

## РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

*Освещён опыт вариантного проектирования технологии строительства здания в условиях особой стесненности. Приведен пример обоснования организационно-технологической схемы выполнения строительных работ на основе расчетов несущей способности возведенных строительных конструкций с целью использования их для размещения строительного крана и других механизмов. Представлен вариант нестандартного решения, который обеспечивает рациональную технологию строительства, снижает влияние стесненности объекта на эффективность выполнения строительных работ, увеличивает экономическую эффективность.*

*Рассмотренный вариант позволяет реализовать принятые организационно-технологические решения на аналогичных объектах.*

**Ключевые слова:** реконструкция зданий, стесненные условия строительства, вариантное проектирование технологии строительства.

## РОЗРАХУНКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРІАНТНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

*Висвітлено досвід варіантного проектування технології зведення будівлі в умовах ущільненої забудови. Наведено приклад обґрунтування організаційно-технологічної схеми виконання будівельних робіт на основі розрахунків несучої здатності зведених будівельних конструкцій з метою використання їх для розміщення будівельного крана та інших механізмів. Подано варіант нестандартного рішення, який забезпечує раціональну технологію будівництва, знижує вплив ущільнених умов будівництва об'єкта на ефективність виконання будівельних робіт, збільшує економічну ефективність.*

*Розглянуто варіант, що дозволяє реалізувати прийнятні організаційно-технологічні рішення на аналогічних об'єктах.*

**Ключові слова:** реконструкція будівель, ущільнені умови будівництва, варіантне проектування технології будівництва.

Solovey D., PhD, Associate Professor  
Bronevitsky A., PhD  
National University of construction and architecture, Kyiv

## ESTIMATED EVALUATION OF ALTERNATIVE ENGINEERING CONSTRUCTION TECHNOLOGY IN DENSE URBAN AREAS

*The process of construction works in terms of building renovation or new construction is associated with a number of features of urban development. The dominant feature is the lack of facilities. This factor is a consequence of the economic interest of investors to develop most fully allocated in the city land. Special attention to this factor focuses on the stage of development of projects of manufacture of works. In this regard, in the process of designing and engineering preparation of construction, it is necessary to conduct an informed analysis of the conditions and characteristics of construction.*

*To date, scientific, design and construction organizations of Ukraine, Europe and USA already has considerable experience of successful implementation of even the most complex projects of construction and reconstruction in complex urban terrain.*

*Created new advanced design and technological decisions on construction of objects, including for the protection of the land, developed the methods of calculation and numerical simulation of the behavior of the object being built and located in the zone of influence of existing objects, methods and means of monitoring.*

*However, most of existing organizational and technological decisions relate only to the general principles of construction under these conditions. Lighting practical experience at specific sites may provide a basis for improvement of existing and development of new more efficient and cost-effective technological solutions for construction of buildings and structures.*

*Decisions must, in the first place, to ensure safe working conditions, to be economically justified, based on the results of the preliminary comprehensive examination and technical diagnostics of building structures. This is very important when making urgent technological solutions in the construction of individual buildings, to assess the possibility of use of hoisting machines and other means of mechanization, which are based on or are in contact with existing designs, the choice of the sequence of installation works. Adopted organizational and technological decisions are subject to scrutiny and obligatory reflection in specially designed and duly approved design documentation.*

*The article highlights the experience of alternative engineering technology building construction in the special conditions cramped. An example of the basis of organizational and technological scheme of construction works on the basis of calculations of the bearing capacity erected building structures for the purpose of using them for the disposal of construction cranes and other mechanisms. The presented variant of unconventional solutions provides a rational construction technology reduces the impact of cramped facility on the efficiency of construction works, increase economic efficiency.*

*The variant allows you to implement the adopted organizational and technological solutions on similar projects.*

**Keywords:** *reconstruction of buildings, construction of cramped conditions, the variant design construction technology.*

**Введение.** Процесс производства строительных работ в условиях реконструкции зданий или нового строительства сопряжен с рядом особенностей городской застройки. Доминирующей особенностью является стесненность объектов. Данный фактор – следствие экономической заинтересованности инвесторов застраивать наиболее полно выделенные в городской черте земельные участки. Нередки случаи, когда для организации строительства не достаточно площадей [1]. При этом особое внимание этому фактору уделяется уже на стадии разработки проектов производства работ (ППР). В связи с этим в процессе проектирования и инженерной подготовки строительства приходится проводить взвешенный анализ условий и особенностей строительства [2, 3].

