

УДК 69.057.1 (07)

## ВЫБОР КРАНОВ С ПОДЪЁМНЫМИ СТРЕЛАМИ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

### CHOOSING OF LUFFING CRANES BY THE GRAPHIC-ANALYTICAL METHOD

#### Секисов Александр Николаевич

кандидат экономических наук,  
доцент Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (918) 448-00-82  
set@id-yug.com

#### Степанов Рафаэл Рубенович

старший преподаватель Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (861) 253-67-68

#### Турина Юлия Владимировна

инженер

**Аннотация.** Для выбора кранов с подъемными стрелами использован традиционный аналитический метод и предлагаемый графоаналитический метод, позволяющий выбирать краны с меньшими грузовысотными характеристиками и лучшими экономическими параметрами.

**Ключевые слова:** подъемные стрелы, грузовысотные характеристики, аналитический метод, графоаналитический метод, расчётная схема.

#### Sekisov Alexandr

Candidate of Economic Science,  
Lecture of Kuban State University of  
Technology,  
Tel.: 8 (918) 448-00-82  
set@id-yug.com

#### Stepanov Rafael

Senior Lecturer of  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (861) 253-67-68

#### Turina Julia

engineer

**Annotation.** There is a traditional analytical method and the proposed graphic-analytical method for selecting the luffing cranes. This lets to choose cranes with smaller freight and altitudinal characteristics and better economic parameters.

**Keywords:** derrick, freight and altitudinal characteristics, analytical method, graphic-analytical method, calculation scheme.

Краны с подъемными решетчатыми стрелами (стреловые, башенно-стреловые, башенные) выбирают по требуемым параметрам: грузоподъемности, высоте подъема и вылету крюка, минимально допустимой длине стрелы, учитывая при этом безопасные расстояния между конструкциями кранов и конструкциями зданий и сооружений.

Выбор по расчётным параметрам часто усложняют факторы:

– различия поднимаемых грузов (монтажных элементов, опалубки и др.) по массе и габаритам;

– различия в местах установки грузов в объёме строительного объекта и в условиях их проноса над другими конструкциями.

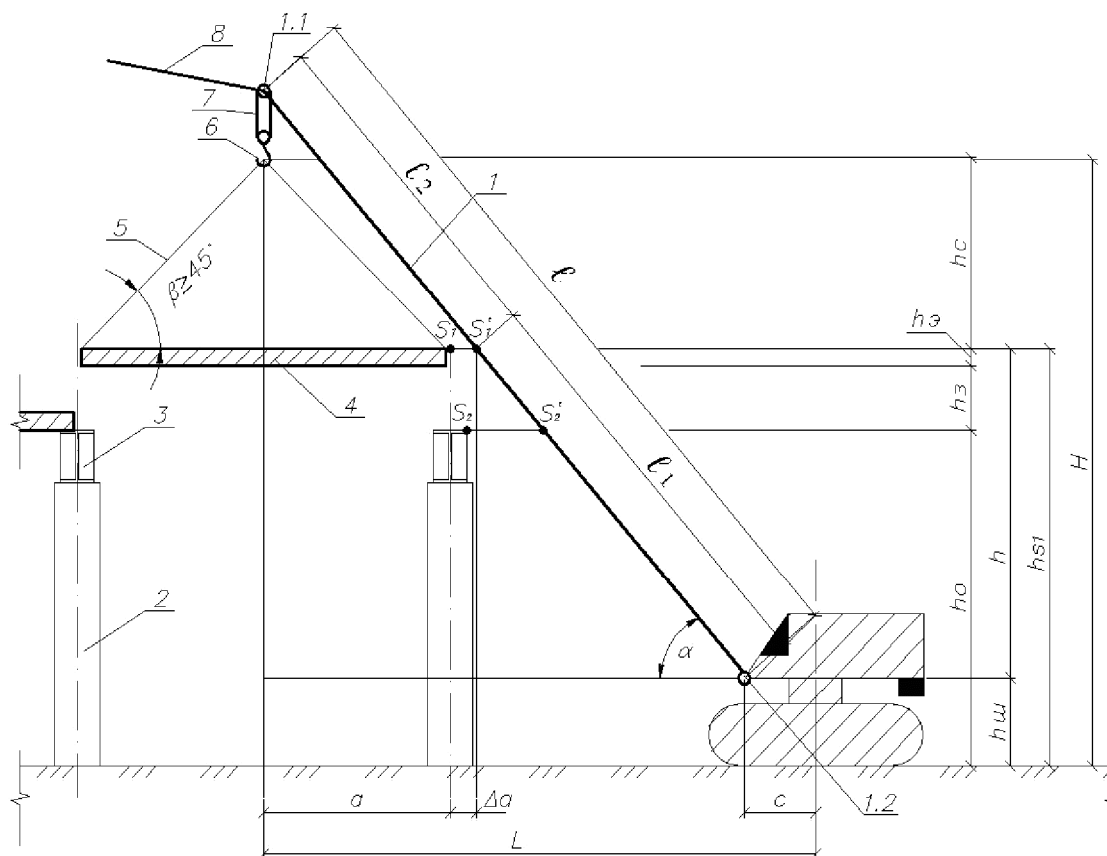
Эти факторы приводят часто к необходимости:

