



DOI: [10.71167/uaceg.2026.590212](https://doi.org/10.71167/uaceg.2026.590212)

Получена: 09.11.2025 г.

Приета: 16.04.2026 г.

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДЕЙСТВИТЕЛНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА РЕЖИМА НА РАБОТА НА КУЛОКРАН ПРИ ИЗПЪЛНЕНИЕТО НА СГРАДИ С МОНОЛИТНА СТОМАНОБЕТОННА КОНСТРУКЦИЯ

К. Радлов<sup>1</sup>, Л. Хрисчев<sup>2</sup>, Е. Ринкова<sup>3</sup>, И. Дяков<sup>4</sup>

*Ключови думи:* кулокран, жилищна сграда, режим на работа, строителство, клас на натоварване

### РЕЗЮМЕ

Изследванията в настоящата разработка са фокусирани върху въпросите, свързани с определянето на действителните параметри на режима на работа на кулокран в условията на градско жилищно строителство. Направен е анализ на действащите изисквания и правила за определяне на режим на работа на кулокран, съгласно националните стандарти. Извършени са изчисления, с използване на данни от реален строителен обект, чрез които са определени действителните параметри на режима на работа на кулокран, който работи в условията на градско жилищно строителство, и по-конкретно при изпълнението на сграда с монолитна стоманобетонна конструкция. Така получените данни за действителния режим на работа на кулокрана са сравнени с тези, които са указани в БДС ISO 4301-3:2021, въз основа на което са направени съответните изводи. Направените заключения биха могли да са полезни за инженерите и техническите лица, които са отговорни за експлоатацията, ремонта и поддръжката на кулокраните на строителните площадки при случаите, когато биват изяснявани действителните параметри на режима на работа на крана в условията на градско жилищно строителство,

<sup>1</sup> Калин Радлов, доц. д-р инж., кат. „Технология и механизация на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: [kradlov@abv.bg](mailto:kradlov@abv.bg)

<sup>2</sup> Лъчезар Хрисчев, доц. д-р инж., кат. „Технология и механизация на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: [lhrishev\\_fce@uacg.bg](mailto:lhrishev_fce@uacg.bg)

<sup>3</sup> Евелина Ринкова, гл. ас. д-р инж., кат. „Технология и механизация на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: [rinkova\\_fce@uacg.bg](mailto:rinkova_fce@uacg.bg)

<sup>4</sup> Иван Дяков, ас. инж., кат. „Технология и механизация на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: [diakov\\_fce@uacg.bg](mailto:diakov_fce@uacg.bg)

както и във връзка с вземането на решения, свързани с определянето на максималния срок за ползване и полезен експлоатационен живот на този тип строителна механизация.

## 1. Въведение

Кулокраните са товароподемни машини, които се използват за строителни, монтажни и товаро-разтоварни работи при изграждане на високи сгради и съоръжения [1]. Това е строителна механизация, която представлява дълготраен материален актив на фирмите изпълнители на строителните обекти. Известно е, че ресурсът на използване на всяка подемна машина се явява ограничен във времето, при което предварително назначеният проектен експлоатационен срок (живот) на машината се базира върху общоприети установени параметри на режима на работа за съответния вид кранове, които са указани в действащите национални стандарти БДС ISO 4301-3:2021 [2].

В световен мащаб са известни редица разработки, свързани с подобряване на работата с кулокранове, като повечето от тях са насочени към повишаването на ефективността. Така например в разработките [3 – 5] се разглежда разработването на адекватни алгоритми, с помощта на които може да бъде извършено оптимално разполагане на няколко кулокрана на една строителна площадка, с цел подобряване на ефективността на строителните дейности. Предмет на изследвания са и взаимовръзките между различните отговорни лица, които имат отношение (по един или друг начин) към един кулокран (в т.ч.: производител, собственик, надзорен орган и др.), за постигане на ефективна и безопасна експлоатация на кулокрана [6]. В разработката [7] се третира изготвянето на методики, с помощта на които може да бъде извършено оптимално планиране на извършваните операции от кулокрана и траекторията за движение на окачения товар, с цел подобряване на безопасността и ефективността на товароподемните операции. У нас проблематиката, свързана с използването на куловите кранове, е предмет на някои изследвания, свързани основно с организацията на строителните площадки [8], здравословните и безопасни условия на труд [9] и аварийната безопасност в строителството [10].

