

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛОЩАДОК ПОД УСТАНОВКУ СТРЕЛОВЫХ МОНТАЖНЫХ КРАНОВ ПОВЫШЕННОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

Сергей Викторович Кожемяка<sup>1</sup>, Виктория Александровна Мазур<sup>2</sup>,  
Анна Викторовна Крупенченко<sup>3</sup>, Елена Ивановна Новицкая<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия

<sup>1</sup>sergei-kozhemyaka@yandex.ua, <sup>2</sup>v.a.mazur@donnasa.com, <sup>3</sup>a.v.krupenchenko@donnasa.ru,

<sup>4</sup>e.i.novitskaya@donnasa.ru

**Аннотация.** Анализ действующих нормативных документов показал отсутствие в них методов проектирования крановых площадок под монтажные краны повышенной грузоподъемности. Предложена методика проектирования крановых площадок, используемых для установки монтажных кранов повышенной грузоподъемности – более 500 тс. Для минимизации размеров крановых площадок предложено учитывать технологические схемы монтажа конструкций и конструктивные особенности применяемых монтажных кранов повышенной грузоподъемности – размеры опорной базы и опорное давление, передаваемое на грунтовое основание площадки. Методика основана на зарубежном опыте эксплуатации монтажных кранов повышенной грузоподъемности и проектирования крановых площадок для их установки. Эффективность предлагаемой методики заключается в сокращении объемов и стоимости выполняемых работ по подготовке крановых площадок для установки монтажных стреловых кранов. Приведен пример определения размеров крановой площадки под установку автомобильного крана «Terex-Demag AC 500-2».

**Ключевые слова:** крановые площадки, автомобильные краны повышенной грузоподъемности, гусеничные краны повышенной грузоподъемности, прочность грунтового основания, опорная база

**Для цитирования:** Проектирование площадок под установку стреловых монтажных кранов повышенной грузоподъемности / С. В. Кожемяка [и др.] // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2024. Выпуск 2024-6(170) Технология, организация, механизация и геодезическое обеспечение строительства. С. 5–14. doi: 10.71536/vd.2024.6c170.1. edn: ryskfs.

### Original article

## DESIGN OF SITES FOR THE INSTALLATION OF BOOM CRANES WITH INCREASED LOAD CAPACITY

Sergei V. Kozhemyaka<sup>1</sup>, Victoriia A. Mazur<sup>2</sup>, Anna V. Krupenchenko<sup>3</sup>, Elena I. Novitskaya<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia

<sup>1</sup>sergei-kozhemyaka@yandex.ua, <sup>2</sup>v.a.mazur@donnasa.com, <sup>3</sup>a.v.krupenchenko@donnasa.ru,

<sup>4</sup>e.i.novitskaya@donnasa.ru

**Abstract.** An analysis of the current regulatory documents showed the absence of methods for designing crane platforms for high-capacity cranes. The method of designing crane platforms used for the installation of high-capacity cranes – more than 500 tons – is proposed. To minimize the size of crane platforms, it is proposed to take into account the technological schemes for mounting structures and the design features of the used mounting cranes with increased load capacity – the dimensions of the support base and the support pressure transmitted to the ground base of the site. The methodology is based on foreign experience in the operation of high-capacity cranes and the design of crane platforms for their installation. The effectiveness of the proposed technique is to reduce the volume and cost of work performed on the preparation of crane platforms for the installation of boom cranes. An example of determining the size of a crane platform for the installation of a Terex-Demag AC 500-2 automobile crane is given.



**Keywords:** crane platforms, truck cranes of increased load capacity, crawler cranes of increased load capacity, strength of the soil base, support base

**For citation:** Design of sites for the installation of boom cranes with increased load capacity / S. V. Kozhemyaka [et al.]. *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Technology, organization, mechanization and geodetic support of construction*. 2024;6(170):5–14. (In Russ.). doi: 10.71536/vd.2024.6c170.1. edn: ryskfs.

## ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Объем строительных работ в российских регионах по итогам 2023 года составил около 15,1 трлн руб.

Перспективы развития промышленного строительства в России обусловлены необходимостью учитывать современные тенденции развития строительной техники и технологии строительства. Промышленное строительство характеризуется рядом специфических особенностей, определяющих как проблемы, так и направления его дальнейшего развития.

Развитие таких направлений как агропромышленный комплекс, машиностроение и химическая промышленность дадут возможность дальнейшего формирования рынка промышленного строительства и реализации новых программ.

Тенденцией современного промышленного строительства в химической, энергетической и машиностроительной области является широкое применение крупноблочного монтажа с использованием монтажных кранов повышенной грузоподъемности – более 5 000 кН.

Установка и эксплуатация таких кранов сопряжена со значительными материальными затратами, связанными с монтажом стрелового оборудования и подготовкой крановой площадки, используемой для установки крана. Важнейшим требованием, предъявляемым к крановым площадкам, является безопасная эксплуатация монтажных кранов, которые на них устанавливаются [1, 2].

В соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности (ФНП) «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» (в ред. Приказа Ростехнадзора от 22.01.2024 № 16) крановые площадки на которых используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, подъемные сооружения (ПС) относятся к категории опасных производственных объектов (ОПО).

В связи с отменой РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ» и ПБ 10-382-00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» единственным действующим и очень морально устаревшим нормативным документом является ВСН 274-88 «Правила техники безопасности при эксплуатации стреловых самоходных кранов». Однако в этих нормах приведены требования по устройству крановых площадок под эксплуатацию монтажных кранов грузоподъемностью не более 4 000 кН.

В настоящее время монтажные работы нередко выполняются с использованием стреловых самоходных кранов грузоподъемностью от 5 000 кН до рекордной 30 000 кН («Liebherr LR 1300-0») [4].

## АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Важнейшими параметрами, предъявляемыми к устройству крановых площадок, являются: прочность грунта основания, МПа; угол уклона площадки; угол наклона крана [3].

Угол наклона крана определяется как сумма углов уклона площадки и угла осадки крановой площадки, вызванной неравномерной деформацией грунта под краном, который не должен превышать значения, указанного в паспорте завода – изготовителя монтажного крана. Прочность основания крановой площадки зависит от модуля деформации слоев грунта, уложенных в основание. В ряде случаев слабый, влагонасыщенный грунт заменяется на слой песка, гравия, шлака или монолитного бетона толщиной, определяемой расчетом.

Для установки мощных монтажных стреловых кранов, как на автомобильном, так и на гусеничном шасси крановые компании оговаривают ряд довольно жестких требований по устройству крановых площадок [5, 7]. Прочность основания под установку монтажного крана грузоподъемностью более 500 тс (4 903 кН) должна быть в пределах 0,2...0,25 МПа. Угол наклона крана не должен превышать  $0^\circ \pm 0,3^\circ$ . Угол уклона крановых площадок для установки гусеничных кранов в продольном и поперечном направлениях – 0...2 % (10), для установки автомобильных кранов – 5 % (30) [6].

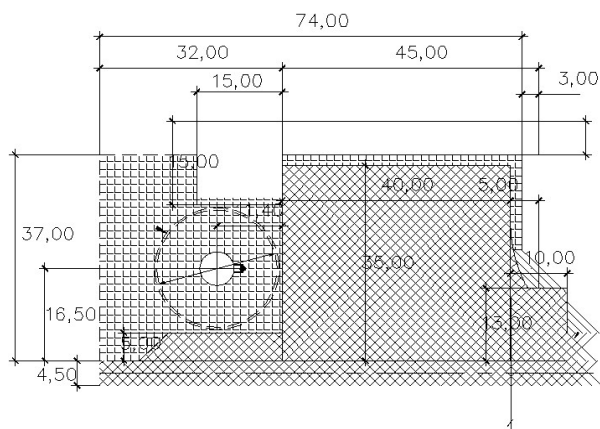
Такие требования практически не соответствуют требованиям, приведенным в ВСН 274-88 «Правила техники безопасности при эксплуатации стреловых самоходных кранов».