– выбирать схемы движения и установок кранов с исполнением гуська или без него и др.;

– предусматривать большее или меньшее число стоянок кранов, различные углы наклона их стрел и вылеты крюка.

Усложняет выбор также необходимость принимать в расчётах ориентировочно некоторые индивидуальные конструктивные размеры и особенности кранов (см. рис. 1): высоты расположения центров пят стрел, расстояния от них до осей вращения платформ, толщины и конфигурации стрел и др. Они заметно разнятся у различных кранов.

Учитывая это, расчёты могут выполняться по упрощённым схемам «с запасом», но они могут привести к выбору кранов слишком мощных и дорогостоящих.



**Рисунок 1 – Пример расчетной схемы для выбора стрелового крана по техническим параметрам при движении крана вдоль пролета:**

1 – ось стрелы; 1.1 – ось блока полиспаста на головке стрелы; 1.2 – центр пяты стрелы; 2 – колонна; 3 – стропильная ферма; 4 – плита покрытия; 5 – грузозахватное приспособление; 6 – крюк; 7 – полиспаст; 8 – ось неуправляемого гуська

В связи с изложенным рекомендуем сначала выбрать кран определённой модели аналитическим методом с использованием в формулах некоторых ориентировочных размеров «с запасом», гарантирующим применимость крана выбранной модели, а затем проверить применимость кранов с меньшими грузовысотными характеристиками графоаналитическим методом. Проверку следует выполнить по определяющим элементам – грузам, требующим при подаче (установке) наибольших высот и вылетов крюка, грузоподъёмности, длин стрел. По нашим сведениям определяющих элементов бывает обычно не больше трёх или четырёх.

Минимально допустимую длину стрелы ( $l_{min}$ ) и требуемый вылет крюка крана ( $L_{mp}$ ) можно рассчитать по формулам, приведённым в сборнике задач [1]. Формулы для определения оптимального угла между осью стрелы и горизонтом ( $\alpha$ ), обеспечивающего  $l_{min}$  и саму величину  $l_{min}$ , а так же  $L_{mp}$  были осовременены в соответствии с требованиями СНиП [2, 3]. В них учитываются (см. рис. 1) по вертикальному разрезу, проведенному через ось стрелы, положения точек конструкций здания или сооружения ( $S$ ), ближайших стреле в момент подачи определяющего элемента (например плиты покрытия)  $S_1$  – устанавливаемого или  $S_2$  – установленного или возведенного ранее. Причём ось стрелы рассматривается прямой, проходящей через ось блока полиспаста на головке стрелы и центром пяты стрелы.

Стрела должна находиться на расстоянии не ближе 1 м по горизонтали и 0,5 м по вертикали от точек  $S_1$  и  $S_2$  «в свету». Поэтому, если нижние линии контура стрелы располагаются ниже её оси, безопасные расстояния от оси ( $\Delta h$  и  $\Delta a$ ) должны быть больше 1 и 0,5 м соответственно. Поскольку требования СНиП к просвету по горизонтали больше, в дальнейших расчётах и построениях рекомендуем руководствоваться в основном ими.

