

УДК 69.057.44.2

Роберт Яковлевич Зельцер

Кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры организации и управления строительством

Сергей Андреевич Лучинский

Аспирант кафедры организации и управления строительством

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО СОВМЕЩЕННОМУ МОНТАЖУ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Приведена информация о разработках поточной организации совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования на примере строительства комплекса объектов на территории электродепо "Харьковское" (г. Киев). Работы по монтажу строительных конструкций и технологического оборудования выполняются тремя специализированными потоками. Определена общая продолжительность специализированного потока.

Ключевые слова: *монтажные работы, частные потоки, совмещённый монтаж, монтажный процесс, интенсивность потока*

Наведено інформацію про розробки потокової організації суміщеного монтажу будівельних конструкцій і технологічного обладнання на прикладі будівництва комплексу об'єктів на території електродепо "Харківське" (м. Київ). Роботи з монтажу будівельних конструкцій і технологічного устаткування виконуються трьома спеціалізованими потоками. Визначено загальну тривалість спеціалізованого потоку.

Ключові слова: *монтажні роботи, приватні потоки, суміщений монтаж, монтажний процес, інтенсивність потоку*

The article presents information on the developments of the author of the mainstreaming of the combined installation of building structures and technological equipment for example the construction of complex objects on the territory of depots "Kharkiv " (Kiev). Installation work of building structures and technological equipment , there are three specialized streams. Considered the technological structure of specialized streams. Enforcement methods for calculating the intensity of specialized flow value of the average operating budget performance cranes and specialized intensity flows. Given sequence diagram for installation of structures and equipment supply. Determined by the total duration of specialized stream. Determine the need to reduce material and labor costs , estimated direct costs USD millions and tens of thousands of man - days of labor costs , reduce construction time and timely commissioning. This requires a complex theoretical and practical developments aimed at improving the efficiency of production processes and the use of advanced methods of work, of scientific and technological progress. Combined mounting structures and process equipment provides extension and improvement of production capacity electrodepot "Kharkiv " in shortened , providing transfer of industrial production to a new technological level in no time.

Keywords: *works, private flows, combined installation, assembly process, flow rate*

Постановка проблемы

Организация работ по методу совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования является весьма актуальным при строительстве промышленных

зданий. Этот метод позволяет в 1,5 раза сократить сроки строительства, обеспечивает непрерывность потока строительно-монтажных работ, полную загрузку во времени строительных бригад и монтажных механизмов, а также позволяет сократить трудоемкость работ до 15-17%.

Актуальность производства работ совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования обусловлена не только своими технико-экономическими преимуществами, но и строительно-технологическими аспектами, т.к. в этом случае она обеспечивается сокращение сроков строительства и ввода мощностей в эксплуатацию.

Социальное преимущество применения совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования обусловлено возможностью ускоренного создания новых рабочих мест и совершенствования производственной структуры электродепо при одновременном улучшении санитарно-технических и экологических процессов.

Общая продолжительность возведения объектов промышленных зданий зависит в первую очередь от темпов и сроков монтажа железобетонного каркаса здания, стеновых панелей и технологического оборудования. Поэтому для сокращения продолжительности строительства объектов имеет решающее значение рациональный выбор монтажных кранов, а также их эффективное использование. Эффективное использование монтажных кранов при возведении промышленных зданий, насыщенных технологическим оборудованием, может быть достигнуто путем такой организации работ по сетевому графику, при котором одни и те же краны используются для монтажа строительных конструкций и технологического оборудования.

Цель статьи

Процесс выполнения работ по совмещенному монтажу строительных конструкций и технологического оборудования, наряду с другими своими технико-экономическими преимуществами, обеспечивает сокращение сроков строительства и ввода мощностей в эксплуатацию.

Изложение основного материала

Актуальность проблемы определяется необходимостью снижения материальных и трудовых затрат на монтажные работы, которые исчисляются миллионами гривен прямых затрат и десятками тысяч человеко-дней трудовых затрат, а также необходимостью сокращения сроков строительства и ввода объектов в эксплуатацию. Для этого необходим комплекс теоретических и практических разработок, направленных на повышение эффективности средств производства и технологических процессов, использование передовых методов труда, и применение достижений научно-технического прогресса. Совмещенный монтаж строительных конструкций и

технологического оборудования обеспечивает упрощение и ввод производственных мощностей электродепо в сокращенные сроки, обеспечивает переход промышленного производства на новый научно-технический уровень в кратчайшие сроки.

