УДК 69.05

© Н. Д. Чередниченко, канд. техн. наук, доцент

© Т. К. Кузьмина, канд. техн. наук, доцент

© Е. О. Заступ, студент

© Н. П. Лалетина, студентка

(Национальный исследовательский Московский

государственный строительный университет)

E-mail: cherednichenkond@mgsu.ru, KuzminaTK@mgsu.ru,

lokojenya@rambler.ru, ninalaletina@rambler.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-6-254-259

© N. D. Cherednichenko, PhD in Sci. Tech., Associate Professor

© T. K. Kuzmina, PhD in Sci. Tech., Associate Professor

© E. O. Zastup, student

© N. P. Laletina, student

(Moscow State University of Civil Engineering

(National Research University)

E-mail: cherednichenkond@mgsu.ru, KuzminaTK@mgsu.ru,

lokojenya@rambler.ru, ninalaletina@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

THE FEATURES OF SELECTING CONSTRUCTION MACHINES AND MECHANISMS TO BE USED DURING THE ASSEMBLING OF CAST-IN-SITU REINFORCED CONCRETE FRAME OF HIGH-STOREY BUILDINGS IN CONDITIONS OF DENSE URBAN DEVELOPMENT

Представлены особенности выбора строительных машин и механизмов при устройстве монолитного железобетонного каркаса многоэтажных зданий в условиях плотной городской застройки. При возведении монолитного железобетонного каркаса многоэтажных жилых зданий выделяются два основных этапа: подготовительный и основной. Определены основные критерии на этих этапах при производстве работ в стесненных условиях (возможность размещения необходимых механизмов, влияние на размещение существующих сетей, влияние на существующие здания, монтаж механизмов в стесненных условиях). Произведена их оценка на примере выбора монтажных кранов при устройстве монолитного каркаса многоэтажного здания. Также описаны достоинства и недостатки стационарных бетононасосов и автобетононасосов при производстве работ в стесненных городских условиях.

Ключевые слова: строительные машины и механизмы, плотная городская застройка, стесненные условия, строительная площадка, производство работ.

The article identifies the features of selecting construction machines and mechanisms to be used during the assembling of cast-in-situ reinforced concrete frame of high-storey buildings in dense urban development conditions. Two main stages are highlighted in the construction of reinforced concrete frame of high-storey residential buildings, namely, preparatory and basic ones. The key criteria for these stages in terms of constrained production conditions are described (namely, the opportunity of placement of necessary mechanisms, the influence to the location of the existing networks, the influence to the existing buildings, installation of mechanisms in constrained conditions). Evaluation of these factors based on the example of the cranes installation for the construction of reinforced concrete frame of high-storey residential buildings is submitted. In addition, the advantages and disadvantages of stationary concrete pumps and truck-mounted concrete pumps operated in constrained production conditions are described.

Keywords: construction machinery and mechanisms, dense urban development, constrained conditions, construction site, work production.

Для решения социальных задач и задач градостроительства в России в последние годы наблюдается увеличение объемов гражданского строительства. Наполнение районов и микрорайонов

жилой застройкой и объектами социального и культурного назначения приводит к значительному увеличению плотности городской застройки.

Следовательно, все чаще застройщики получают территорию для строительства в районах с уже существующей застройкой. Такой участок строительной площадки имеет множество ограничений [1–3]. Основным из таких ограничений является пространственное, которое требует решения таких задач, как сложность складирования, невозможность размещения всех необходимых механизмов на стройплощадке, ограничение транспортной доступности строительной площадки [4–6].

Одним из решений данных задач является достижение оптимального варианта совмещения процессов при производстве работ и рациональный выбор строительных машин и механизмов в стесненных условиях. В этой связи необходимо рассмотреть выбор строительных машин и механизмов при производстве работ в условиях плотной городской застройки (монтажные краны, бетононасосы).

При возведении монолитного железобетонного каркаса многоэтажных жилых зданий выделяются два основных этапа: подготовительный и основной [2, 7, 8]. Подготовительный этап включает в себя подачу с помощью крана доставленных на строительную площадку материалов к местам складирования, а основной этап — доставку материалов со склада к месту производства работ и установку (при необходимости) в проектное положение (армирование, опалубливание, разопалубливание).

Рассмотрим основные виды кранов, которые используются для подачи материалов — стреловые краны и башенные краны.

Как правило, стреловые краны относятся к группе универсальных кранов, предназначенных для подачи строительных конструкций и материалов на строящиеся объекты, а также для механизации погрузочно-разгрузочных работ на складах. В процессе монтажных работ их используют для поддержания конструкций при их закреплении на месте монтажа¹.

