

УДК 621.86.065.3

**К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ КРАНОВЫХ КАНАТОВ**© 2013 г. *М.Н. Хальфин, Б.Г. Гасанов, Б.Ф. Иванов, О.В. Лиманцева*Южно-Российский государственный  
технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт)South-Russian State  
Technical University  
(Novocherkassk Polytechnic Institute)

*Предложен метод выбора канатных канатов на основе аппроксимации степенной функции уравнения регрессии применительно к стандартным конструкциям канатов. Метод позволяет при заданных исходных параметрах (максимальном натяжении каната, расчетной площади поперечного сечения проволок, маркировочной группе канатной проволоки) осуществить выбор рациональной конструкции канатного каната и, соответственно, его диаметр. Разработанный метод позволяет снизить металлоемкость механизмов подъема на 12 – 17 %*

*Ключевые слова:* канатный канат; конструкция каната; рациональный выбор; металлоемкость; механизм подъема.

*Here is offered the method of the crane rope choice that is based on the time function approximation of the equation of regression used to the standard rope constructions. The method allows carrying out the choice of the rational crane rope design, according to the initial preset parameters (maximum rope tension, calculated area of the wire cross section, marking group of the rope wire), and its diameter. The developed method allows degrading the specific quantity of metal of the lifting mechanism on 12 – 17 %.*

*Keywords:* crane rope; cane construction; relation design; the specific quantity of metal; lifting mechanism.

Согласно правилам [1], расчетное разрывное усилие каната рассчитывается по формуле

$$P_p \geq SZ, \quad (1)$$

где  $S$  – максимальное натяжение каната;  $Z$  – минимальный коэффициент запаса прочности.

По найденному разрывному усилию производится выбор конструкции каната его диаметра и маркировочной группы канатной проволоки. Однако этот метод требует наличия справочной литературы ГОСТов на различные конструкции канатов.

Согласно международному стандарту ISO 4308/1 [2], диаметр канатного каната определяется по формуле

$$d = C\sqrt{S}, \quad (2)$$

здесь  $C$  – переменная, зависящая от конструкции каната, коэффициента заполнения поперечного сечения, коэффициента запаса прочности, предела прочности материала проволок (маркировочной группы).

Однако этот метод требует наличия таблиц, содержащих значения переменной  $C$ , зависящей от перечисленных выше коэффициентов.

Нами предлагается упрощенный метод выбора конструкции каната.

Представим разрывное усилие каната в виде  $P_p \geq \sigma_b AK_T$ , здесь  $\sigma_b$  – предел прочности материала канатной проволоки;  $A$  – расчетная площадь поперечного сечения всех проволок каната;  $K_T = 0,83$  – коэффициент, учитывающий технологические несовершенства каната двойной свивки [3, 4].

$$\text{Приравнявая (1) и (2), получим } A = \frac{SZ}{\sigma_b K_T}.$$

Для получения зависимости диаметра каната от расчетной площади поперечного сечения проволок была проведена аппроксимация степенной функцией вида  $d = aA^b$ . В табл. 1 представлены полученные уравнения регрессии с указанием границ их применимости для различных конструкций канатных канатов.

Уровень погрешности проведенной степенной аппроксимации подтверждается данными табл. 2, в которой показаны результаты вычисления диаметров канатов двойной свивки, изготовленных по ГОСТ 7670-80, при:  $Z = 4$ ;  $S = 32,76$  кН;  $\sigma_b = 1770$  МПа;  $K_T = 0,83$ .

Таблица 1

**Уравнения регрессии для канатов двойной свивки**

ГОСТ	Конструкция каната	Уравнение регрессии	Граничные значения диаметра каната
ГОСТ 7669-80	$6 \times 36(\delta_0 + 7 \delta_1 + 7/7 \delta_2 + 14 \delta_3)$	$D = 1,4817A^{0,4969}$	$14,5 \leq D \leq 57$
ГОСТ 7670-80	$8 \times 19(\delta_0 + 6 \delta_1 + 6/6 \delta_2) + OC$	$D = 1,7363A^{0,497}$	$15,5 \leq D \leq 61,5$
ГОСТ 2688-80	$6 \times 19(\delta_0 + 6 \delta_1 + 6/6 \delta_2) + OC$	$D = 1,6524A^{0,4973}$	$19,5 \leq D \leq 56$
ГОСТ 3077-80	$6 \times 19(\delta_0 + 9 \delta_1 + 9 \delta_2) + OC$	$D = 1,612A^{0,502}$	$23 \leq D \leq 46$
ГОСТ 3079-80	$6 \times 37(\delta_0 + 8 \delta_1 + 15 \delta_2 + 15 \delta_3) + OC$	$D = 1,6673A^{0,4993}$	$13,5 \leq D \leq 62$
ГОСТ 7668-80	$6 \times 36(\delta_0 + 7 \delta_1 + 7/7 \delta_2 + 14 \delta_3) + OC$	$D = 1,491A^{0,4957}$	$14,5 \leq D \leq 52$