### ЦЕЛИ

Целью работы является снижение себестоимости производства монтажных работ за счет оптимизации размеров крановых площадок, используемых для установки и эксплуатации монтажных кранов повышенной грузоподъемности.

### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Установка кранов повышенной грузоподъемности по условиям крановых компаний помимо требований по уклону крановых площадок и прочности грунта основания требует неоправданно больших размеров самой площадки. На рисунке 1 приведен фрагмент крановой площадки под установку гусеничного крана «Liebherr LR-11000» грузоподъемностью 9 800 кН, используемого для монтажа ветрогенераторной установки [6].



**Рисунок 1** – Схема размещения крановой площадки для установки гусеничного крана «Liebherr LR 11000».

Размеры главной крановой площадки (main mounting crane pad) составляют 35×40 м (1 400 м<sup>2</sup>). При этом оговаривается требование по несущей способности грунта основания площадки – 0,2 МПа (таблица 1).

**Таблица 1** – Состав грунтового основания крановой площадки размером 35×40 м под установку гусеничного крана «Liebherr LR 11000» грузоподъемностью 9 800 кН

Наименование грунта	Толщина, м	Объем грунта, м <sup>3</sup> при коэффициенте уплотнения 0,98	Модуль деформации слоя грунта МПа
Щебеночно-песчаная смесь	0,15	210	260
Щебеночно-песчаная смесь	0,23	322	280
Песок средней крупности	0,15	210	120
Общая толщина подготовки: 0,53 м		Всего: 742	

Значительно уменьшить размеры крановой площадки и сократить затраты на ее устройство можно за счет проектирования ее с учетом принятой схемы монтажа конструкций и конструктивных особенностей устанавливаемого монтажного крана.

Из схемы монтажа конструкций, приводимой в проекте производства работ (ППР) определяется точное положение в плане оси вращения поворотной части монтажного крана. К положению оси вращения привязывается опорная база (опорный контур – по ГОСТ 33709.1-2015) монтажного крана, определяющая точки и величину передачи нагрузки на грунтовое основание площадки.

Значение этих нагрузок зависит от угла поворота стрелы крана и приводится в паспорте монтажного крана. Угол поворота стрелы монтажного крана определяется из схемы монтажа конструкции, принятой в

ППР. В дальнейшем расчете принимается наибольшая по значению нагрузка, передаваемая на грунтовое основание, соответствующая углу поворота и вылету стрелы монтажного крана [8].

В таблице 2 приведена схема опорной базы и значение усилий, передаваемых на грунтовое основание крановой площадки в точках опирания аутригеров автомобильного крана «Terex-Demag AC 500-2» грузоподъемностью 4 900 кН.

**Таблица 2** – Схема опорной базы и значение усилий в точках опирания аутригеров автомобильного крана «Terex-Demag AC 500-2» грузоподъемностью 4 900 кН

Положение стрелы крана	Усилие в точках опирания аутригеров, кН				Схема опорной базы размером 9,62×9,6 м
	A	B	C	D	
1	1 342	1 348	334	334	
2	1 549	821	860	132	
3	1 347	368	1 313	333	
4	825	166	1 514	856	
5	369	369	1 312	1 312	

С ростом грузоподъемности монтажных кранов максимальное давление на основание крановых площадок может достигать около 2 000 кПа, что превышает допустимую несущую способность большинства грунтов. Во многих случаях требуются специальные крановые маты для распределения опорного давления на большую площадь.

Крановые маты (из древесины, стали, полиэтилена высокой плотности и т. д.) используются для распределения нагрузки монтажного крана на грунт и снижения допустимого опорного давления на грунтовое основание крановой площадки.

