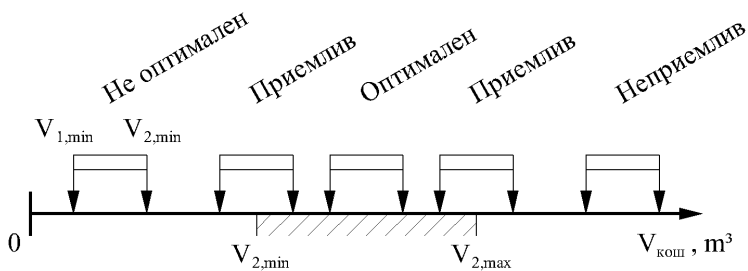
$$\Delta = \begin{matrix} & P_0 & L & P_{n-1} \\ M_{2,0} & \left(\begin{matrix} \Delta_{0,0} & L & \Delta_{n,0} \\ M & & M \\ \Delta_{0,m-1} & L & \Delta_{n-1,m-1} \end{matrix} \right) & & \end{matrix} \quad (1)$$

Матрицата на претеглените разлики е:

$$\Delta_W = \begin{pmatrix} \Delta_{0,0} & L & \Delta_{n-1,0} \\ M & & M \\ \Delta_{0,m-1} & L & \Delta_{n-1,m-1} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} W_0 \\ M \\ W_{n-1} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Факторите могат да бъдат с единични числени стойности, при което отклоненията се изчисляват по стандартна формула за разлика. За други фактори, напр. обем на коша, е възможно да има вариантност, при това положение за включване в матрицата е приета следната предпоставка: за M_1 минималните и максимални обеми на кошовете се означават с $V_{1,\min}$ и $V_{2,\max}$, а за M_2 с $V_{2,\min}$ и $V_{2,\max}$ (фиг. 1):

- при $V_{1,\min} \geq V_{2,\min}$ и $V_{2,\max} \leq V_{2,\max}$: оптимален случай, към матрицата не се добавя стойност;



Фиг. 1. Варианти на случаи за обхват на кошове на два модела машини

- при $V_{1,\min} < V_{2,\min}$ и $V_{2,\max} < V_{2,\min}$: случаят не е оптимален, що се отнася до условието за съвпадение на параметрите, но остава благоприятен, защото заместващият модел M_2 работи с по-голям кош (освен при частни случаи на копаене на траншеи с ограничена широчина). За претеглената стойност се предлага следната формула (базирана на разлика между средните стойности):

$$\Delta_{i,j} = \left| \frac{V_{2,\min} + V_{2,\max} - V_{1,\min} - V_{2,\max}}{V_{2,\min} + V_{2,\max}} \right| \cdot W_i \cdot 100, \% , \quad (3)$$

където W_i е теглото на фактора обем на кош. В изследването за случая е приета стойност 1;

$i = 0 \dots n-1$ е индексът на фактора;

$j = 0 \dots m-1$ е индексът на модел M_2 ;

- при $V_{1,\min} > V_{2,\max}$ и $V_{1,\max} > V_{2,\max}$: случаят е неприемлив, използва се формула (3) с $W_i = 2$;
- при $V_{1,\min} < V_{2,\min}$ или $V_{1,\max} > V_{2,\max}$: има известно припокриване на обхватите, случаят е приемлив, използва се формула (3) с $W_i = 0,5$.

Средната стойност на претеглените разлики на факторите между модел M_1 и даден модел $M_{2,j}$ се изчислява по формула:

$$\Delta_{\text{ср},j} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (\Delta_{i,j} \cdot W_i)}{\sum_{i=0}^{n-1} W_i} . \quad (4)$$

4. Програмен модел

Разработен е програмен модел на база теоретичната постановка от т. 3 с функционалност за зареждане на входни данни от csv файлове, задаване на филтър по производители, провеждане на анализ със или без отчитане на обема на кошовете, опция за стриктно изискване за наличие на данни за обем на кош, опция за филтриране на броя резултати. В текущото решение теглата на факторите са дефинирани в самия програмен код.