В нито една от разгледаните разработки няма представен цялостен подход за определяне на действителните параметри на режима на работа на кулокрана, въз основа на който да може да бъде анализиран и уточнен оптималният експлоатационен срок за ползване на машината при определени зададени параметри на режим на работа (в т.ч. и зададен обем изпълнявани товароподемни задачи) в реални експлоатационни условия. Това е от съществено значение в случаите, когато се налага да бъдат изяснени действителните параметри на режима на работа на кулокрана, както и във връзка с вземането на решения по отношение на оптималния срок за ползване (полезен експлоатационен живот) на кулокрана в конкретни зададени работни условия, а също и за подобряване на ефективността на дейностите по ремонт и поддръжка на крана, и повишаване на безопасността при експлоатацията на строителната площадка като цяло. Целта на настоящата разработка е да бъде представен цялостен подход за определяне на действителните параметри на режима на работа на кулокран, базиран на утвърдените действащи национални стандарти, както също и чрез него да бъдат извършени реални изчисления за примерен строителен обект от градското жилищно строителство, а получените резултати да бъдат сравнени със заложените в стандарта параметри на режима на работа на кулокрана.

## 2. Кратък преглед на стандартизираните изисквания за режимите на работа на крановете

На етапа на проектиране на всеки товароподемнен кран, в проекта се залага определен режим на работа на крана и неговите механизми (т.нар. „проектен режим на работа“). Много често обаче след това „реалният режим на работа на крана“, чрез който той реално бива експлоатиран на строителния обект, се различава от предварително заложенния „проектен режим на работа“.

В зависимост от експлоатационните условия товароподемните кранове се класифицират по различни параметри на режима на работа, в които бива заложено планираното ниво на натоварване на крана (в т.ч. изпълняван обем товароподемни задачи) по време на тяхната работа в реални експлоатационни условия. Съгласно БДС EN 13001-1:2015 [11] експлоатационните условия на крановете и подемните съоръжения се обуславят от общи признаци, независимо от вида на крана, като в общия случай тези признаци са следните: общ брой изпълнявани работни цикли от крана; различните товари, повдигани с крана и относителните честоти на тяхното манипулиране (т.нар. спектър на натоварване на крана); средните стойности на изминаваните разстояния от отделните кранови механизми, както и средният брой на ускоренията за едно движение на крана.

В съответствие с БДС ISO 4301-1: 2016 [12] групата на режима на работа на крана включва в себе си два основни аспекта – планираните общ брой изпълнявани работни цикли от крана и планирания спектър на натоварване на крана и отделните негови механизми, които се отнасят за определен бъдещ планиран период на работа на крана (експлоатационен срок).

За оценка на действително отработените от крана „брой работни цикли“, приведени към работа с номинален (максимален) товар  $S$  – броя цикли с номинален товар за кулокрана или за отделни негови механизми (подемен механизъм, механизъм за пътуване на количката или механизъм за въртене на стрелата) – се препоръчва да бъдат използвани принципите, заложи в стандартите FEM [13], които се основават на концепцията за серийно произвеждани типове товароподемни машини. Действително отработените от крана „брой работни цикли“, приведени към работа с номинален (максимален) товар  $S$ , т.е. брой цикли с номинален товар, могат да бъдат изчислени по следната зависимост:

$$S = K_p C_T f, \text{ [брой цикли]}, \quad (1)$$

където  $C_T$  е общият брой извършвани работни цикли от крана, който се изчислява като