В таких случаях требуются специальные крановые маты (из древесины, стали, полиэтилена высокой плотности и т. д.) для распределения (или снижения) опорного давления на большую площадь.

Допустимое опорное давление (bearing load) на грунтовое основание практически должно соответствовать расчетному сопротивлению грунта.

Возможность использования кранового мата определяется: из условия распределения нагрузки на грунт при уровне напряжений (опорного давления), меньшем, чем несущая способность грунта. При этом прочность и деформативность мата должны соответствовать нагрузке, передаваемой краном через опорную конструкцию (гусеницы, аутригеры).

Крановые маты, используемые для распределения нагрузки на выносные опоры, должны быть не только подходящего размера, но и должны быть прочными, чтобы выдерживать нагрузку, передаваемыми выносными опорами крана.

Прочность и жесткость матов для кранов будет зависеть от материала и их толщины.

На рисунке 2 приведена расчетная схема кранового мата под аутригер автомобильного крана.

Требуемая площадь мата,  $m^2$ ;  $A_r$ , согласно [9], определяется по формуле:

$$A_r = \frac{P + W}{q_a}, \quad (1)$$

где  $P$  – нагрузка крана на один мат, установленный под аутригер, кН;  
 $W$  – собственный вес мата, кН. Для стальных матов можно принимать  $W$  равным 1...1,5 %  $P$ ;  
 $q_a$  – допустимое опорное давление на грунт (несущая способность грунта), кН/ $m^2$ ;  
 $L_r$  – требуемая эффективная опорная длина мата, м. Рассчитывается с учетом размеров используемых крановых матов по формуле (2):

$$L_r = \frac{A_r}{B}, \quad (2)$$

где  $B$  – ширина кранового мата, м. Зависит от нагрузки, передаваемой на аутригер автомобильного крана на один мат.

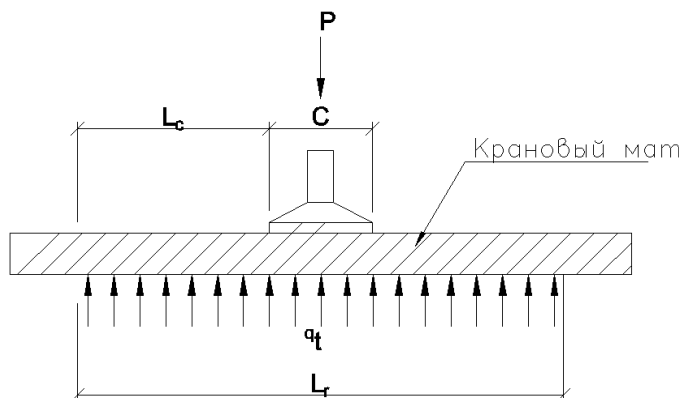


Рисунок 2 – Расчетная схема кранового мата под аутригер автомобильного крана.

В таблице 3 приведены размеры стальных крановых матов для использования с кранами повышенной грузоподъемности.

Таблица 3 – Размеры стальных крановых матов в зависимости от нагрузки на аутригер

Допустимая нагрузка на мат, кН	Площадь, м <sup>2</sup>	Вес мата, кН	Размер мата: длина * ширина * толщина, м
980	2	5,3	2×1×0,112
784	2,25	4,9	1,5×1,5×0,112
784	2,88	5,5	2,4×1,2×0,12
980	3,02	6,1	1,74×1,74×0,112
784	3,36	6,4	2,4×1,4×0,12
784	3,36	6,5	2,8×1,2×0,12
1 470	4	12,3	2×2×0,19
1 470	6	16,0	3×2×0,19
1 470	6,96	16,2	4×1,74×0,2
1 470	12	23,5	6×2×0,2
1 764	6,6	16,7	3×2,2×0,22
1 470	8,8	16,9	4×2,2×0,19
3 430	7,5	31,4	3×2,5×0,28
3 430	8,75	37,2	3,5×2,5×0,28
3 430	7,5	41,2	5×1,5×0,35
4 900	12	66,6	6×3×0,3
1 960	12	33,3	6×2×0,38
2 940	16,5	78,4	7,5×2,2×0,25
5 880	13,2	96,0	6×2,2×0,32

$L_c$  – длина консоли кранового мата с учетом эффективной опорной длины, м.

$$L_c = \frac{L_r - C}{2}, \quad (3)$$

где  $C$  – размер площадки опоры (аутригера), м.

