

УДК 69.057.44.2

к.е.н. проф. Зельцер Р.Я.,
д.т.н. проф. Ливинський О.М., Лучинский С.А.,
Київський національний університет будівництва та архітектури

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРОДЕПО “ХАРЬКОВСКОЕ”

Приведена информация о технологическом процессе совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования при строительстве электродепо “Харьковское” в г. Киеве. Приведены методы расчета параллельных потоков, интенсивности и продолжительности работ по разведению производительных корпусов, а также срок возведения корпусов.

Ключевые слова: совмещенный монтаж, специализированные потоки, частные потоки, монтажный процесс, интенсивность потока, параллельные потоки, монтажные краны, производительность кранов.

Актуальность темы: исследования направлены на создание технологии и организацию работ по совмещенному монтажу строительных конструкций, и технологического оборудования при возведении производственных корпусов электродепо “Харьковское”.

Цель и задачи исследования: эффективность данного метода заключается в том, что при его применении сроки монтажа были сокращены в 1,5 раза, получил экономический эффект за счёт сокращения продолжительности кранов и работы бригад.

Материал исследования: особенностью технологии возведения многоэтажных зданий основных производственных корпусов электродепо “Харьковское”, является необходимость одновременного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования и подчинение всех видов работ условиям монтажа этого оборудования.

Совмещенный монтаж может быть осуществлен путем организации трех специализированных потоков: монтаж строительных конструкций, монтаж технологического оборудования и монтаж технологических трубопроводов, содержащих в себе частные потоки по установке конструкций кранами, подаче оборудования и трубопроводов, и группу частных потоков по доводке установленных элементов в проектное положение.

Для увязки строительных и специальных работ с монтажом оборудования здания основных производственных корпусов разбиваются на участки, границами которых служат цехи или отделения в пределах одного этажа. Это обусловлено тем, что весь комплекс работ по возведению зданий подчиняется

требованиям монтажа, наладки и опробования по цехам технологического оборудования.

При увязке работ по монтажу строительных конструкций и технологического оборудования рассматривается четыре случая (рис. 1):

1. В потоках по монтажу конструкций и монтажу технологического оборудования заняты самостоятельные комплекты кранов (рис. 1а).

В этом варианте наряду с возможным сокращением общих сроков монтажа нарушается основной принцип поточности – непрерывность производства. Организационные перерывы в работе кранов и рабочих монтажников, достигающие значительной величины, возникают из-за необходимости соблюдения правил техники безопасности в условиях многоэтажной конструктивной схемы зданий.

2. Специализированные потоки по монтажу конструкций и технологического оборудования обслуживаются одним комплектом кранов (рис. 1б), которым поочередно выполняются работы в пределах каждого участка по установке элементов оборудования и строительных конструкций.

Как и в первом случае, в этом варианте также возникают организационные перерывы в работе кранов и монтажников. Кроме того, общие сроки монтажа удлиняются по сравнению с первым вариантом. Особенно велики перерывы в работе монтажников (до 55% общей продолжительности).