сума от циклите на всички повдигани от крана товари по зависимостта:  $C_T = \sum_{i=1}^n C_i$ , където

$n$  е общият брой на различните видове повдигани товари от крана, а  $C_i$  е средният брой извършвани работни цикли на крана с  $i$ -тия повдиган товар, имащ тегло  $P_i$ , kN;  $K_p$  – установената (изчислена) действителна стойност за коефициента на спектъра на натоварване;

$f$  – изчислителен коефициент на грешката вследствие на неопределеност на входните данни. При обичайната процедура на събиране на входни данни (протоколиране на циклите без електронен брояч) съгласно FEM 9.755 [13], се препоръчва да се приеме  $f = 1, 2$ .

### 3. Класификация на кулокраните по групи на клас на натоварване и режим на работа

Стандартните параметри на режима на работа, които е общоприето да бъдат залагани в проекта на кулокрана, са указани в националния стандарт БДС ISO 4301-3 [2], който се ползва съвместно с другия стандарт от същата серия БДС ISO 4301-1 [11].

Съгласно стандарта БДС ISO 4301-1, класът на натоварване за един кран се определя от т.нар. коефициент на спектъра на натоварване  $K_p$ , който се определя въз основа на данни за повдиганите товари от крана (вкл. и честотата на повдигане на различните по големина товари).

Стойността на коефициента на спектъра на натоварване  $K_p$  за един кран, който работи на даден строителен обект, може да бъде изчислена по зависимостта:

$$K_p = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{C_i}{C_T} \left( \frac{P_i}{P_{\max}} \right)^3 \right], \quad (2)$$

където  $P_i$  в kN е теглото на  $i$ -тия повдиган товар от крана (включително и теглото на товарозахватното приспособление),  $i = 1 \div n$ ;

$n$  – броят на различните видове повдигани товари от крана на конкретния строителен обект;

$P_{\max}$  в kN – най-тежкият товар, който може да бъде повдигнат от крана (включително и теглото на товарозахватното приспособление). Той е равен на номиналната товароподемност на крана, плюс теглото на товарозахватното приспособление.

При горните изчисления за коефициента на спектъра на натоварване  $K_p$  се включват и работните движения на крана на празен ход (т.е. без окачен товар на куката). Съгласно FEM 9.755 се допуска движенията на крана, които са извършвани без товар (празен ход), да бъдат пренебрегнати и да не бъдат включени в изчисленията за  $K_p$ , но само ако масата на товарозахватното приспособление е по-малка от 15 % от номиналната товароподемност на крана.

Съгласно стандарта БДС ISO 4301-1 се обуславят следните шест класа на натоварване за товароподемни кранове и съответстващите им коефициенти на спектъра на натоварване ( $K_p$ ), а именно: свръх лек клас на натоварване – Qp0 ( $K_p \leq 0,0313$ ); много лек клас на натоварване – Qp1 ( $0,0313 < K_p \leq 0,0625$ ); лек клас на натоварване – Qp2 ( $0,0625 < K_p \leq 0,125$ ); среден клас на натоварване – Qp3 ( $0,125 < K_p \leq 0,25$ ); тежък клас на натоварване – Qp4 ( $0,25 < K_p \leq 0,5$ ) и много тежък клас на натоварване – Qp5 ( $0,5 < K_p \leq 1,0$ ).

Общоприетата стандартна препоръчвана класификация на масово използваните кулокранове с горно въртене, която е дадена в стандарт БДС ISO 4301-3: 2021, е следната:

- Проектен клас на крана като цяло (т.е. режим на работа на целия кран) – А3, при клас на натоварване на крана Q3 (т.е.  $K_p = 0,25$ ) и клас на използване U3 (равняващ се на  $1,25 \cdot 10^5$  броя цикли с реален товар).
- Проектен клас на подемния механизъм – А<sub>C</sub>3; клас на натоварване на подемния механизъм: Q3 (т.е.  $K_{CP} = 0,25$ ); клас на използване U3 (т.е.  $1,25 \cdot 10^5$  броя цикли с реален товар); клас по преместване при изпълнение на

работни движения:  $D_{\ell 6}$  (съответства на проектна дължина на линейно вертикално преместване при работно движение на подемния механизъм  $\bar{X}_{LIN1} = 40$  m).