Давление на грунт, оказываемое гусеничными кранами, отличается от давления, оказываемого краном на выносных опорах. Практически всегда для распределения давления на гусеницу на большей площади требуются крановые маты. В отличие от опорной базы, давление на гусеницу крана сильно меняется с изменением нагрузки, радиуса и ориентации стрелы в процессе его эксплуатации.

Другой важной особенностью давления на гусеницу является то, что оно неравномерно распределено по длине гусеницы из-за эксцентриситета нагрузки крана. Максимальное давление на гусеницу меняется, в зависимости от положения стрелы в плане относительно продольной оси крана (таблица 4).

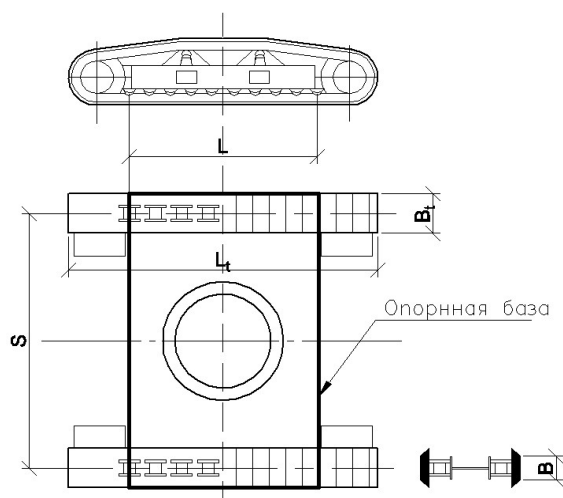
**Таблица 4** – Схема опорной базы и значение усилий в точках опирания гусеничного крана «DEMAG CC 3800-1» грузоподъемностью 5 880 кН

Положение стрелы крана	Усилие в точках опирания кН				Схема опорной базы размером 10,19×10,4 м
	A	B	C	D	
1	1 841	1 841	1 030	1 030	
2	2 019	1 435	1 435	852	
3	1 855	1 015	1 855	1 015	
4	1 435	852	2 019	1 435	
5	1 030	1 030	1 841	1 841	

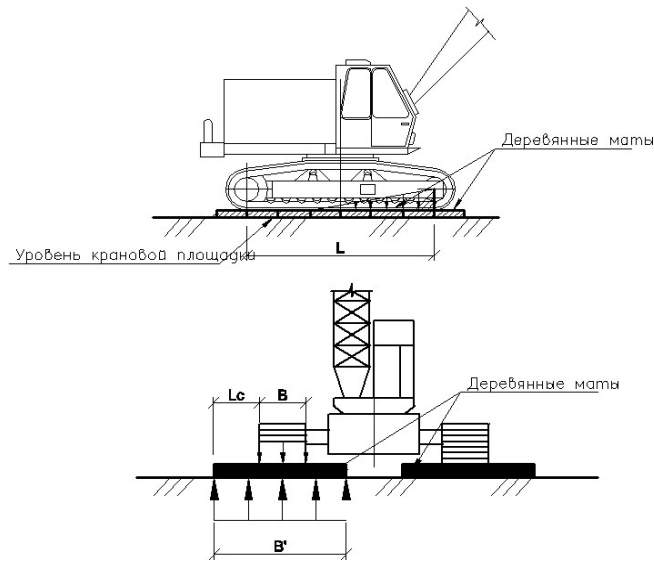
Для гусеничных кранов в качестве матов используются брусья из распиленных бревен сечением 0,2×0,2, 0,25×0,25, 0,3×0,3 м, усиленные стальными стержнями. Длина матов – 4, 5, 6 и 8 м. Деревянные маты могут укладываться слоями – в 2...3 слоя.