**Анализ последних источников исследований и публикаций.** Проблема возведения зданий и сооружений в условиях стесненности городского строительства рассматривалась в исследованиях Д.Ф. Гончаренко, Н.С. Болотских, В.В. Савйовского, В.И. Торкатюка и др. В настоящее время вопросы совершенствования организационно-технологических решений проводятся в Украине под руководством В.К. Черненко, Г.Н. Тонкачьева, А.Ф. Осипова. Проблема особенности плотной застройки находит свое отображение в научно-технической и нормативной литературе [1, 4, 5, 6].

**Выделение не решенных ранее частей общей проблемы.** К настоящему времени научными, проектными и строительными организациями Украины, Европы и США уже накоплен большой опыт успешной реализации даже самых сложных проектов строительства и реконструкции в сложных условиях городской застройки.

Созданы новые прогрессивные конструктивные и технологические решения по возведению объектов, в том числе для защиты окружающей застройки, разработаны методы расчета и численного моделирования поведения возводимого объекта и находящихся в зоне его влияния существующих объектов, методы и средства мониторинга. Главный акцент при разработке проектно-технологической документации по возведению зданий и сооружений в условиях пространства крупных городов приходится сегодня на поиск путей наиболее рационального применения тех методов и средств их строительства, которые наработаны, а также разработку новых.

В данное время ощущается недостаток исследований, связанных с разработкой организационно-технологических решений возведения зданий в стесненных условиях плотной городской застройки. Большинство из существующих организационно-технологических решений касаются лишь общих принципов строительства объектов в таких условиях. Освещение практического опыта на конкретных объектах может дать основу для усовершенствования существующих и разработки новых, более эффективных и экономически целесообразных технологических решений возведения зданий и сооружений.

**Постановка задачи.** В связи с этим интерес представляет поиск и применение нестандартных подходов при разработке новых организационно-технологических решений или их корректировке уже в процессе возведения здания. При этом принимаемые решения должны в первую очередь обеспечить безопасные условия труда, быть экономически обоснованы, базироваться на результатах предварительного комплексного обследования и технической диагностики строительных конструкций. Это очень важно при принятии срочных технологических решений в процессе возведения отдельных конструкций зданий, оценке возможности использования грузоподъемных механизмов и иных средств механизации, которые опираются или соприкасаются с существующими конструкциями, выборе последовательности монтажных работ. Принятые организационно-технологические решения подлежат тщательной проверке и обязательному отражению в специально разработанной и утвержденной в установленном порядке проектной документации [4, 6].

**Основной материал и результаты.** Исходя из вышесказанного, целесообразно рассмотреть пример формирования проектных организационно-технологических решений монтажа металлических конструкций здания автоцентра в городе Киеве [7]. Здание в плане имеет близкую к квадрату форму. По высоте оно одноэтажное и поделено на функциональные блоки с разной высотой этажа: от 6,0 до 13,0 м. Конструктивная схема подземной части здания (паркинг) – каркас из монолитного железобетона, а в надземной части – каркас из сварных металлоконструкций. Фундамент – монолитная плита. Площадь застройки составляет 5208 м<sup>2</sup>, площадь участка под строительство – 6150 м<sup>2</sup>. Как видно из иллюстрации, рис. 1, здание почти полностью заполняет выделенный под строительство земельный участок.



**Рисунок 1 – Вид строительной площадки на стадии выполнения работ по возведению подземной части**

Возведение здания выполняется в условиях особой стесненности, поэтому доставка и разгрузка строительных конструкций и материалов выполняется с прилегающей части проезда. Небольшие приобъектные участки служат для укрупнительной сборки металлических конструкций. Размещение ограничено мобильных и немобильных грузоподъемных механизмов на территории строительной площадки невозможно из-за наличия инженерных коммуникаций и сооружений.