5. Провеждане на изследване

Таблица 1. Резултат с отчитане на обем на кошове

| Модел | $\Delta_{\text{ср}}, \%$ | Модел | $\Delta, \%$ |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------|
| <i>1</i> | 2 | <i>1</i> | 2 |
| 1. Э-153 | | 9. БХ-600 П | |
| --- Volvo ECR38 | 22,88 | --- JCB JS200 LC | 7,76 |
| --- JCB 8045 ZTS | 25,84 | --- JCB JS210 LC | 7,76 |
| --- Hitachi ZX55U-5A | 25,98 | --- Hitachi ZX160LC-5 | 8,17 |
| 2. Э0-2621 А | | 10. Warynski K-606 А | |
| --- CAT 304E CR | 15,70 | --- CAT 308E2 CR SB | 6,58 |
| --- CAT 305E CR | 19,11 | --- Komatsu PC118MR-8 | 8,15 |
| --- Hitachi ZX65USB-5A | 22,54 | --- Volvo EC140DL | 18,71 |
| 3. ДН-113 | | 11. Э0-4321 | |
| --- Case CX80C MSR | 30,26 | --- CAT 311F LRR | 4,81 |
| --- Case CX75C SR | 30,44 | --- Hitachi ZX160LC-5 | 4,86 |
| --- Volvo ECR88D | 36,80 | --- Hyundai R180LC-9A | 5,71 |
| 4. Warynski K-406 А | | 12. Э0-4121 | |
| --- CAT 308E2 CR SB | 6,58 | --- JCB JS200 LC | 3,51 |
| --- Komatsu PC118MR-8 | 8,15 | --- Volvo EC180D | 4,56 |
| --- Volvo EC140DLM | 18,70 | --- Hyundai R180LC-9A | 4,62 |
| 5. Warynski K-408 | | 13. ДН-101 | |
| --- CAT 308E2 CR SB | 9,72 | --- Hyundai R330LC-9A | 7,51 |
| --- Komatsu PC118MR-8 | 15,21 | --- Volvo EC380EL | 7,53 |
| --- Case CX80C MSR | 23,27 | --- Hyundai R300LC-9A | 9,25 |
| 6. Nobas UB-631 | | 14. ДН-611 | |
| --- CAT 308E2 CR SB | 33,63 | --- Hyundai R480LC-9A | 7,73 |
| --- Hidromek HMK 140 LC | 39,01 | --- Volvo EC480EL | 10,72 |
| --- XCMG XE150D | 39,10 | --- Hyundai R380LC-9A | 12,21 |
| 7. Э0-3322 А | | 15. Nobas UB-1232 | |
| --- Volvo EC140DL | 8,69 | --- CAT 320E LN | 5,95 |
| --- Hitachi ZX130-5 | 9,67 | --- CAT 323E L | 5,95 |
| --- CAT 311F LRR | 10,11 | --- JCB JS240 LC | 6,69 |
| 8. Э0-3112 Г | | 16. Э0-5122 | |
| --- Volvo EC140DL | 18,35 | --- CAT 320E LN | 7,71 |
| --- Hitachi ZX130-5 | 19,09 | --- CAT 323E L | 7,71 |
| --- JCB JS115 | 19,18 | --- CAT 324E L | 8,73 |

Входните данни са организирани в 4 групи файлове – два за технико-работни характеристики и два за обем на кош, съответно за група 1 (16 машини) и група 2 (228 машини, 211 с данни за кошове). Данните от втора група са събирани за изследване на технология на изпълнение на траншейни изкопи и не всички параметри, налични за група 1 са набрани (напр. най-голяма височина на копаене). Поради тази причина избраните фактори, с които се работи са:

- най-голям радиус на копаене на нивото на движение, тегло на фактора 1,0;
- най-голяма височина на разтоварване, тегло на фактора 1,0;
- най-голяма дълбочина на копаене, тегло на фактора 1,0;
- обем на коша, тегло на фактора в зависимост от фиг. 1: 0, 0,5, 1,0 или 2,0.

Проведени са две групи изследвания: без отчитане на обема на кошовете и с отчитане на обема на кошовете. При първото изследване за по-малките багери от група 1 се получават като резултат модели със силно занижени обеми на кошове. Например за Э-153 с обем на коша 0,15 m³ алтернативните модели са JCB 8014 CTS, Case CX17B ZTS и Bobcat E17 съответно с кошове 0,02, 0,04, 0,03 – 0,06 m³. Поради тази причина като резултат тук в табл. 1 е представен резултат от второто изследване.