Основное назначение башенного крана — обслуживать территорию строительных площадок зданий и сооружений, складов, полигонов, производить погрузку и разгрузку материалов с транспорта при выполнении строительномонтажных и погрузочно-разгрузочных работ.

¹ URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кран_стрелового_типа.

При выборе кранов для устройства монолитного бетонного каркаса многоэтажных жилых зданий в условиях плотной городской застройки целесообразно провести анализ и учесть следующие критерии: возможность размещения необходимых механизмов, влияние на размещение существующих сетей, влияние на существующие здания, монтаж механизмов в стесненных условиях.

Результаты проведенного анализа сведены в табл. 1.

Также при выборе монтажных механизмов необходимо учитывать особенности при устройстве подземной и надземной частей здания (табл. 2).

Таким образом, можно сделать вывод, что самоходные и башенные краны имеют достаточно плюсов и минусов при работе в условиях плотной городской застройки в зависимости от критериев, образующихся в стесненных условиях ведения работ. Целесообразнее использовать стреловые самоходные для проведения погрузочно-разгрузочных работ и устройства подземных и первых этажей, а башенные краны для устройства всего остального [9–11].

Наряду с краном, одним из самых востребованных видов строительной спецтехники являются бетононасосы. В последнее время практически ни одно строительство жилых зданий и сооружений не обходится без выполнения бетонирования бетононасосом. Бетононасосы подразделяются на стационарные и автомобильные. Стационарные поршневые бетононасосные системы — это строительное оборудование для приема свежеприготовленной бетонной смеси в бункер от специализированных бетонотранспортных средств (автобетоносмесителей, АБС) и подачи ее по бетоноводу в горизонтальном и/или вертикальном направлениях к месту укладки. Бетононасосы применяются для укладки бетонной смеси в крупные массивы — опалубки строительства всевозможных железобетонных сооружений и других объектов современной инфраструктуры².

Автобетононасосы — это самодвижущийся комплекс на базе полноценного грузового автомобиля совместно с бетонораспределительной стрелой, применяются на ранних этапах возведения высотных зданий и других сооружений

² URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бетононасос>.

Таблица 1

Оценка влияния механизмов на основные критерии в условиях плотной городской застройки

Критерии			Возможность размещения всех необходимых механизмов	Влияние на размещение инженерных сетей	Влияние на существующие здания	Возможность монтажа механизмов в стесненных условиях
Виды механизмов						
Башенные	Передвижные	+	Мобильный	Не влияет на инженерные сети		
		–	Необходимость устройства дополнительных временных дорог		При близком расположении зданий необходимо устраивать подпорную стенку или усиливать фундамент здания	Для монтажа и демонтажа стрелы необходимо дополнительное место
	Стационарные	+	Компактный			
		–		Необходимо устанавливать в зависимости от размещения сетей	При близком расположении зданий необходимо устраивать подпорную стенку или усиливать фундамент здания	Для монтажа и демонтажа стрелы необходимо дополнительное место
	Приставные	+	Мобильный	Располагается на фундаментной плите здания, не влияет на сети		
		–			При близком расположении зданий необходимо устраивать подпорную стенку или усиливать фундамент здания	Для монтажа и демонтажа стрелы необходимо дополнительное место
	Самоподъемные	+	Компактный, располагается внутри здания	Располагается внутри здания, не влияет на сети		
		–			При близком расположении зданий необходимо устраивать подпорную стенку или усиливать фундамент здания	Для монтажа и демонтажа стрелы необходимо дополнительное место
Стреловые	Мачтовые	+		Не влияет на инженерные сети		Простота и надежность конструкций
		–	Малоподвижные		При близком расположении зданий необходимо устраивать подпорную стенку или усиливать фундамент здания	
	Самоходные	+	Мобильный	Не влияет на инженерные сети		Доставляется в собранном виде
		–	Необходимость устройства дополнительных временных дорог		При близком расположении зданий необходимо устраивать подпорную стенку или усиливать фундамент здания	

Таблица 2

Особенности устройства подземной и надземной части здания в зависимости от вида крана

Виды кранов	Башенные краны				Стреловые краны	
	Передвижные	Стационарные	Приставные	Самоподъемные	Мачтовые	Самоходные
Устройство подземной части здания	–				+	
	При глубоких котлованах необходимо сооружать подпорную стенку для обеспечения устойчивости откосов			Невозможность монтажа подземной части	Экономичность; возможность опускания крюка ниже основания крана	
Устройство надземной части здания	+				–	
	Имеет большую высоту подъема и вылет стрелы				Небольшая высота подъема крюка	

[12, 13]. Данная техника незаменима при возведении сооружений из монолитного и железобетона. Автобетононасосы предназначены для оперативной и эффективной доставки свежеприготовленной бетонной смеси в горизонтальном и вертикальном направлениях непосредственно к месту укладки в условиях, когда в малые сроки нужно уложить большие объемы бетона, а также когда важна мобильность подающего бетон оборудования на строительной площадке [12, 14, 15]. Отличаются мобильностью, скоростью и точностью подачи.