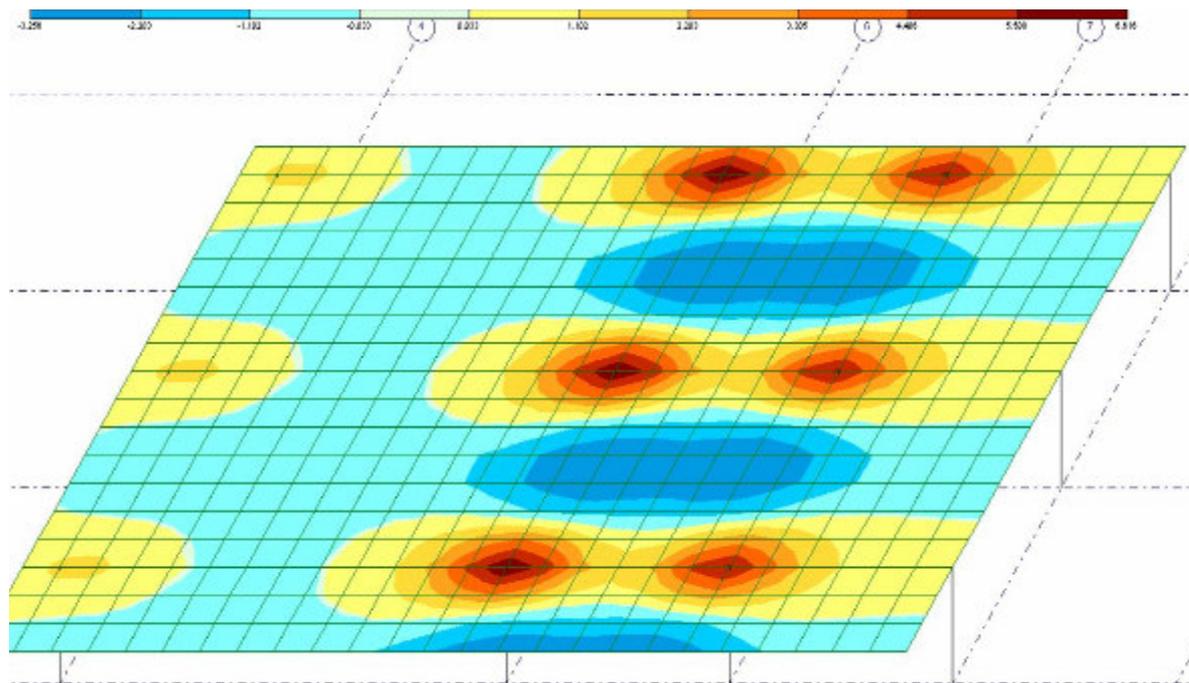
Работы по возведению железобетонного монолитного каркаса подземной части и металлического каркаса надземной части здания выполнялись двумя разными субподрядными организациями без конкретной увязки организационно-технологических решений.

При возведении подземной части использовались, в основном, средства малой механизации – легкие краны на автомобильном шасси. Для выполнения монтажных работ по возведению надземной части здания необходимо было использовать краны большой грузоподъемности с вылетом стрелы около 50 м. Установка таких кранов была невозможна из-за указанных выше факторов особой стесненности.

Исходя из этого, авторами данной статьи были предложены организационно-технологические решения, которые позволили бы использовать существующие конструкции стен и перекрытий для размещения грузоподъемных кранов и