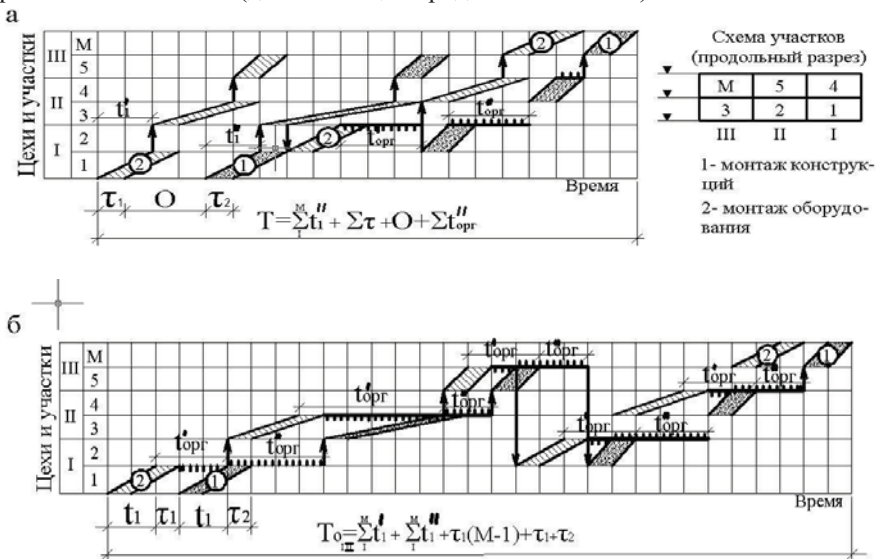


Рис. 1 - Схема увязки монтажа конструкций и оборудования

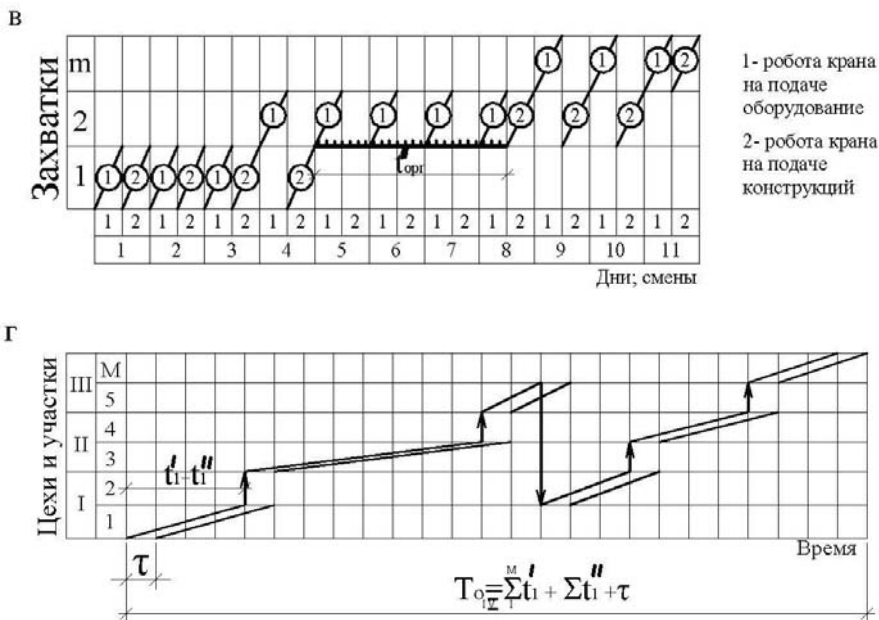


Рис. 2. Схема увязки монтажа конструкций и оборудования:

а- потоки обслуживаются двумя комплектами кранов;

б- потоки обслуживаются одним комплектом кранов;

в- работы осуществляются в разные смены;

г- совмещённый монтаж конструкций и оборудования одним комплектом кранов.

3. При применении одного комплекта кранов в смежных потоках можно организовать работу таким образом, чтобы они в одну смену были заняты на монтаже оборудования, а в следующую – на монтаже конструкций. Однако и в этом случае, как видно из рис. 1в, неизбежны перерывы в работе кранов. Эти перерывы возникают вследствие невозможности разбивки фронта работ на захватки, которые характеризовались бы равномерным или пропорциональным распределением работ по монтажу оборудования и строительных конструкций.

4. Для того, чтобы обеспечить непрерывное развитие процессов монтажа, предлагается произвести перераспределение частных потоков, содержащихся в составе специализированных.

В этом случае частные потоки по подаче оборудования и узлов технологических трубопроводов исключаются из соответствующих специализированных и совмещаются в одном частном потоке по установке строительных конструкций. В специализированных потоках по монтажу технологического оборудования и трубопроводов без участия кранов

осуществляется доводка в проектное положение установленного ранее оборудования и трубопроводов.

Технологическая структура специализированных потоков в рекомендованном варианте приведена в табл. 1.