Как правило, две гусеницы (или гусеницы с крановыми опорами) гусеничного крана можно рассматривать как две раздвижные опоры длиной  $L$  и шириной  $B$  (или  $B'$  для гусениц с крановыми опорами) – рисунки 3 и 4.

Величины  $L$  и  $B_l$  представляют собой эффективную длину и ширину подкранового пути, которые принимаются за фактическую площадь контакта подкранового пути с грунтом. Пролет гусеницы (колея)  $S$ , определяемый как расстояние между двумя гусеницами, обычно равен эффективной длине гусеницы  $L$  для гусеничного крана.



**Рисунок 3** – Расчетная схема гусеничного крана для определения размеров крановых матов.



**Рисунок 4** – Схема определения размеров кранового мата для установки гусеничного крана

Эквивалентная ширина основания может быть определена [10] по формуле (4):

$$B' = B + 2 \cdot d \frac{E_m}{E_s} \cdot 0,29, \quad (4)$$

где  $d$  – толщина мата, м;  
 $E_m$  – модуль упругости материала мата, Па. Для стали – 200 ГПа, для дерева – 10 ГПа;  
 $E_s$  – модуль деформации грунта, Па.

Опорное давление на грунт  $q_a$  (МПа) определяется по формуле и сравнивается со значением несущей способности грунта:

$$q_a = 1,2 \left( \frac{B' + 0,3}{B} \right)^2 \cdot L \cdot N, \quad (5)$$

где  $L$  – длина опорной части гусеничного хода, м;  
 $N$  – количество ударов, определенное по результатам испытания прочности грунта проникающим методом (SPT-standard penetration test blow count).

$L_c$  – длина консоли кранового мата, м:

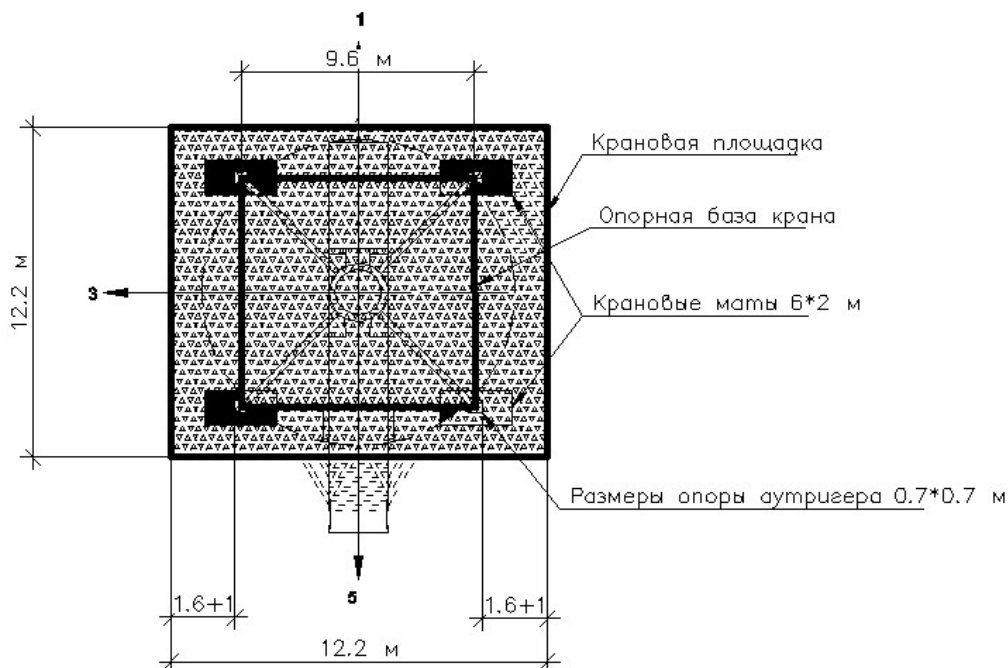
$$L_c = \frac{B' - B}{2}, \quad (6)$$

На рисунке 5 приведена схема крановой площадки под установку автомобильного крана «Terex-Demag AC 500-2» с размерами, определенными по предлагаемой методике.