Метод совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования применяется в различных отраслях промышленного строительства, начиная с тридцатых годов XX века при открытом и закрытом способах возведения промышленных зданий.

Применение метода совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования и его дальнейшее совершенствование на основе поточной организации работ дает возможность сократить продолжительность строительства, быстрее вводить в действие новые мощности, увеличивать эффективность капитальных вложений и снижать в целом стоимость строительно-монтажных работ.

На современном этапе капитальное строительство играет решающее значение в решении экономических и социальных задач. Одним из существенных резервов повышения эффективности капитального строительства является рациональное использование материально-технических ресурсов, повышение качества строительства, а также снижение затрат ручного труда при производстве строительно-монтажных работ.

Монтаж строительных конструкций относится к основным видам строительно-монтажных работ при сооружении жилых и общественных зданий, промышленных и сельскохозяйственных объектов [1; 2].

При возведении многоэтажных зданий основных производственных корпусов развитие специализированных потоков осуществляется по двум технологическим схемам: горизонтальной и вертикальной.

По горизонтальной схеме осуществляются потоки по возведению подземной части здания, а также монтажа строительных конструкций и подачи технологического оборудования. При монтаже надземной части корпуса горизонтальная схема предполагает последовательный монтаж участков одного этажа с переходом к участкам следующего этапа только после окончания работ на нижерасположенных этажах.

По вертикальной схеме развиваются послемонтажные работы: установка в проектное положение оборудования, устройство перекрытий и полов, специальные строительные работы и др. [3].

Вертикальная схема предусматривает поэтажное развитие потоков на участках в пределах каждого цеха или отделения корпуса.

Схема увязки специализированных потоков при возведении корпуса электродепо "Харьковское" представлена на рис. 1.

При увязке всех специализированных потоков соблюдается условие равенства их темпов. Равенство темпов потоков устанавливается путем согласования их интенсивностей с ведущими потоками.

Таковыми ведущими потоками при возведении надземной части здания – является монтаж строительных конструкций и подача технологического оборудования, а при возведении подземной части – устройство фундаментов. Расчетная интенсивность этих потоков определяется по эксплуатационной производительности строительных машин, в данном случае кранов [4; 5].

При одинаковой продолжительности развития смежных потоков на объекте получаем лучшее их совмещение во времени. Это положение иллюстрируется рис. 2, где в качестве примера для наглядности показана увязка трех ритмичных простых отдельных потоков в составе специализированного, из которых ведущим является поток 1, который имеет меньший темп, чем поток 2.

Как видно из рис. 2, а, величина технологического цикла потока составляет:

$$\tau = mk + ck - mck + ck = k(m + 2c - cm), \quad (1)$$

где c – коэффициент кратности ритма потока, темп которого сравнивается с ведущим.

Продолжительность потока:

$$T_i = mk + ck - cmk + ck + mk = k(2m + 2c - cm). \quad (2)$$

Уравнивая темпы простого отдельного потока и потоков 1 и 3, получаем значение $c = 1$.

В этом случае значение технологического цикла выражается формулой $\tau = k(n - 1)$, а продолжительность специализированного потока – общеизвестной формулой.

При уравнированных потоках величина технологического цикла строительного потока уменьшается на величину

$$\Delta\tau = k(m + 2c - cm - n + 1). \quad (3)$$

Из этого следует, что в объектном потоке при равных или приблизительно равных темпах составляющих специализированных потоков при возведении многоэтажных зданий основных производственных корпусов удается сократить сроки начала работ по наладке и испытанию технологического оборудования по отдельным цехам.

Темпы специализированных потоков, как видно из схемы 1, увязываются при возведении подземной части по продолжительности развития потока по устройству фундаментов, а надземной – монтажа строительных конструкций и подачи оборудования.

Как видно из рис. 1, срок возведения корпуса состоит из суммы величин технологических циклов специализированных потоков, сближений между ними на первом участке и продолжительности заключительного потока (T_{np}), которая является равной продолжительности ведущего потока по монтажу строительных конструкций и подачи оборудования (tI).