Подробни числени данни за стойностите на факторите, с които са изчислени разликите Δ, са публикувани тук: <https://goo.gl/7P2Q8M>.

За някои модели се отчитат сравнително големи разлики, по специално при Э-153, ДН-113, Nobas UB-631 разликите до най-близкия модел от Група 2 са над 20%. Повишаване на прецизността на избора може да се търси с включване на допълнителни фактори или с увеличаване на базата модели в Група 2, напр. с отчитане на обстоятелството, че някои модели машини се предлагат с различни дължини на стрелите.

6. Резултат

Таблица 2. Предложение за заместващи модели

| № | Предложен модел | Заместващ за | Актуализация за 2017 г. |
|----|--------------------|---|-------------------------|
| 1 | Case CX80C MSR | ДН-113 | Case CX80C MSR |
| 2 | CAT 304E CR | ЭО-2621 А | CAT 304E2 CR |
| 3 | CAT 308E2 CR SB | Warynski K-406 А; Warynski K-408; Nobas UB-631 | CAT 308E2 CR |
| 4 | CAT 311F LRR | ЭО-4321 | CAT 311F LRR |
| 5 | CAT 320E LN | Nobas UB-1232; ЭО-5122 | CAT 320E LN |
| 6 | Hidromek HMK 140LC | Nobas UB-631 | Hidromek HMK 140LC |
| 7 | Hitachi ZX130-5 | ЭО-3322 А; ЭО-3112 Г | Hitachi ZX130-6 |
| 8 | Hitachi ZX160LC-5 | БХ-600 П; ЭО-4321 | Hitachi ZX160LC-6 |
| 9 | Hyundai R330LC-9A | ДН-101 | Hyundai HX330L |
| 10 | Hyundai R480LC-9A | ДН-611 | Hyundai HX480L |
| 11 | JCB JS115 | ЭО-3112 Г | JCB JS115 |
| 12 | JCB JS200 LC | БХ-600 П; ЭО-4121; Nobas UB-1232 | JCB JS200 LC |
| 13 | Komatsu PC118MR-8 | Warynski K-406 А; Warynski K-606 А | Komatsu PC118MR-8 |
| 14 | Volvo EC140DL | ЭО-3322 А; ЭО-3112 Г | Volvo EC140EL |
| 15 | Volvo EC180D | ЭО-4121 | Volvo EC180EL |
| 16 | Volvo ECR38 | Э-153 | Volvo ECR38D |

На база на получените резултати от табл. 1 в табл. 2 е представено предложение с 16 заместващи модела на оригиналните машини от [2]. Тъй като информацията за тези модели е извлечена от технически каталози през 2015 г. и някои производители имат промени по моделите, за настоящото изследване е извършено обновяване на информацията. Колона 4 на табл. 2 дава актуалните към 08.2017 г. модели. На адрес <https://goo.gl/zSsJPj> са публикувани подробни технически характеристики на предложените модели еднокосови хидравлични багери с обратна лопата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петков, Й. Технология на строителните процеси. С., Техника, 1989.
2. Петков, Й., Л. Заркова, Ч. Дончев. Технология на строителното производство: Сб. от задачи и примери. С., Техника, 1994.
3. Радлов, К. Машини за строителството. С., Пропелер, 2014.
4. Николов, Б. Изследване на технологични и методични решения при изграждане на напорни канализационни системи. Дисертация. Защитена на 21.06.2017 г., ВСУ „Л. Каравелов“ – София.
5. Продуктови каталози на Bobcat, Case, CAT, Doosan, Hidromek, Hitachi, Hyundai, JCB, John Deere, Kobelco, Komatsu, Kubota, LiuGong, New Holland, PM-Терекс, Sany, Terex, Volvo, XCMG, Yanmar, извлечени от интернет 03.2015 г. и 08.2017 г.

COMPARISON OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF EXCAVATORS

B. Nikolov¹

Keywords: *construction technology, construction equipment, excavators*

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate technical characteristics and find substitutes for dated set of hydraulic excavators used by students during curriculum in construction technology. An evaluation method has been developed and applied in the program. A comparative study against actual models from 20 manufacturers is included in a proposed list of substitutes.

¹ Boris Nikolov, Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Technology and Construction Management”, VSU “Lyuben Karavelov”, 175 Suhodolska St., Sofia 1373, e-mail: bnikolov@wss-bg.net