- Проектен клас на механизма за въртене –  $A_C 4$ ; клас на натоварване на подемния механизъм: Q4 (т.е.  $K_{CP} = 0,50$ ); клас на използване U3 (т.е.  $1,25 \cdot 10^5$  броя цикли с реален товар); клас по преместване при изпълнение на работни движения:  $D_a 2$  (съответства на проектен ъгъл на завъртане при работно движение на механизма за въртене  $\bar{X}_{ANG} = 45^\circ$ ).
- Проектен клас на механизма за пътуване на количката –  $A_C 2$ ; клас на натоварване на механизма за пътуване на количката: Q2 (т.е.  $K_{CP} = 0,125$ ); клас на използване U3 (т.е.  $1,25 \cdot 10^5$  броя цикли с реален товар); клас по преместване при изпълнение на работни движения:  $D_{\ell 5}$  (съответства на проектна дължина на линейно вертикално преместване при работно движение на механизма за пътуване на количката:  $\bar{X}_{LIN1} = 20$  m).

#### **4. Определяне на действителния режим на работа на кулокран на строителен обект – пример от практиката**

##### **4.1. Приети входни данни за анализирания кулокран и примерна жилищна сграда**

Приети са следните параметри на примерната сграда: сграда с монолитна стоманобетонна конструкция, включваща шест надземни етажа и един подземен етаж; kota било +16,80 m и размери в план  $12,5 \times 25$  m; застроена площ  $320$  m<sup>2</sup> и разгънатата застроена площ  $2240$  m<sup>2</sup>, в т.ч. и сутерена.

По отношение на кулокрана са приети следните входни данни: кулокран с невъртяща се кула (кран с горно въртене), модел LIEBHERR 120 HC, с дължина на стрелата 40 m. Номиналната товароподемност във върха на стрелата на крана е 2,9 t, а максималната товароподемност в основата на стрелата, както и до обсег 16,5 m, е 8 t. Полиспастьт на крановата количка е обикновен (съставен от две подемни въжета).

Отделните видове манипулирани с кулокрана товари при построяването на приетата жилищна сграда са както следва:

- първоначално разтоварване с кулокрана на кофражни елементи на строителната площадка;
- последващо подаване с кулокрана и монтиране на кофражните елементи по отделните нива на конструкцията;
- първоначално разтоварване с кулокрана на продуктите за армиране на строителната площадка;
- последващо подаване с кулокрана и монтиране на заготвени армировъчни скелети или разчленена армировка, комплектована по видове стоманобетонни елементи, по отделните нива на конструкцията;
- транспортиране с кулокрана на кубел за полагане на бетонна смес за вертикалните конструктивни елементи – стоманобетонни шайби (стени) и колони;

- първоначално разтоварване с кулокрана на блокове за зидария на строителната площадка;
- последващо подаване с кулокрана на блокове за зидария по отделните нива на конструкцията;
- първоначално разтоварване с кулокрана, както и последващо подаване с кулокрана на зидарски разтвор по отделните нива на конструкцията;
- подаване с кулокрана на хидроизолация от огъваеми битумни мушамы за изпълнение на хидроизолационните работи;
- разтоварване с кулокрана на комплектовани в контейнери елементи за фасадно скеле.