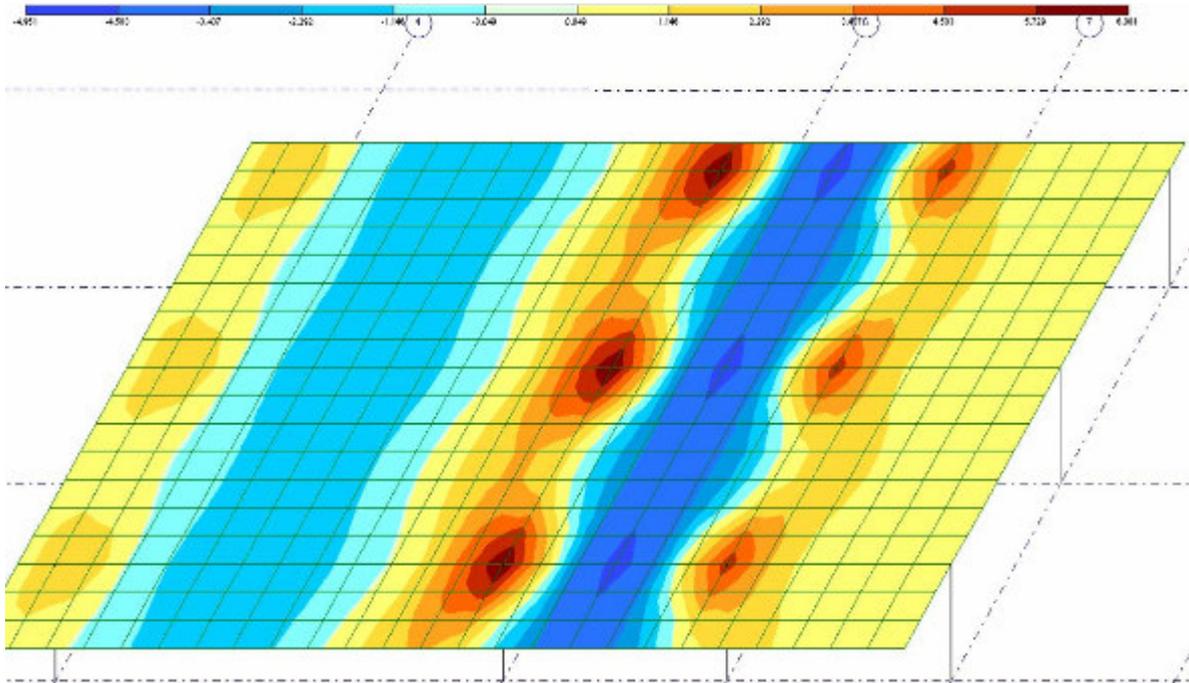
складирования металлоконструкций, подлежащих монтажу. Предложенные решения могли бы обеспечить монтаж строительных конструкций в условиях повышенной стесненности. Для этого был осуществлен анализ архитектурно-планировочных и конструктивных решений, выполнены комплексное обследование и техническая диагностика несущих конструкций подземной части здания. Были собраны исходные данные для выполнения поверочного расчета несущей способности всех железобетонных конструкций подземной части. В качестве временной нагрузки приняты данные о массе крана и строительных конструкций, подлежащих монтажу. Моделирование и поверочные расчеты выполнялись при помощи компьютерных программ в ПК «Лира 9.0» с проверкой результатов в ПК «SCAD Office».

**Результаты расчетов** показали, что прохождение крана по перекрытию невозможно, т.к. возникающие усилия моментов  $M_x$ ,  $M_y$  в плите велики. Изополя напряжений представлены на рис. 2, 3. Поверочный расчет показал, что армирование конструкции плиты недостаточно, следовательно, несущая способность при условии размещения крана – не обеспечивается. Однако возможность складирования конструкций и площадки для укрупнительной сборки на перекрытии существует. Несущая способность монолитных железобетонных колонн 500×500 мм обеспечена (см. рис. 4). Таким образом, было принято решение нагрузку от грузоподъемных кранов и монтируемых металлических элементов передать на колонны.