Для примера приведен расчет размеров крановой площадки для установки автомобильного крана «Terex-Demag AC 500-2» грузоподъемностью 4 900 кН (500 тс) при допустимом опорном давлении на грунт 200 кН/м<sup>2</sup> (0,2 МПа). Размер площадки опоры (аутригера) – 0,7\*0,7 м. Исходные данные для расчета приняты по таблице 2.

В зависимости от положения стрелы определяются требуемые размеры матов, а затем, с учетом стандартных размеров и длины консоли крановых матов – размеры крановой площадки (табл. 5).

Площадь крановой площадки на основании выполненных расчетов – 149 м<sup>2</sup>. Толщина слоев и состав подготовки грунтового основания крановой площадки аналогичный составу, приведенному в таблице 1. При этом объем подготовки грунтового основания составляет примерно 80 м<sup>3</sup>.



**Рисунок 5** – Определение размеров крановой площадки под автомобильный монтажный кран «Terex-Demag AC 500-2» на основании расчетов, приведенных в таблице 5.

**Таблица 5** – Пример определения размеров крановой площадки под установку автомобильного крана «Terex-Demag AC 500-2» грузоподъемностью 4 900 кН (500 тс) при допустимом опорном давлении на грунт 200 кН/м<sup>2</sup> (0,2 МПа). Размер площадки опоры (аутригера) – 0,7\*0,7 м

Положение стрелы крана	Требуемая площадь мата, м <sup>2</sup> определенная по значению максимального усилия в точках опирания	Размеры стального мата – ширина × длина, м (площадь, м <sup>2</sup> )	$L_r$ – требуемая эффективная опорная длина мата, м	$L_c$ – длина консоли кранового мата, м	Размеры крановой площадки длина * ширина в зависимости от положения стрелы, м
1	6,77	4×1,74 (6,96)	3,9	1,6	12,2*12,2
2	7,82	6×2 (12)	3,9	1,6	12,2*12,2
3	6,8	4×1,74 (6,96)	3,9	1,6	12,2*12,2
4	7,6	6×2 (12)	3,8	1,55	12,15*12,15
5	6,6	4×1,74 (6,96)	3,8	1,55	12,15*12,15

### ВЫВОДЫ

Предлагаемая методика определения крановых площадок для установки кранов повышенной грузоподъемности позволяет сократить сроки и объемы выполняемых работ по устройству крановых площадок за счет использования предварительно разработанных технологических схем монтажа конструкций в соответствии с конструктивными особенностями применяемых монтажных кранов.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. DIN 15019-2-1979. Part 2. Cranes; Stability for Non Rail-mounted Mobile Cranes; Test Loading and Calculation screeds = Краны. Краны самоходные безрельсовые. Испытательная нагрузка и расчет устойчивости : Deutsche normen : offizielle Veröffentlichung : Normenausschuss Bauwesen = Комитет по стандартам строительной отрасли : Datum der Einführung 1979-06-01. – Berlin : Beuth Verlag GmbH, 1979. – 7 с. – Текст : непосредственный.
2. BS 7121 3:2017. Code of practice for safe use of cranes – Part 3: Mobile Cranes = Руководство по безопасному использованию кранов – часть 3: Мобильные краны : British Standard : supersedes BS 7121?3:2000 : date of introduction 2017-06-30. – Лондон, Великобритания : Published by BSI Standards Limited, 2017. – 9 p. – Текст : непосредственный.