Продолжительность возведения корпуса определяется по формуле:

$$T_o = T_o' + T_{np} = \sum_I \tau + \sum O + T_{np}. \quad (4)$$

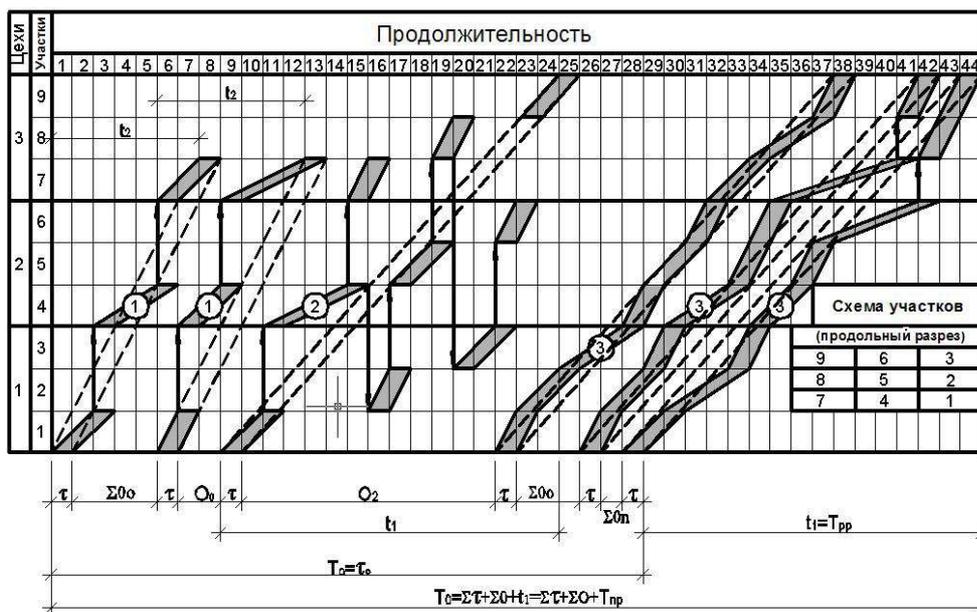


Рис. 1. Схема увязки специализированных потоков: 1 – возведения подземной части; 2 – совмещенный монтаж конструкций и оборудования; 3 – послемонтажные работы

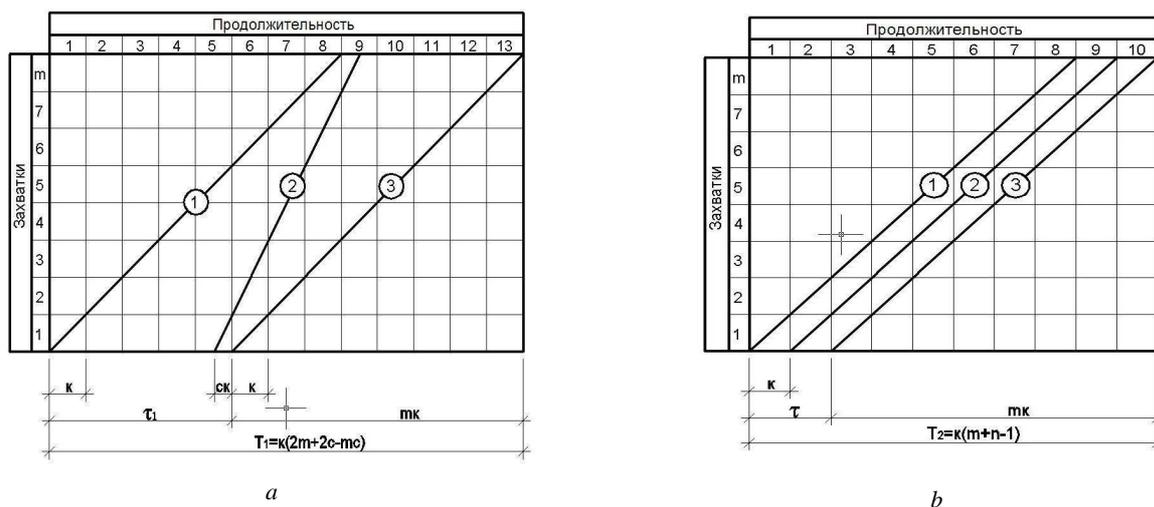


Рис. 2. Схема потоков: а – с разными темпами; б – уравновешенных

В этом выражении T_o^I - величина периода развертывания объектного потока или его технологического цикла.

Темпы ведущего по возведению подземной части корпуса обычно выше темпов ведущего специализированного потока по монтажу строительных конструкций и подачи оборудования, так как трудоемкость работ первой группы потоков гораздо ниже, чем во второй.