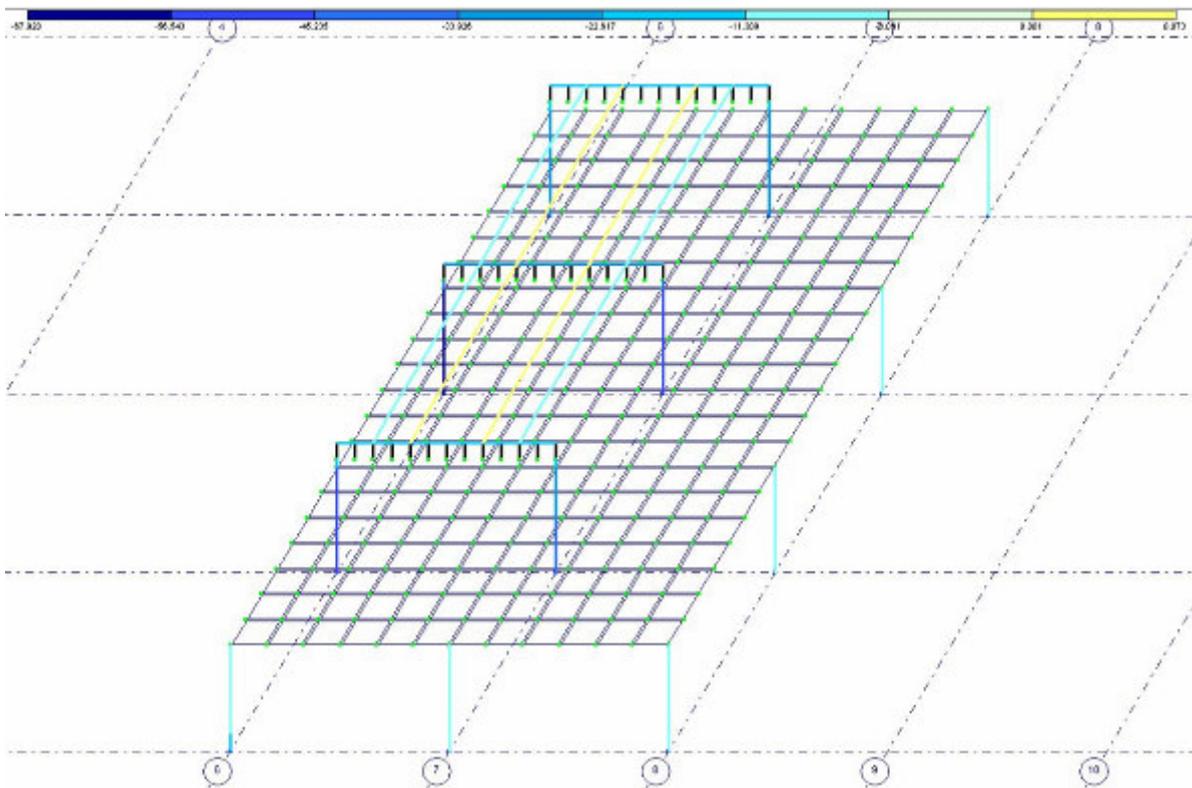


**Рисунок 2 – Изополя напряжений по  $M_y$   
( $M_y \max = 80,4$  кНм,  $M_y \min = 33,4$  кНм)**

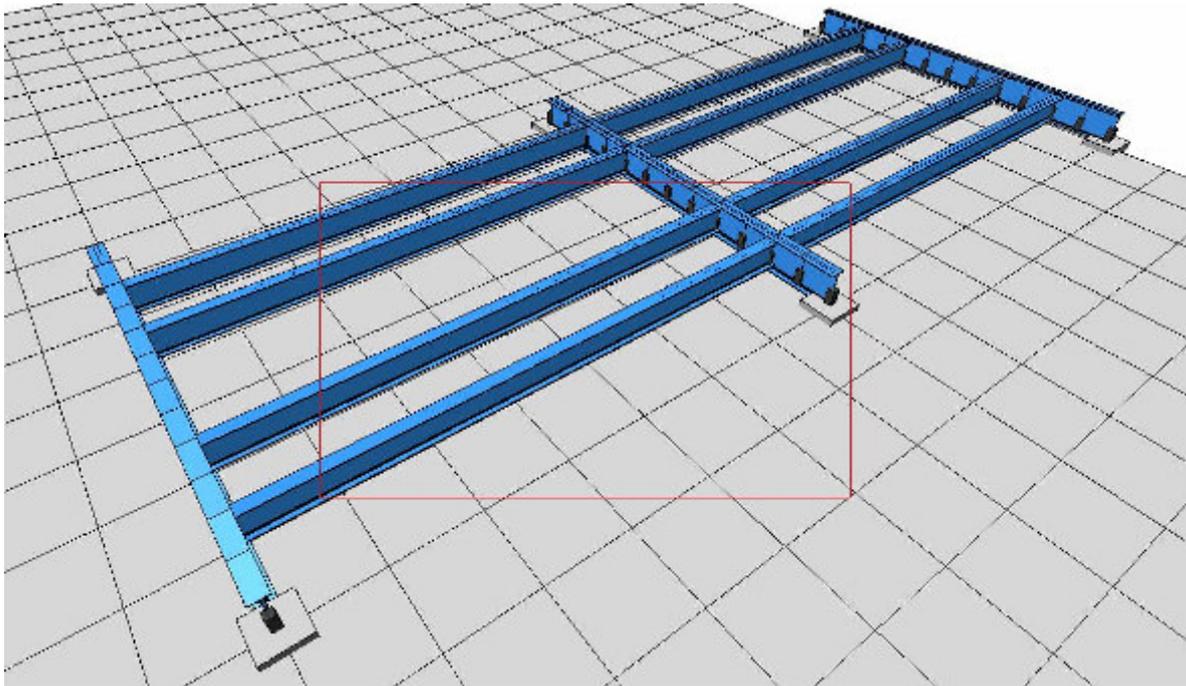
Приведенные на рис. 2, 3 изополя, а также эпюра рис. 4 подтверждают и обосновывают правильность и надежность выбора принятого варианта организационно-технологического решения возведения здания.