Рассмотрим достоинства и недостатки бетононасосов при возведении зданий в условиях плотной городской застройки (табл. 3).

Результаты анализа показали, что в условиях плотной городской застройки можно использо-

вать как стационарный бетононасос, так и автобетононасос.

При выборе машин и механизмов для возведения монолитного железобетонного каркаса в условиях плотной городской застройки необходимо обязательно учитывать особенности строительной площадки, а также расположение объекта относительно других зданий, доступ к существующим дорогам, архитектурные особенности и прочие факторы, возникающие в результате пространственных условий стесненности.

Библиографический список

1. Бугаева Т. Н. Особенности возведения зданий в условиях плотной городской застройки // Вестник

Таблица 3

Сравнение бетононасосов

Виды	Достоинства	Недостатки
Стационарный бетононасос	Использование стационарного насоса обходится дешевле мобильного. Этот бетононасос привлекает малыми габаритами, стабильностью перекачки, а также способностью обеспечить работу в двух режимах (малопроизводительный с подачей смеси под высоким давлением; высокопроизводительный с низким давлением). Большая по сравнению с мобильным мощность, надежность и функционирование даже в самых сложных условиях	Времени на подготовительные работы требуется больше, чем автобетононасосу. Невозможность самостоятельного передвижения и отсутствие стрелы для подачи жидкого бетона
Автобетононасос	Может работать в любых температурных режимах и поставлять бетонный раствор в самые труднодоступные участки строительного объекта. Выполняет функции бетоносмесителя, перемешивая раствор и сохраняя его свойства и качества. Отличительной особенностью мобильного бетононасоса от стационарного является его полная автономность и отсутствие необходимости в тягаче, поскольку он может самостоятельно перемещаться между строительными площадками	Более высокие экономические затраты

Псковского гос. ун-та. Сер.: «Технические науки». 2015. № 1. С. 116–120.

2. Олейник П. П., Бродский В. И. Особенности организации строительного производства при реконструкции зданий и сооружений // Технология и организация строительного производства. 2013. № 4 (5). С. 40–45.

3. Нуждин Л. В. Требования к проектированию и возведению зданий в условиях плотной городской застройки // Научные труды Общества железобетонщиков Сибири и Урала. 2010. С. 29–32.

4. Олейник П. П., Бродский В. И. Организация планирования строительного производства // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2 (3). С. 40–43.

5. Ершов М. Н., Лapidус А. А. Современные технологии реконструкции гражданских зданий. М.: АСВ, 2014. 496 с.

6. Душкина К. С. Возведение зданий в условиях городской застройки // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты: сб. ст. студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей; под общ. ред. Т. М. Сигитова. Пермь, 2017. С. 13–15.

7. Жадановский Б. В. Реконструкция зданий сложившейся городской застройки // Научное обозрение. 2015. № 21. С. 317–320.

8. Жадановский Б. В. Механизация строительных работ при реконструкции зданий и сооружений // Там же. С. 342–345.

9. Быков В. И. Опыт возведения заглубленной части здания в условиях городской застройки // Промышленное и гражданское строительство. 2009. № 4. С. 64–65.

10. Zhadanovsky B., Sinenko S. Pressure Method of Monolithic Concrete Structures of Buildings and Structures // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Vol. 11. № 3. Pp. 1724–1727.

11. Олейник П. П., Бродский В. И. Организация строительства как вид работ, влияющих на безопасность объектов // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 7. С. 71–75.

12. Салов А. С., Ахметова Г. Р. Бетононасосы для многоэтажных зданий // 67-я науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ: сб. материалов конф. Уфа, 2016. С. 167–168.

13. Лapidус А. А. Унификация организационно-технологических мероприятий при реализации типовых проектов // Технология и организация строительного производства. 2015. № 4–1 (9). С. 1–3.

14. Чередниченко Н. Д., Кузьмина Т. К., Бабкина Е. Н. Особенности монтажа навесных вентилируемых фасадов в условиях плотной городской застройки // Научное обозрение. 2017. № 13. С. 27–31.

15. Густов Д. Ю., Густов Ю. И., Юшков А. А. Исследование механических свойств высокопрочных сталей зарубежного производства для строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 8. С. 46–49.