Тангенс оптимального угла  $\alpha$  определяется по формуле

$$\operatorname{tg}\alpha = \sqrt[3]{(h_s - h_w)(a + \Delta a)} \quad (1)$$

Минимально допустимая длина стрелы и требуемый вылет крюка рассчитываются по формулам:

$$l_{\min} = l_1 + l_2 = (h_s - h_w)/\sin\alpha + (a + \Delta a)/\cos\alpha, \quad (2)$$

$$L_{mp} = a + \Delta a + ((h_s - h_w)/\operatorname{tg}\alpha) + c, \quad (3)$$

где  $h_s$  – расстояние от точки  $S$  до уровня стоянки крана, м;  $h_w$  – высота центра пяты стрелы над уровнем стоянки крана, м;  $a$  – расстояние от точки  $S$  до вертикали, проходящей через ось блока полиспаста и центр тяжести груза, м;  $\Delta a$  – безопасное расстояние от точки до оси стрелы по горизонтали, м;  $c$  – расстояние от центра пяты стрелы до оси вращения платформы крана, м.

Если одинаковые определяющие элементы устанавливаются на различных вылетах крюка, приходится выполнять расчёты и построения по двум или нескольким схемам, например, когда одинаковые плиты покрытия одноэтажного здания и средние, и крайние в ячейке планируются устанавливать с одной стоянки крана. Можно воспользоваться и одной схемой по примеру (см. рис. 1), но вести вычисления и построения «с запасом».

В расчётах индивидуальные конструктивные размеры рекомендуем принимать ориентировочно по данным, приведённым в таблице 1.

Таблица 1 – Значения величин, рекомендуемых для использования при выборе стрелковых гусеничных кранов

Модели кранов (максимальная грузоподъёмность, т)	Расчётные параметры, м		
	$h_w$	$C$	$\Delta a$
МКГ-25.01 (25)	1,6	0,9	1,2
ДЭК-251(25)	2,0	1,2	1,2
ДЭК-50 (50), ДЭК-631 (63), СКГ-631 (63)	1,8–2,0	2,0–2,1	1,1–1,2
МКГС-100.01 (100), МКГС-125.01 (125)	2,5	2,5	2,0
«КОВЕЛКО» 7035 (35)	1,5	0,9	1,7
«КОВЕЛКО» 7055 (55), ВМЕ 550 HD (90) ВМЕ 700 HD (70), ВМЕ 800 HD (80), СКЕ 600 (45)	1,7–1,8	1,1	1,7–1,8
«КОВЕЛКО» 7070 (70)	1,7	1,4	1,8
«КОВЕЛКО» 7090 (90), ВМЕ 900 HD (90)	2,0	1,1–1,3	1,7–1,8
«КОВЕЛКО» 7120 (120), СКЕ 1350 (135)	2,5	1,4	2,2

При расчётах «с запасом» по кранам соответствующей грузоподъёмности можно принимать величины  $h_w$  – меньшие, а  $C$  и  $\Delta a$  – большие. Графоаналитическое решение возможно в нижеописанной последовательности:

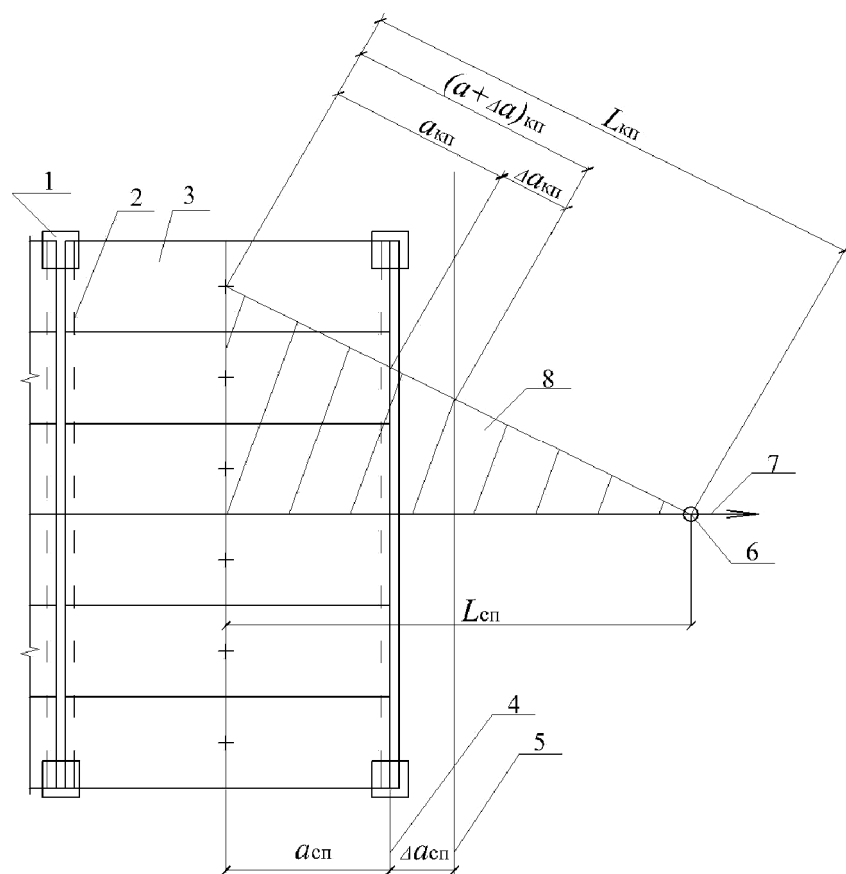
1. Выбирается второй кран со стрелой не меньшей  $l_{\min}$ , но с меньшими грузовыми характеристиками и мощностью [4].

2. По грузовысотным характеристикам последнего крана (по диаграммам или таблицам) устанавливается максимально возможный вылет крюка, соответствующий требуемой грузоподъёмности определяющих элементов, на котором предусматривается установка наиболее удалённого из них. Соответствующая стоянка на линии движения крана отмечается на масштабном плане захватки или её фрагмента. В дальнейшем методика излагается на примере монтажа или покрытия одноэтажного каркасного здания.

3. Рассматривается горизонтальный прямоугольный треугольник, в котором вершинами углов являются (см. рис. 2):

- центр тяжести (ЦТ) крайней плиты в ячейке здания;
- стоянка крана по оси его пути на максимально возможном вылете крюка –  $L_{кп}$ ;
- точка пересечения оси пути с прямой, проходящей через ЦТ плит.

Гипотенуза ( $L_{кп}$ ) и катет (с ЦП плит) позволяют определить размер второго катета, который, при ширине плит не более 3 м, с точностью до 0,1 м можно принять за вылет крюка для средних плит –  $L_{сп}$ .



**Рисунок 2 – Расчетная схема для определения вылетов крюка и безопасных расстояний при монтаже плит покрытия:**

1 – колонна; 2 – стропильная ферма; 3 – плита; 4 – линия точек  $S$ ; 5 – линия точек  $S'$ ; 6 – стойка крана; 7 – ось пути крана; 8 – расчетный треугольник

4. Для проверки допустимости применения крана по безопасному приближению стрелы к конструкциям здания строятся 2 вертикальных разреза (см. рис. 3) через ось стрелы в момент установки крайних и средних плит ячейки здания, отражаемые на графике. На вертикальной и горизонтальной осях должны располагаться концы стрелы (ось блока полиспаста на головке стрелы и центр пяты стрелы, от которого отсчитываются высоты  $h$ ). Горизонтальные проекции стрелы устанавливаются по вылетам крюка за вычетом  $S$ .