**Рисунок 3 – Изополя напряжений по  $M_x$   
( $M_x \max = 72,6$  кНм,  $M_x \min = 48,1$  кНм)**



**Рисунок 4 – Эпюра продольных сил  $N$  в колоннах  
( $N \max = 680$  кН,  $N \min = 130$  кН)**

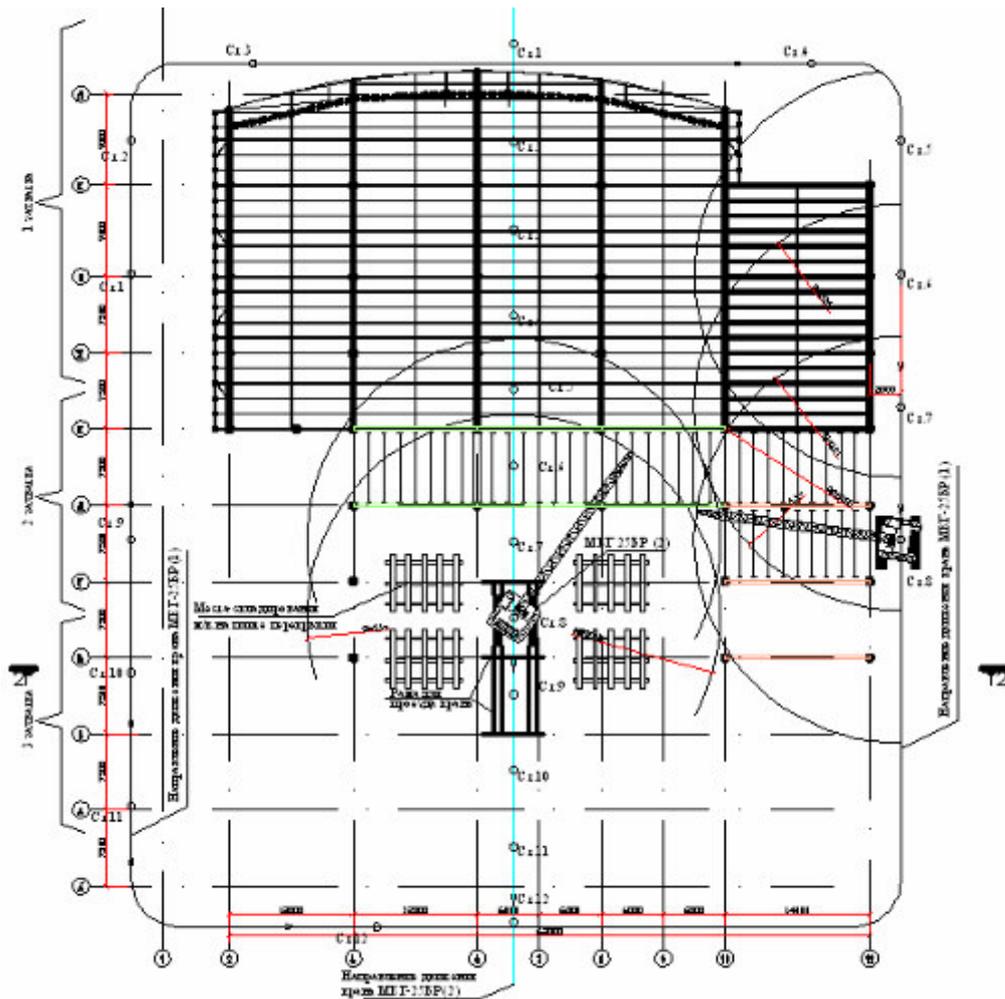


**Рисунок 5 – Приспособление в виде металлической опорной рамы для передвижения крана по перекрытию**

Для распределения и передачи нагрузки на колонны было разработано приспособление в виде металлической рамы, рис. 5. Её опорные элементы расположены в местах размещения колонн и временно закреплены анкерными болтами для будущих колонн. Между нижним поясом рамы и перекрытием предусматривался зазор величиной 50 мм для исключения в случае прогиба главной балки передачи нагрузки «кран – рама» на плиту перекрытия [4, 5]. Таким образом, разработанное приспособление позволило передвигаться по нему крану и осуществлять монтаж конструкций, используя «пятно» застройки здания.

С учетом принятого решения технологический процесс предусматривал подачу строительных конструкций в зону монтажа краном, который передвигается за пределами здания. Монтаж металлоконструкций надземной части здания велся установленным на опорном приспособлении краном сразу на всю высоту здания, в пределах захватки, рис. 6. После завершения работ на захватке приспособление (рама) было демонтировано.

**Выводы.** Рассмотренный пример свидетельствует о том, что при разработке и принятии организационно-технологических решений в условиях особой стесненности приходится принимать нестандартные решения. Принятие таких решений основывается на тщательной оценке архитектурно-планировочных и конструктивных решений, разработке нескольких вариантов организационно-технологических решений, проверке их расчетом и применении наиболее