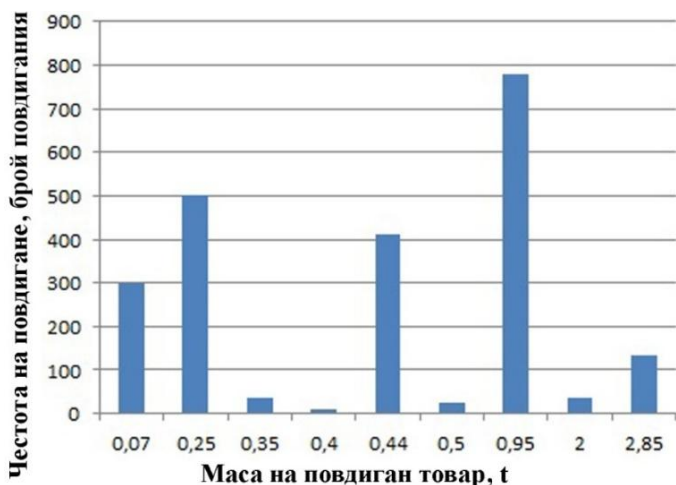
С отчитане на спецификите при изпълнението на отделните видове строителни и монтажни работи и въз основа на извършени технологични изчисления, са определени параметрите на манипулираните с кулокрана товари, като същите са представени в табл. 1.

**Таблица 1. Параметри на манипулираните с кулокрана товари при построяването на сградата**

№	Вид на товароподемната операция	Маса на товара $m_i$ , t $P_i = 9,81m_i$ , kN	Брой етажни нива, за които ще се манипулира товарът	Честота на манипулиране на товара за едно етажно ниво	Честота на манипулиране на товара за цялата сграда – $C_i$	Осреднен брой цикли със съответния товар за 100 m <sup>2</sup> РЗП
<b>Изпълнение на нулев цикъл за сградата</b>						
1.	Разтоварване с кулокрана на продукти за армиране на фундаментна плоча	2	1 етаж	6 пъти	6 пъти	0,27 пъти
2.	Подаване с кулокрана на продукти за армиране на фундаментна плоча	0,5	1 етаж	24 пъти	24 пъти	1,07 пъти
3.	Разтоварване на кофражни елементи с кулокрана за вертикални стоманобетонни елементи	0,25	1 етаж	85 пъти	85 пъти	3,79 пъти
4.	Подаване с кулокрана на елементи за кофриране на вертикални стоманобетонни елементи	0,25	1 етаж	85 пъти	85 пъти	3,79 пъти
5.	Разтоварване на кофражни елементи с кулокрана за хоризонтални стоманобетонни елементи	0,44	1 етаж	40 пъти	40 пъти	1,79 пъти
6.	Подаване с кулокрана на елементи за кофриране на хоризонтални стоманобетонни елементи	0,44	1 етаж	40 пъти	40 пъти	1,79 пъти

<b>Изпълнение на стоманобетонната конструкция над кота +/-0,00</b>						
7.	Разтоварване с кулокрана на продукти за армиране на стоманобетонните елементи	2	6 етаж	5 пъти	30 пъти	1,34 пъти
8.	Подаване с кулокрана на продукти за армиране на вертикални стоманобетонни елементи (под формата на пространствени скелети или разчленена армировка)	0,07	6 етаж	50 пъти	300 пъти	13,39 пъти
9.	Подаване с кулокрана на продукти за армиране на стоманобетонни плочи	0,44	6 етаж	15 пъти	90 пъти	4,02 пъти
10.	Подаване с кулокрана на елементи за кофриране на вертикални стоманобетонни елементи	0,25	6 етаж	55 пъти	330 пъти	14,7 пъти
11.	Подаване с кулокрана на елементи за кофриране на хоризонтални стоманобетонни елементи	0,44	6 етаж	40 пъти	240 пъти	10,71 пъти
12.	Подаване с кулокрана на кубел с бетонна смес за вертикалните конструктивни елементи (шайби и колони)	2,85	6 етаж	22 пъти	132 пъти	5,89 пъти
<b>Изпълнение на зидарски, покривни работи и отделни видове СМР по фасадите на сградата</b>						
13.	Разтоварване с кулокрана на блокове за зидария на строителната площадка	0,95	6 етаж	65 пъти	390 пъти	17,41 пъти
14.	Подаване с кулокрана на блокове за зидария по отделните нива на конструкцията	0,95	6 етаж	65 пъти	390 пъти	17,41 пъти
15.	Подаване с кулокрана на хидроизолация от огъваеми битумни мушамы за изпълнение на хидроизолационните работи	0,4	1 етаж	10 пъти	10 пъти	0,45 пъти
16.	Разтоварване с кулокрана на комплектовани в контейнери елементи за фасадно скеле	0,35	1 етаж	35 пъти	35 пъти	1,56 пъти