Продолжительность ведущего потока по подаче оборудования и монтажу строительных конструкций составляет (рис. 1г):

$$T = \sum_I^M t'_{,1} + \sum_I^M t''_{,1} + \tau \quad (1)$$

где t_1' – продолжительность подачи оборудования в пределах участков;

t_1 – продолжительность установки конструкций в пределах участков;

М – число участков;

τ – продолжительность технологического цикла потока.

Циклограмма этого специализированного потока, состоящего из частных, из которых поток по подаче оборудования и установке конструкций (в котором заняты краны) имеет возвратно-поступательное, а остальные поступательное развитие, показана на рис. 2.

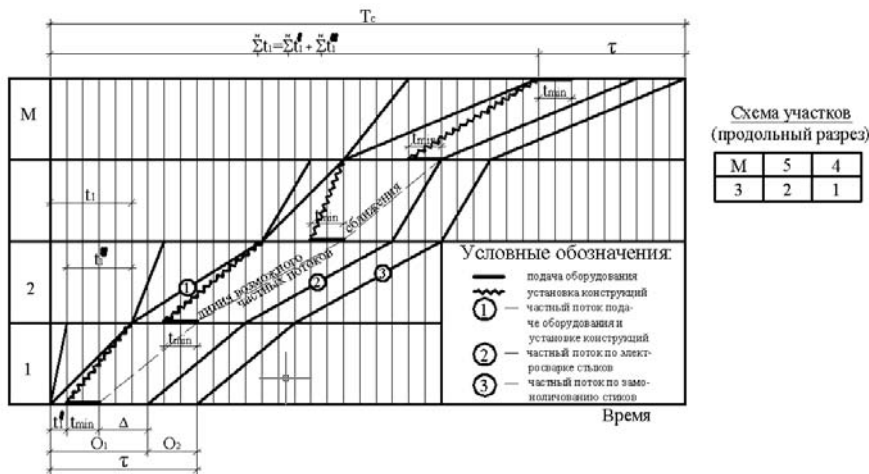


Рис. 3. Циклограмма совмещенного монтажа

В работе предложен способ расчета поточного совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования.

В ведущем специализированном потоке определение величины максимального сближения между неритмичными частными потоками по монтажу конструкций и подаче оборудования и сварке стыков, из которых

первый имеет возвратно-поступательный характер развития, производится по формуле (рис. 2):

$$O_1 \geq \sum_i^M t'_1 + \sum_i^{M-1} t''_1 + t_{min} - \sum_i^{M-1} t_2 \quad (2)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность накопления фронта работ для потока по сварке стыков;

t_2 – продолжительность частного потока по сварке стыков на одном участке.

Таблица 1

Технологическая структура потоков

Наименование		Основное монтажное оборудование	Специальность рабочих	Последовательность				
Специализированные потоки	Частные потоки			1	2	3	4	5
1. Монтаж строительных конструкций и подача оборудования	1. Подача оборудования, установка строительных конструкций	Козловые краны грузоподъемностью 18 т и башенные грузоподъемностью 5 т Пневмоколесные краны	Монтажники конструкций	+				
	2. Сварка закладных деталей и стыков	Сварочное оборудование	Сварщики		+			
	3. Замоноличивание стыков	Легкие передвижные краны, компрессоры	Бетонщики			+		
2. Монтаж технологического оборудования	1. Установка и выверка	Лебедки, домкраты, тали и пр.	Слесари-монтажники	+				
	2. Крепление	»	»		+			
	3. Монтаж деталей	»	»			+		
	4. Электросварка	Электросварочное оборудование	Сварщики				+	
	5. Опробование	—	Слесари-монтажники					+

3. Монтаж технологических трубопроводов	1. Установка в проектное положение	Лебедки, тали, домкраты и пр. электросварочное и газорезальное оборудование	Слесари-трубопроводчики	+				
	2. Устройство постоянных опор	То же	»		+			
	3. Гидроиспытание	»	»			+		

Расчетная интенсивность специализированного потока по подаче оборудования и монтажу строительных конструкций соответствует суточной эксплуатационной производительности кранов, занятых на монтаже:

$$I_{\text{расч}} = \text{АП}_1 + \text{АП}_2 + \dots, \quad (3)$$

где $\text{П}_1, \text{П}_2$ – средняя сменная эксплуатационная производительность кранов на установке конструкций или подаче оборудования $\text{м}^3/\text{смену}$ или $\text{т}/\text{смену}$;

A – число смен в сутки.