3. Duerr, David. P. E. Effective Bearing Length of Crane Mats / David P. E. Duerr. – Текст : непосредственный // Crane & Rigging Conference, Houston, Texas, May 26–27, 2010. – Texas : [s. n.], 2010. – P. 1–7.
4. Becker, R. The great book of mobile and crawler cranes : Handbook of mobile and crawler crane technology / R. Becker. – Volume 1. – Griesheim, Germany : KM Verlags GmbH, 2001. – 404 p. – ISBN 3-934518-00-2. – Текст : непосредственный.
5. Zhang, Bo. Geotechnical considerations in safe operation of crawler cranes / Bo Zhang, Keepa Campbell. – Текст : непосредственный // 12th Australia New Zealand Conference on Geomechanics : proceedings, Wellington, New Zealand, 22–25 February 2015 ; was edited by Graham Ramsey. – Wellington, New Zealand : [s. n.], 2015. – P. 1–8.
6. Road, Crane Pad and Hardstand Specifications for Vestas Turbines V100-1.8MW and V112-3.0MW / Vestas Wind Systems A/S, Denmark. – Текст : непосредственный // Strategic Forum for Construction Good : Practice Guide Reference, No. CPA 1402. – London : Construction Plant – hire Association, 2014. – 102 p.
7. Рекомендации по установке и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, строительных подъемников, грузоподъемных кранов-манипуляторов и подъемников (вышек) при разработке проектов организации строительства и проектов производства работ : издание официальное : утверждены и введены в действие распоряжением Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции г. Москвы Правительства Москвы № 85 от 28.10.2004 г. : введен впервые : дата введения 2004-01-11 / разработан ОАО ПКТИпромстрой. – Москва : Стандартинформ, 2004. – 157 с. – Текст : непосредственный.
8. Проектирование установки монтажных кранов на строительной площадке : учебно-методическое пособие / С. В. Калюшина, А. Б. Пономарев, А. В. Захаров, Д. Г. Золотозубов. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2016. – 114 с. – ISBN 978-5-398-01543-0. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/110469.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
9. Ground Conditions for Construction Plant : Strategic Forum for Construction Good : Practice Guide Reference, No. CPA 1402 / Construction Plant-hire Association. – London : CPA. – 2014. – 73 p. – Текст : непосредственный.
10. Young, Warren C. = Янг, Уоррен. Roark's formulas for stress and strain = Формулы Роарка для расчета напряжений и деформаций = Young, Warren C., Richard G. Budynas = Уоррен Янг, Ричард Бадинес. – [8-е изд.]. – New York : McGraw and Hill, 2002. – 852 с. – ISBN 0-07-072542-X. – Текст : непосредственный.

### Информация об авторе

**Кожемяка Сергей Викторович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: технология и организация работ при реконструкции зданий и сооружений, автоматизация технологического проектирования.

**Мазур Виктория Александровна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: совершенствование конструктивно-технологических решений по устройству и капитальному ремонту ограждающих конструкций зданий и сооружений

**Крупенченко Анна Викторовна** – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: технология и организация работ при реконструкции зданий и сооружений.

**Новицкая Елена Ивановна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: технология и организация работ при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

### Information about the author

**Kozhemyaka Sergei V.** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: technology and organization of works in reconstructing building and structures, automation of technological designing.

**Mazur Victoriia A.** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: improvement of structural and technological solutions for the installation and overhaul of enclosing structures of buildings and structures.

**Krupenchenko Anna V.** – Senior Lecturer, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: reconstruction of industrial and civil buildings.

**Novitskaya Elena I.** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: technology and organization of work in the construction and reconstruction of buildings and structures.

*Статья поступила в редакцию 01.11.2024; одобрена после рецензирования 22.11.2024; принята к публикации 29.11.2024.*

*The article was submitted 01.11.2024; approved after reviewing 22.11.2024; accepted for publication 29.11.2024.*