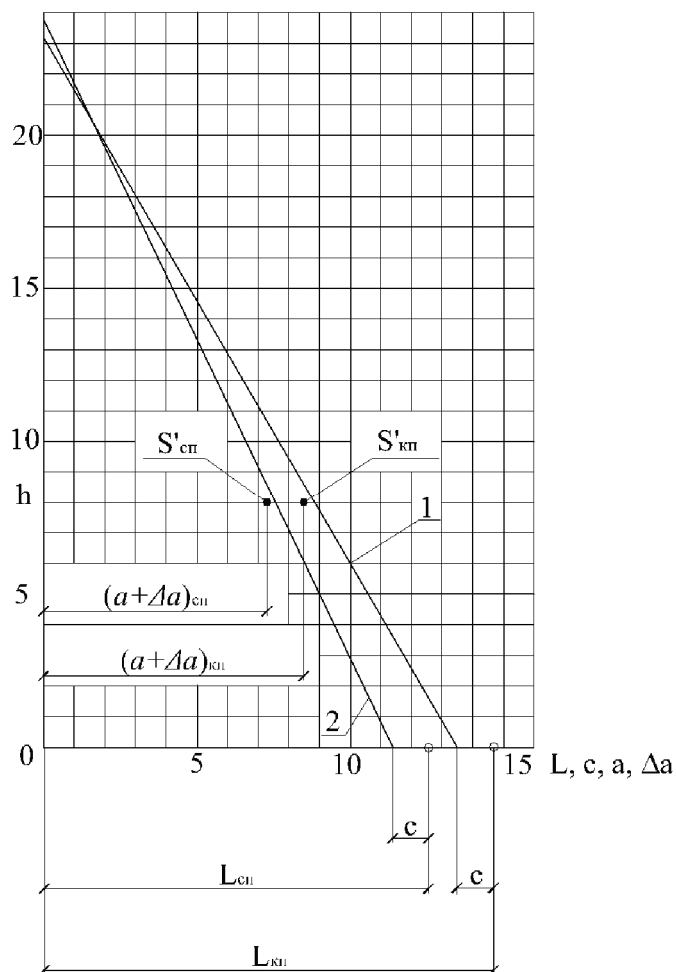
5. На графике следует показать точки  $S'$ , которые могут располагаться на оси стрелы при её предельно допустимом приближении по горизонтали к верхнему ребру плиты – к точке  $S$ . Сначала определяется расстояние от ЦТ средних плит до оси стрелы  $(a + \Delta a)_{сп}$ , где  $a$  – половина длины плиты, а  $\Delta a$  – принимается по индивидуальной конфигурации стрелы проверяемого крана.

6. Расстояние от ЦТ крайних плит до оси стрелы  $(a + \Delta a)_{кп}$  определяется с учётом угла отклонения стрелы от оси пути крана по пропорциональной зависимости (см. рис. 2, 3).

$$(a + \Delta a)_{кп} = (a + \Delta a)_{сп} L_{кп} / L_{сп}. \quad (4)$$

При стропильных фермах с параллельными поясами точки  $S'_{сп}$  и  $S'_{кп}$  расположатся на одном уровне. Если точки  $S'$  окажутся ниже оси стрелы, безопасные расстояния обеспечены и проверяемый кран применим.

Подобная методика приемлема для выбора и других типов кранов, например, когда шарниры крепления управляемых гуськов башенно-стреловых кранов и шарниры крепления подъёмных стрел башенных кранов располагаются ниже конструкций строительного объекта.



**Рисунок 3 – Пример графической проверки возможности использования крана СКГ-401 со стрелой длиной 27 м на монтаже плит покрытия:**

1 – положение оси стрелы при монтаже крайних плит; 2 – положение оси стрелы при монтаже средних плит

### Литература:

1. Анюховский А.Н. и др. Сборник задач по технологии и организации строительного производства. – М. : Стройиздат, 1967.
2. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – М. : ГУПЦПП, 2001.
3. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. – М. : ГУПЦПП, 2002.
4. Грузоподъёмные машины для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ : Учебно-справочное пособие / М.Н. Хальфин, А.Д. Кирнев, Г.В. Несветаев, В.Б. Маслов, А.А. Козынько. – Ростов н/Д. : Феникс, 2006.

### References:

1. Anyuhovsky A. Collection of tasks in construction technology and organization of production. – М. : Stroiizdat, 1967.
2. SNIP 12-03-2001. Safety in construction. Part 1. General requirements. – М. : GUPTSP, 2001.
3. SNIP 12-04-2002. Safety in construction. Part 2. Construction production. М. : GUPTSP, 2002.
4. The lifting machines for assembly and handling operations: Training manual / Halfin M., Kearney A., Nesvetaev G., Maslov V., Kozynko A. – Rostov n/D. : Phoenix, 2006.