Как следует из приведенных данных, каждый специализированный поток включает простые отдельные потоки по подаче кранами на проектную отметку монтажных элементов - строительных конструкций, оборудования и узлов технологических трубопроводов.

Ниже рассмотрим более подробно один из вариантов по организации совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования.

В данном случае рассматриваются смежные потоки: по монтажу строительных конструкций и монтажу строительного оборудования. В качестве участков принимаются границы цехов электродепо «Харьковское» в пределах одного этажа. Условно принимается, что здание – двухэтажное, в составе которого есть три цеха. Учитывая, что в рассматриваемых специализированных потоках содержатся простые отдельные потоки, в которых заняты краны, вертикальная схема монтажа (по цехам) не может быть принята, исходя из условий правил техники безопасности. При такой схеме при установке конструкций или оборудования на верхнем этаже – на нижнем должны осуществляться простые отдельные потоки по сварке конструкций, замоноличиванию стыков и др., что нарушает правила техники безопасности. Исходя из этого, вертикальная схема развития специализированных

потоков (с участием кранов) не приемлема и не рассматривается.

Принимаем обозначения: t_1^I – продолжительность на участке простого отдельного потока по подаче оборудования и $t_{орг}^I$ – организационные перерывы в специализированном потоке по монтажу технологического оборудования; t_1^{II} – продолжительность на участке простого отдельного потока по установке строительных и технологических конструкций и $t_{орг}^{II}$ – организационные перерывы в специализированном потоке по монтажу строительных конструкций.

В смежных специализированных потоках (рис. 3) заняты специальные комплекты кранов. В потоке по монтажу технологического оборудования краны осуществляют установку оборудования и после завершения работ в этом потоке в пределах участка, а в потоке по монтажу строительных конструкций вторым комплектом кранов устанавливаются там же строительные конструкции. Схема монтажа поэтапная.

Общий срок монтажа строительных конструкций и технологического оборудования в этом случае составит:

$$T_{OI} = \sum \tau + O + \sum_1^M t_1^{II} + \sum t_{орг}^{II}$$

где M – количество участков; $\sum \tau$ – сумма технологических циклов специализированных потоков; O – сближение между специализированными потоками на первом участке.

Особенностью этого варианта является наличие значительных организационных перерывов в работе кранов и рабочих монтажников как в первом, так и во втором специализированных потоках.

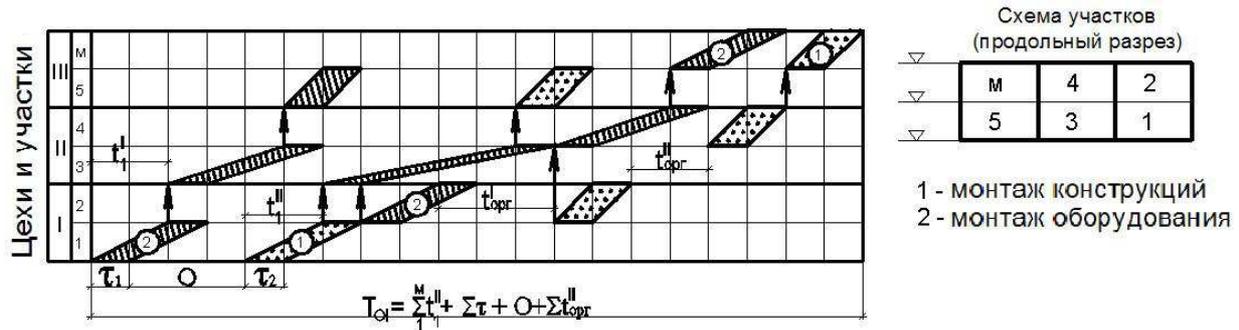


Рис. 3. Схема увязки монтажа конструкций и оборудования, когда потоки обслуживаются двумя комплектами кранов

Как видно из рис. 3, эти перерывы возникают из-за необходимости соблюдения правил техники безопасности, то есть невозможности одновременной работы различных кранов в пределах одного цеха и разных этажах. Величина организационных перерывов в развитии специализированных потоков $t_{орг}^I$ и $t_{орг}^{II}$ зависит от степени неравномерности распределения объемов работ по участкам и составляет по каждому потоку до 25 % общей продолжительности.

Назначение технологического перерыва вызывается необходимостью размещения при монтаже в пределах участка транспортных средств, монтажных приспособлений, отдельных видов оборудования, подготовленных к установке и др.