Продолжительность ведущего частного потока (работы комплекта кранов) определяется из выражения:

$$t_1 = \frac{P_1}{I_1} + \frac{P_2}{I_2} \quad (4)$$

где P_1 и P_2 – объемы работ по установке конструкций и подаче оборудования на всех участках в соответствующих измерителях;

I_1 и I_2 – соответствующая интенсивность потока $\text{м}^3/\text{сутки}$ или $\text{т}/\text{сутки}$.

При совмещенном поточном монтаже строительных конструкций и технологического оборудования создаются наиболее благоприятные условия для использования кранов. В этом случае краны используются непрерывно и одинаковое время на объекте, что создает условия для максимального совмещения всех процессов возведения здания и одновременного демонтажа и перебазирования всех монтажных кранов на следующий объект.

При совмещенном монтаже наиболее эффективно используются краны в том случае, когда каждому из них назначается такая загрузка (число устанавливаемого оборудования и монтируемых конструкций), при которой они работают в пределах участка одинаковое время.

В зависимости от производительности кранов и общих объемов работ, выраженных количеством подъемов на монтаже конструкций или подаче оборудования, загрузка каждого крана в составе комплекта выражается зависимостью:

$$P_i = \frac{P \cdot \text{П}_i}{\sum_i^n \text{П}} \quad (5)$$

где P_i – нагрузка любого крана в комплекте, выраженная числом монтируемых элементов оборудования или строительных конструкций, шт.;

P – общее количество монтируемого оборудования или конструкций, шт.;

Π_i – производительность любого крана на подаче оборудования или установке конструкций, выраженная числом циклов в смену;

$\sum_i^n \Pi$ – суммарная производительность комплекта кранов.

Группа специализированных потоков по возведению подземной части корпуса, а также поток по монтажу строительных конструкций и подаче оборудования развивается по горизонтальной схеме, остальные – по вертикальной в пределах цехов и отделений.

Такой порядок развития потоков в пространстве сокращает сроки начала работ по наладке технологического оборудования.

При возведении подземной части определяющими являются интенсивность и продолжительность потока по возведению фундаментов, при возведении надземной части – потока по монтажу строительных конструкций и подаче оборудования.

С целью уменьшения организационных перерывов между смежными специализированными потоками, интенсивности их согласовываются с ведущими (определяющими) по одинаковой продолжительности развития. В этом случае требуемые интенсивности будут:

$$I_{mp} = \frac{P}{t_1} \quad (6)$$

где P – общий объем работ в потоке;

t_1 – продолжительность частного потока в ведущем специализированном.

Сопоставляя требуемые интенсивности потоков с расчетными, можно организовать параллельные потоки, количество которых составит:

$$B = \frac{I_{mp}}{I_{расч}}$$

Установив характер развития каждого из параллельных потоков и соответствующие объемы работ, определяем принятые интенсивности. Сумма принятых интенсивностей потоков должна равняться требуемой.

При увязке между собой специализированных потоков на каждом участке назначаются минимальные перерывы t_{min} , представляющие собой сумму организационных и технологических перерывов.

Продолжительность поточного возведения основных производственных корпусов типовых заводов можно определить по формуле:

$$T_o = \mu_1 \tau_n + \mu_{12} \sum \tau_n + O_1 + T_{np} \quad (7)$$

где μ_1 и μ_2 – коэффициенты увеличения суммы технологических циклов специализированных потоков (несовмещенных), учитывающие характер их увязки в пространстве и равные:

$$1 + \frac{\sum O}{\sum \tau}$$

Для потоков по возведению подземной части $\mu_1 = 3,5 - 4,5$; для надземной части $\mu_2 = 4 - 4,5$;

$\sum \tau_{п}$ и $\sum \tau_{н}$ – соответственно суммы технологических циклов специализированных потоков;

O_1 – сближение на первом участке между потоком по устройству каналов и оснований под полы и потоком по монтажу строительных конструкций и подаче оборудования;

T_{np} – продолжительность периода выпуска продукции в завершающем специализированном потоке, равная продолжительности частного потока по установке строительных конструкций и подаче оборудования, определяемой по формуле (4).