Определените данни за честотата на повдигане на различните товари с кулокрана от горната таблица 1 са обобщени и представени на фиг. 1, под формата на спектър на натоварване.



**Фиг. 1. Честота на повдигане на различни товари от кулокран под формата на спектър на натоварване при построяване на една жилищна сграда**

#### 4.2. Изчисляване на реалния клас на натоварване на кулокрана

Общо извършените работни цикли от кулокрана за построяването на примерната жилищна сграда включва общо 2227 работни цикъла, т.е.  $C_T = 2227$  работни цикъла за една сграда. За кулокран модел LIEBHERR 120 HC е прието  $P_{\max} = 78,48$  kN. По този начин след заместване на данните от таблица 1 във формула (2) се изчисляват стойностите за коефициента на спектъра на натоварване  $K_p$  за всяка отделна операция, съгласно БДС ISO 4301-1, както също и тяхната сумарна стойност. Изчислените стойности на коефициента на спектъра на натоварване са обобщени в таблица 2.

Получената стойност на коефициента на спектъра на натоварване е  $K_p = 0,00356182$ . Изхождайки от граничните условия за класифициране на класа на натоварване (в случая за Qp0 ( $K_p \leq 0,0313$ )) може да се заключи, че анализираният кулокран работи в свръх лек клас на натоварване.

Заложеният по стандарта за кулокранове БДС ISO 4301-3 общоприет проектен клас (режим на работа на целия кран) за кулокран с горно въртене е клас „А3“, а класът на натоварване на целия кран е среден клас на натоварване „Q3“ ( $K_p = 0,25$ ); класът на използване на целия кран с реални товари е „U3“ (т.е.  $1,25 \cdot 10^5$  броя цикли).

Действително отработените от крана брой работни цикли по време на изпълнението на разглежданата сграда с монолитна стоманобетонна конструкция, приведени към работа с номинален/максимален товар  $S$  – брой цикли с номинален/максимален товар, могат да бъдат изчислени по горната зависимост (1):

$$S = 0,00356182 \cdot 2227 \cdot 1,2 = 9,52 \text{ броя работни цикли с номинален товар } P_{\max} = 8 \text{ t.}$$

**Таблица 2. Изчислени стойности на коефициента на спектъра на натоварване  $K_p$**

№	Вид на товароподемната операция с кулокрана	Изчислен коефициент на спектъра на натоварване $K_p$
<b>Изпълнение на нулев цикъл</b>		
1	Разтоварване на продукти за армиране на фундаментна плоча на строителната площадка	0,00004210
2	Подаване на продукти за армиране на фундаментна плоча	0,00000263
3	Разтоварване на кофражни елементи за вертикални стоманобетонни елементи	0,00000116
4	Подаване на елементи за кофриране на вертикални стоманобетонни елементи	0,00000116
5	Разтоварване на кофражни елементи за хоризонтални стоманобетонни елементи	0,00000298
6	Подаване на кофражни елементи за хоризонтални стоманобетонни елементи	0,00000298
<b>Изпълнение на стоманобетонна конструкция над кота +/-0,00</b>		
7	Разтоварване на продукти за армиране на стоманобетонните елементи на строителната площадка	0,00021050
8	Подаване на продукти за армиране на вертикални стоманобетонни елементи, под формата на пространствени скелети и разчленена армировка	0,00000009
9	Подаване на продукти за армиране на стоманобетонна плоча	0,00000671
10	Подаване на елементи за кофриране на вертикални стоманобетонни елементи	0,00000452
11	Подаване на кофражни елементи за хоризонтални стоманобетонни елементи	0,00001789
12	Бетониране на вертикални стоманобетонни елементи с кран и кубел	0,00267990
<b>Изпълнение на зидарски, покривни работи и отделни видове СМР по фасадите на сградата</b>		
13	Разтоварване на блокове за зидария на строителната площадка	0,00029320
14	Подаване на блокове за зидария по нива на строителната конструкция	0,00029320
15	Подаване на хидроизолация от огъваеми битумни мушамы	0,00000056
16	Разтоварване на елементи на фасадно скеле	0,00000132
	<b>ОБЩА СУМА:</b>	0,00356182