Величина сближения в начале следующего потока после монтажа конструкций представляет собой период времени, необходимый для завершения работ в специализированном потоке по монтажу конструкций и подачи оборудования (продолжительности работы кранов) в пределах первого цеха.

Применение двух комплектов кранов наряду с возможным сокращением сроков работ нарушает основной принцип поточности – непрерывность производства.

Выводы

Как следует из приведенных данных, установленные в статье принципы и закономерности поточной организации совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования, особенности увязки строительных и монтажных работ и способы расчета продолжительности строительства основных производственных корпусов сводятся в основном к следующему.

Потоковый совмещенный монтаж строительных конструкций и технологического оборудования целесообразно осуществлять двумя специализированными потоками:

а) монтаж строительных конструкций и подача оборудования, в котором сочетаются процессы по монтажу строительных конструкций и подачи оборудования;

б) монтаж технологического оборудования.

Ведущим и определяющим специализированным потоком является поток по монтажу строительных конструкций и подачи оборудования. В этом потоке ведущий простой отдельный поток с подачи оборудования и установке конструкций, в котором принимают участие краны, имеет в пределах каждого участка возвратно-поступательное развитие, а другие потоки – поступательное.

Список литературы

1. Спиридонов Е.С. *Технологія залізничного будівництва* [Текст] // Е.С. Спиридонов, А.М. Прізмазов, А.Ф. Аккуратов, Т.В. Шепітько. – М. – 2002. – С.450-512.
2. Литвинова О.О. *Технологія будівельного виробництва* [Текст] / О.О. Литвинова, Ю.І. Беякова. – К.: Головне вид-во, 1984. – 479 с.
3. Черненко В.К. *Технологія будівельного виробництва* [Текст]/ В.К. Черненко В.К., М.Г. Ярмоленко. – К., 2002. – 430 с.
4. Лівінського О.М. *Технологія будівельного виробництва. Книга 3. Монтажні та механо-монтажні роботи.* / О.М. Лівінського. – К.: МП “Леся”, 2012. – 412 с.

5. Лівінського О.М. Монтажні та механо-монтажні роботи / О.М. Лівінського. – К.: МП“Леся”, 2011. – 400 с.
6. Фоков Р.И. Проектирование возведения корпусов-заводов. – Харьков, 1966. – 130 с.
7. Фоков Р.И. Выбор оптимальной организации и технологии возведения зданий. – К., 1969. – 192 с.
8. Ушацький С.А. Організація будівництва / С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер: Підручник. – К., 2007. – 521 с.
9. Пицаленко Ю.А. Технология возведения зданий и сооружений: Підручник. – К., 1982. – 192 с.
10. Дудар І.Н. Технологія зведення будівель і споруд./ Навч. посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 111 с.
11. Атаев С.С. Технология и механизация строительного производства.– М., 1983. – 679 с.

References

1. Spiridonov E.S., Prizmazonov A.M., Akkuratov A.F., Shepitko T.V.(2002). *Tehnologiya zaliznichnogo budivnitstva, Moscow, 450-512.*
2. Litvinov O.O., Belyakov Y.I., (1984). *Tehnologiya budivelnogo virobnitstva, Kiev, the cerebral form of, 479.*
3. Chernenko V.K., Yarmolenko M.G.(2002). *Tehnologiya budivelnogo virobnitstva, Kiev, 290-315s*
4. Livinskogo O.M.(2012). *Tehnologiya budivelnogo virobnitstva, Kiev, 150-280*
5. Livinskogo O.M.(2011). *Montazhni that mechano- montazhni Robot, Kiev, 400*
6. Fokov R.I.(1966) *Design and construction of buildings , factories, Kharkiv, 130 s*
7. Fokov R.I.(1969) *Choosing opimalnoy organization and technology of construction of buildings, Kiev, 192s*
8. Ushatsky S.A., Sheiko Y.P., Triger G.M.,(2007). *Organizatsiya budivnitstva, Kiev, 521 s*
9. Pischalenko Y.A.(1982). *Technology of construction of buildings and structures, Pidruchnik - Kiev , 192*
10. Dudar I.N.(2005) *Tehnologiya Institution of buildings i sporud. Navch. posibnik. – Vinnitsa,VNTU, 111*
11. Atayev S.S.(1983). *Technology and mechanization of construction production, Moscow , 679.*

Статья поступила в редколлегию 24.01.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.М. Ливинский, Украинская академия наук, первый вице-президент, Киев.