экономически эффективного варианта. Указанные решения должны обеспечить надежное и безопасное выполнение строительных работ, а также исключение негативного влияния на несущую способность и дальнейшую эксплуатацию строительных конструкций зданий. Только системный анализ и четкое видение всего процесса возведения здания на всех этапах строительства позволит выполнять его эффективными и безопасными методами.



**Рисунок 6 – Схема производства работ по возведению надземной части здания с использованием опорного приспособления (рамы)**

#### Литература

1. ДБН А.3.1-5-2009. *Організація будівельного виробництва*. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с.
2. Соловей Д. А. Особенности монтажа металлических конструкций каркаса здания в стесненных условиях / Д. А. Соловей, А. П. Броневицкий // *Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник*. Вип. 55. – К.: Міносвіти України, КНУБА, 2015. – С. 386 – 392.
3. *Особенности зведения будівлі в умовах ущільненої забудови* / В. В. Савйовський, Д. А. Соловей, А. В. Савйовський, А. П. Броневицкий // *Будівельне виробництво: наук.-техн. журнал*. Вип. 57. – К.: НДІБВ, 2014. – С. 13 – 16.
4. Савйовский В. В. *Техническая диагностика строительных конструкций зданий* / В. В. Савйовский. – Х.: Форт, 2008. – 560 с.
5. Савйовский В. В. *Ремонт и реконструкция гражданских зданий* / В. В. Савйовский, О. Н. Болотских. – Х.: Ватерпас, 1999. – 288 с.
6. ДБН В.1.2-12-2008. *Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки*. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 36 с.
7. *Проект производства работ (ППР) «Строительство автоцентра «Lexus» в г. Киев, выполненный ОАО «Укстальконструкция»*. – К., 2007.

© Соловей Д.А., Броневицкий А.П.  
Надійшла до редакції 03.09.2015