## 5. Изводи и заключения

В настоящата разработка е представен цялостен подход за определяне на действителните параметри на режима на работа на кулокран, работещ в условията на градско жилищно строителство. Във връзка с извършените анализи могат да бъдат направени следните основни изводи и заключения:

- при използване на кулокран с горно въртене, модел LIEBHERR 120 HC, в условията на градско жилищно строителство (строителство на средно- и високоетажни сгради с монолитна стоманобетонна конструкция), се установява, че кранът работи в свръх лек клас на натоварване – Qp0 ( $K_p \leq 0,0313$ ) по БДС ISO 4301-3;
- за построяването на една средноголяма сграда (шестетажна сграда със сутерен, с размери в план  $12,5 \times 25$  m, застроена площ  $320 \text{ m}^2$  и разгънатата застроена площ  $2240 \text{ m}^2$ ), действително отработените общ брой работни цикли от кулокран LIEBHERR 120 HC се равняват само на 9,52 броя с номинален/максимален товар.

Въз основа на горните два извода може да се заключи, че при използване на кулокран с горно въртене, модел LIEBHERR 120 HC, при строителството на средно- и високоетажни сгради с монолитна стоманобетонна конструкция, факторът „изработен брой работни цикли от крана“ е много малко вероятно да се окаже решаващ (меродавен) фактор по отношение на ограничаването на полезния експлоатационен срок на кулокрана. При подобни „свръх леки“ условия на експлоатация е по-вероятно други фактори да бъдат решаващи (меродавни) за ограничаване на полезния експлоатационен срок на крана. Такива например биха могли да бъдат корозия на стоманената носеща конструкция и др.

Направените изводи и заключения биха могли да са полезни за инженерите и техническите лица, които са отговорни за експлоатацията, ремонта и поддръжката на кулокранове на строителни обекти при случаите, когато се налага да бъдат изяснени действителните параметри на режима на работа на крана, както и във връзка с вземането на решения, свързани с определянето на максималния срок за ползване и полезен експлоатационен живот на даден кулокран.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Katov, P.* Stroitelni mashini. S., Tehnika, 1988.
2. BDS ISO 4301-3:2021 Kranove. Klasifikatsia. Chast 3: Kulokranove.
3. *Irizarry, J., Karan, E.* Optimizing location of tower cranes on construction sites through GIS and BIM integration. // Journal of Information Technology in Construction, ISSN 1874-4753, Vol. 17 (2012), p. 351 – 366.
4. *Zhou, C., Dai, F., Xiao, Z., Liu, W.* Location Optimization of Tower Cranes on High-Rise Modular Housing Projects. Buildings 2023, 13, 115, <https://doi.org/10.3390/buildings13010115>.
5. *Fu, Y., Bu, J., Lin, J., Liu, J., Zhang, C.* Selection and Layout Optimization of Double Tower Cranes. Buildings 2024, 14, 1705, <https://doi.org/10.3390/buildings14061705>.
6. *Yang, Y., Shao, B., Jin, L., Zheng, X.* Collaborative Governance of Tower Crane Safety in the Chinese Construction Industry: A Social Network Perspective. Buildings 2022, 12, 836, <https://doi.org/10.3390/buildings12060836>.