Срок возведения корпусов заводов любого типа или мощности, а также при любой заданной интенсивности ведущих потоков можно быстро рассчитать, принимая в качестве эталона расчетные показатели и параметры объектного потока при выбранных рациональных краях для совмещенного монтажа конструкций и оборудования с помощью коэффициента C_1 , представляющего собой отношение расчетной интенсивности ведущего специализированного потока к заданной.

Продолжительность поточного строительства корпусов в этом случае будет:

$$T_o = C_1 (T'_o + T_{np}) - (C_1 - 1) (\sum t_T + \sum t'_T), \quad (8)$$

где T'_o – период развертывания объектного потока при рациональном комплекте кранов;

$\sum t_T$ и $\sum t'_T$ – суммарное значение технологических перерывов между частными потоками в составе ведущих специализированных и между специализированными в составе объектного.

Выводы:

1. Предложенные в работе рекомендации по поточной организации совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования, а также по выбору рациональных комплектов кранов, разработанные принципы увязки общестроительных и специальных работ с

монтажными при возведении многоэтажных зданий основных производственных корпусов, дают возможность сократить по сравнению с фактическими данными срок их строительства на 22–30%, снизить стоимость строительно-монтажных работ на 3,5–5%, эффективно использовать краны и обеспечить непрерывную и равномерную загрузку бригад рабочих.

2. В работе установлено, что изменение темпов или интенсивностей потоков (при одинаковых размерах захваток и продолжительности потоков) увеличивает или уменьшает величину организационных разрывов и разрывов, вызванных характером увязки неритмичных потоков. Величина технологических перерывов при этом не изменяется.

Список литературы:

1. Технологія залізничного БУДІВНИЦТВА: Підручник для Вузів / Е.С. Спиридонов, А.М. Призмазонов, А.Ф. Аккуратов, Т.В. Шепитько; Під ред. А.М. Призмазонова, Е.С. Спиридонова - Москва: Желдоріздат 2002 .. - 631 с.
2. Технологія будівельного виробництва / Под ред. О.О. Литвинова, Ю.І. Беякова - Київ: .. Вища школа. Головне вид-во, 1984 -. 479 с.
3. Черненко В.К., Ярмоленко М.Г. та ін Технологія будівельного виробництва Київ: Вища шк. , 2002р. -430с.
4. Технологія будівельного виробництва. Книга 3. Монтажні та механо монтажні роботи. Навчальний посібник / Під ред. О.М. Лівінського.- К.:МП «Лєся», 2012р. -412с.
5. Монтажні та механо-монтажні роботи. Навчальний посібник/ / Під ред. О.М. Лівінського.- К.:МП «Лєся», 2011р. -400с.

Анотація

У статті наведена інформація про технологічний процес суміщеного монтажу будівельних конструкцій і технологічного устаткування при будівництві електродепо "Харківське" в м. Києві. Наведено методи розрахунку паралельних потоків, інтенсивності та тривалості робіт по зведенню виробничих корпусів, а також термін зведення корпусів.

Ключові слова: суміщений монтаж, спеціалізовані потоки, частні потоки, монтажний процес, інтенсивність потоку, паралельні потоки, монтажні крани, продуктивність кранів.

Annotation

The article provides information on the process of the combined installation of structures and process equipment during construction electrodepot "Kharkiv" in Kiev. Methods of calculating the parallel flow, intensity and duration of work on dilution NIJ productive corps, and the term of the construction corps.

Keywords: bathroom installation, specialized streams, cha stnye flows, installation process, the intensity of the flow, parallel flow, mounting cranes, crane productivity.