References

1. Bugaeva T. N. *Osobennosti vozvedeniya zdaniy v usloviyakh plotnoy gorodskoy zastroyki* [Features of erecting buildings in conditions of dense urban development]. *Vestnik Pskovskogo gos. un-ta. Seriya Tekhnicheskie nauki – Bulletin of Pskov State University. Technical Sciences*, no. 1, pp. 116–120.

2. Oleynik P. P., Brodskiy V. I. *Osobennosti organizatsii stroitel'nogo proizvodstva pri rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy* [Features of organizing construction production at reconstruction of buildings and structures]. *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva – Technology and organization of construction production*, 2013, no. 4 (5), pp. 40–45.

3. Nuzhdin L. V. *Trebvaniya k proektirovaniyu i vozvedeniyu zdaniy v usloviyakh plotnoy gorodskoy zastroyki* [Requirements to design and erection of buildings in the conditions of dense urban development]. *Trudy Obshchestva zhelezobetonshchikov Sibiri i Urala* [Scientific works of the Society of specialists in reinforced structures in Siberia and the Urals]. 2010, pp. 29–32.

4. Oleynik P. P., Brodskiy V. I. *Organizatsiya planirovaniya stroitel'nogo proizvodstva* [Organization of planning of construction production]. *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva – Technology and organization of construction production*, 2013, no. 2 (3), pp. 40–43.

5. Ershov M. N., Lapidus A. A. *Sovremennye tekhnologii rekonstruktsii grazhdanskikh zdaniy* [Modern technologies of civil building reconstruction]. Moscow, ASV Publ., 2014, 496 p.

6. Dushkina K. S. *Vozvedenie zdaniy v usloviyakh gorodskoy zastroyki* [Erection of buildings in conditions of urban development]. *Sb. st. studentov, magistrantov, aspirantov, molodykh uchenykh i prepodavateley «Razvitie sovremennoy nauki: teoreticheskie i prikladnye aspekty»* [Coll. of sci. works of students, undergraduates, graduate students, young scientists and teachers "Development of the modern science: theoretical and application-oriented aspects"]. Ed. by Sigitov T. M. Perm, 2017, pp. 13–15.

7. Zhadanovskiy B. V. *Rekonstruktsiya zdaniy slozhivsheysya gorodskoy zastroyki* [Reconstruction of buildings of the developed urban areas]. *Nauchnoe obozrenie – Scientific Review*, 2015, no. 21, pp. 317–320.

8. Zhadanovskiy B. V. *Mekhanizatsiya stroitel'nykh rabot pri rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy* [Mechanization of

construction works at reconstruction of buildings and structures], pp. 342–345.

9. Bykov V. I. *Opyt vozvedeniya zaglublennoy chasti zdaniya v usloviyakh gorodskoy zastroyki* [Experience of construction of the underground part of the building in the conditions of urban development]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo – Industrial and civil engineering*, 2009, no. 4, pp. 64–65.

10. Zhadanovsky B., Sinenko S. Pressure Method of Monolithic Concrete Structures of Buildings and Structures. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2016, vol. 11, no. 3, pp. 1724–1727.

11. Oleynik P. P., Brodskiy V. I. *Organizatsiya stroitel'stva kak vid rabot, vliyayushchikh na bezopasnost' ob'ektov* [Organization of construction as a type of operations influencing the safety of objects]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo – Industrial and civil engineering*, 2015, no. 7, pp. 71–75.

12. Salov A. S., Akhmetova G. R. *Betononasosy dlya mnogoetazhnykh zdaniy* [Concrete pumps for multi-storey buildings]. *Trudy 67-oy nauch.-tekhn. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Proc. of the

67th sci.-pract. conf. of students, graduate students and young scientists]. Ufa, UGNTU Publ., 2016, pp. 167–168.

13. Lapidus A. A. *Unifikatsiya organizatsionno-tekhnologicheskikh meropriyatiy pri realizatsii tipovykh proektov* [Unification of organizational and technological actions at implementation of standard projects]. *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva – Technology and organization of construction production*, 2015, no. 4–1 (9), pp. 1–3.

14. Cherednichenko N. D., Kuz'mina T. K., Babkina E. N. *Osobennosti montazha navesnykh ventiliruemyykh fasadov v usloviyakh plotnoy gorodskoy zastroyki* [Features of mounting of the hinged ventilated facades in the conditions of the dense urban development]. *Nauchnoe obozrenie – Scientific review*, 2017, no. 13, pp. 27–31.

15. Gustov D. Yu., Gustov Yu. I., Yushkov A. A. *Issledovanie mekhanicheskikh svoystv vysokoprochnykh staley zarubezhnogo proizvodstva dlya stroitel'noy tekhniki* [Research of mechanical properties of high-strength steel of foreign production for construction equipment]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva – Construction mechanization*, 2017, vol. 78, no. 8, pp. 46–49.