7. Cai, B., Ye, Z., Chen, S., Liang, X. Reducing Safety Risks in Construction Tower Crane Operations: A Dynamic Path Planning Model. Appl. Sci. 2024, 14, 10599, <https://doi.org/10.3390/app142210599>.

8. Stoyanov, V., Stoyanov, A. Planning of labor resources and their impact on the construction site temporary facilities. // Conference proceedings of International Scientific Conference iNDiS2018, Novi Sad, Serbia, 2018, ISBN 978-86-6022-105-8, pp. 631 – 635.

9. Stoyanov, V. Health and safe working conditions – analysis of some aspects of occupational injury in construction. // Conference proceedings of XXIV International scientific conference VSU'2024, 2024, vol. 2, ISSN: 1314-071X, pp. 265 – 276.

10. Parvanov, S. Avarii v stroitelstvoto. Prichini, posledici, zastita. Akademia na MVR, ISBN 978-954-348-233-7.

11. BDS EN 13001-1:2015 "Kranove. Obshto projektirane. Chast 1: Obshti printsipi i iziskvania" 2015.

12. BDS ISO 4301-1:2016 "Kranove. Klasifikatsia. Chast 1. Obshti polozhenia".

13. FEM 9.755: Maßnahmen zum Erreichen sicherer Betriebsperioden von motorisch angetriebenen Serienhubwerken (S.W.P.). Juni 1993.

## **DETERMINATION OF THE REAL WORKING DUTY CLASSIFICATION FOR A TOWER CRANE IN EXECUTION OF BUILDINGS WITH REINFORCED CONCRETE STRUCTURE**

**K. Radlov<sup>1</sup>, L. Hrishev<sup>2</sup>, E. Rinkova<sup>3</sup>, I. Dyakov<sup>4</sup>**

**Keywords:** *tower crane, residential building, working duty, construction process, load magnitude class*

### **ABSTRACT**

The research in this paper focuses on issues related to determining the real working duty classification for a tower crane engaged with urban housing construction. First, the generally accepted requirements regulated in the international standards, which are most often used to determine the design working duty of tower crane, are examined. After that, an example numerical solution with real input data, by which the values of the real working duty parameters

---

<sup>1</sup> Kalin Radlov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. "Construction Technology and Mechanization", UACEG, 1 H. Smirnensky Blvd., Sofia 1046, e-mail: [kradlov@abv.bg](mailto:kradlov@abv.bg)

<sup>2</sup> Latchezar Hristchev, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. "Construction Technology and Mechanization", UACEG, 1 H. Smirnensky Blvd., Sofia 1046, e-mail: [lhrishev\\_fce@uacg.bg](mailto:lhrishev_fce@uacg.bg)

<sup>3</sup> Evelina Rinkova, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. "Construction Technology and Mechanization", UACEG, 1 H. Smirnensky Blvd., Sofia 1046, e-mail: [rinkova\\_fce@uacg.bg](mailto:rinkova_fce@uacg.bg)

<sup>4</sup> Ivan Dyakov, Assist. Prof. Eng., Dept. "Construction Technology and Mechanization", UACEG, 1 H. Smirnensky Blvd., Sofia 1046, e-mail: [diakov\\_fce@uacg.bg](mailto:diakov_fce@uacg.bg)

were obtained, is considered. The results for the tower crane engaged with urban housing construction are obtained with the design working duty parameters for tower cranes given in the international standard ISO 4301-3:2021. Thus, important conclusions are drawn, which could be useful for engineers and technical staff committed to the operation, repair and maintenance of tower cranes at the building sites in the cases of clarifying the real working duty classification for a tower crane engaged with urban housing construction, as well as in cases when important decisions related to determination of the maximal useful life of a tower crane are taken.