Таблица 2

Погрешность степенной аппроксимации  
для каната ГОСТ 7670-80

Площадь поперечного сечения каната, мм <sup>2</sup>	Диаметр каната по ГОСТ, мм	Диаметр каната по формуле, мм	Погрешность, %
96,36	14,50	14,34	1,10
121,87	16,00	16,12	-0,72
145,03	17,50	17,57	-0,40
179,07	19,50	19,51	-0,06
213,39	21,00	21,29	-1,37
251,21	23,00	23,09	-0,37
292,10	25,00	24,88	0,47
327,43	26,50	26,33	0,63
373,25	28,00	28,11	-0,38
426,76	30,00	30,04	-0,13
487,48	32,50	32,09	1,25
580,11	35,50	34,99	1,44
646,37	36,50	36,92	-1,16
716,29	39,00	38,86	0,37
796,83	41,00	40,97	0,08
843,90	42,00	42,15	-0,37
991,84	45,50	45,68	-0,39
1163,04	49,00	49,44	-0,89
1304,05	52,00	52,33	-0,63
1520,73	57,00	56,48	0,91

Аналогичные вычисления были проведены для канатов остальных ГОСТов. Максимальная величина погрешности не превысила 1 %.

На основе полученных уравнений регрессии были определены диаметры канатов различной конструкции при заданном коэффициенте запаса прочности, пределе прочности материала проволок и максимальном его натяжении (табл. 3).

Поступила в редакцию

24 декабря 2012 г.

**Хальфин Марат Нурмухамедович** – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Подъемно-транспортные машины и роботы», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (8635)25-56-37.

**Гасанов Бадрутрик Гасанович** – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобильный транспорт и организация дорожного движения», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (8635)25-56-54.

**Иванов Борис Федорович** – канд. техн. наук, профессор, кафедра «Подъемно-транспортных машин и роботов», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (8635)25-53-04.

**Лиманцева Ольга Викторовна** – студентка, Южный федеральный университет.

**Halfin Marat Nyrmyhamedovich** – Doctor of Technical Sciences, professor, head of department «Pick-and-place machine and robots», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (8635)25-56-37.

**Gasanov Badrytrik Gasanovich** – Doctor of Technical Sciences, professor, head of department «Highway Transport and Traffic Management». Ph. (8635)25-56-54.

**Ivanov Boris Fedorovich** – Candidate of Technical Sciences, professor, department «Pick-and-place machine and robots», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (8635)25-53-04.

**Limantseva Olga Victorovna** – student, Southern Federal University.

Таблица 3

Значения диаметров канатов различной  
конструкции, определенных с помощью полученных  
уравнений регрессии

ГОСТ	7669-80	7668-80	2688-80	3077-80	3079-80	7670-80
Диаметр каната, мм	26,04	26,07	29,98	29,17	29,7	30,53
Отношение диаметров	1,00	1,01	1,15	1,12	1,14	1,17

Анализ данных табл. 3 показывает, что при выборе диаметра кранового каната по расчетной площади разница между значениями диаметров канатов различной конструкции достигает 10–17 %. При соответствующем подборе остальных элементов механизма подъема можно заметно снизить его металлоемкость.

## Вывод

Разработан метод выбора конструкции и диаметра кранового каната, позволяющий при заданном коэффициенте запаса прочности, пределе прочности материала проволок и максимальном его натяжении снизить металлоемкость механизма подъема грузоподъемных кранов.

## Литература

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10-382-00). ГП «Научно-технический центр по безопасности промышленности Ростехнадзора». М., 2000. 296 с.
2. ISO.4308. Краны и грузоподъемные устройства. Выбор проволочных канатов. Ч. 1. М., 2003.
3. Хальфин М.Н., Короткий А.А., Иванов Б.Ф., Маслов В.Б. Стальные канаты подъемно-транспортных машин: учеб. пособие / ЮРГТУ(НПИ). Новочеркасск, 2009. 116 с.
4. Хальфин М.Н., Короткий А.А., Липатов А.С., Жуков В.Т., Чумак-Жунь. Безопасная эксплуатация, контроль и браковка крановых канатов: учеб. пособие. Новочеркасск, 1995. 184 с.