

12. Рішення Колегії державної служби автомобільних доріг України «Про залучення інвестицій, у тому числі іноземних, для пом'якшення негативних наслідків світової фінансової кризи у дорожній галузі» від 27.11.2008 р. № 56 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/fin42644.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/fin42644.html).

Стаття надійшла 25.03. 2014 р.

УДК 69.057.44.2

С.А. Лучинский

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ  
СОВМЕЩЁННОГО МОНТАЖА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**АНОТАЦІЯ**

*У статті наведена інформація про технологічний процес суміщеного монтажу будівельних конструкцій і технологічного устаткування в будівництві промислових одноповерхових будівель. 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.

**АННОТАЦИЯ**

*В статье приведена информация о технологическом процессе совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования при строительстве промышленных одноэтажных зданий. Приведены методы расчета параллельных потоков, интенсивности и продолжительности работ по возведению производственных корпусов, а также срок возведения корпусов.*

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

**ABSTRACT**

*The article provides information on the process of combined installation of structures and technological equipment in the construction of industrial single-storey buildings. Methods of calculating the parallel streams, intensity and duration*

*of work on the construction of industrial buildings, as well as the construction period buildings.*

**Keywords:** *combined installation, specialized streams, private flows, the mounting process, the intensity of the flow, parallel flow, erecting cranes, crane productivity.*

**Актуальность темы.** Исследования направлены на создание технологии и на 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, экономический эффект получается за счёт сокращения продолжительности работы кранов и бригад.

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 по монтажу технологического оборудования заняты самостоятельные комплекты кранов (рис. 1, а).

В этом варианте, наряду с возможным сокращением общих сроков монтажа, нарушается основной принцип поточности – непрерывность производства. Организационные перерывы в работе кранов и рабочих монтажников, продолжительность которых значительна, 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. 1, б), 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 удлинятся по сравнению с первым вариантом. Наиболее продолжительными бывают перерывы в работе монтажников (до 55% общей продолжительности).

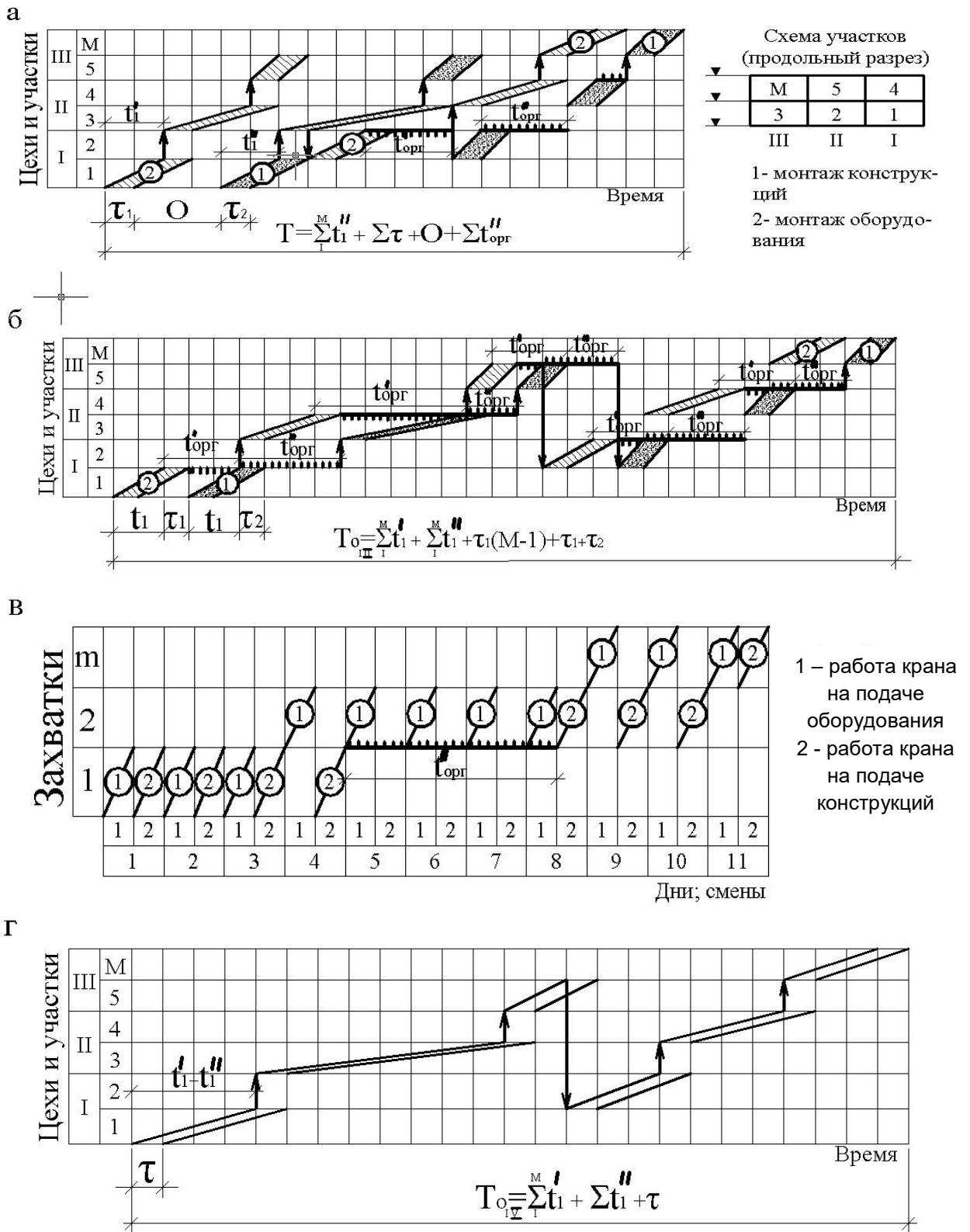


Рис. 1. Схема увязки монтажа конструкций и оборудования:

- 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.

Таблица 1

## Технологическая структура потоков

Наименование		Основное монтажное оборудование	Специальность рабочих	Последовательность					
				1	2	3	4	5	
Специализированные потоки	Частные потоки								
	1. Монтаж строительных конструкций и подача оборудования	1. Подача оборудования, установка строительных конструкций 2. Сварка закладных деталей и стыков 3. Замоноличивание стыков	Козловые краны грузоподъемностью 18 т и башенные грузоподъемностью 5 т Пневмоколесные краны Сварочное оборудование Легкие передвижные краны, компрессоры	Монтажники конструкций Сварщики Бетонщики	+				
	2. Монтаж технологического оборудования	1. Установка и выверка 2. Крепление 3. Монтаж деталей 4. Электросварка 5. Опробование	Лебедки, домкраты, тали и пр. » » Электросварочное оборуд. —	Слесари-монтажники » » Сварщики Слесари-монтажники	+		+		+
3. Монтаж технологических трубопроводов	1. Установка в проектное положение 2. Устройство постоянных опор 3. Гидро-испытание	Лебедки, тали, домкраты и пр. электросварочное и газорезальное оборуд. То же »	Слесари-трубопроводчики » »	+		+		+	

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

$$T = \sum_{i=1}^M t'_1 + \sum_{i=1}^M t''_1 + \tau, \quad (1)$$

где  $t'_1$  – продолжительность подачи оборудования в пределах участков;  $t''_1$  – продолжительность установки конструкций в пределах участков;  $M$  – число участков;  $\tau$  – продолжительность технологического цикла потока.

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

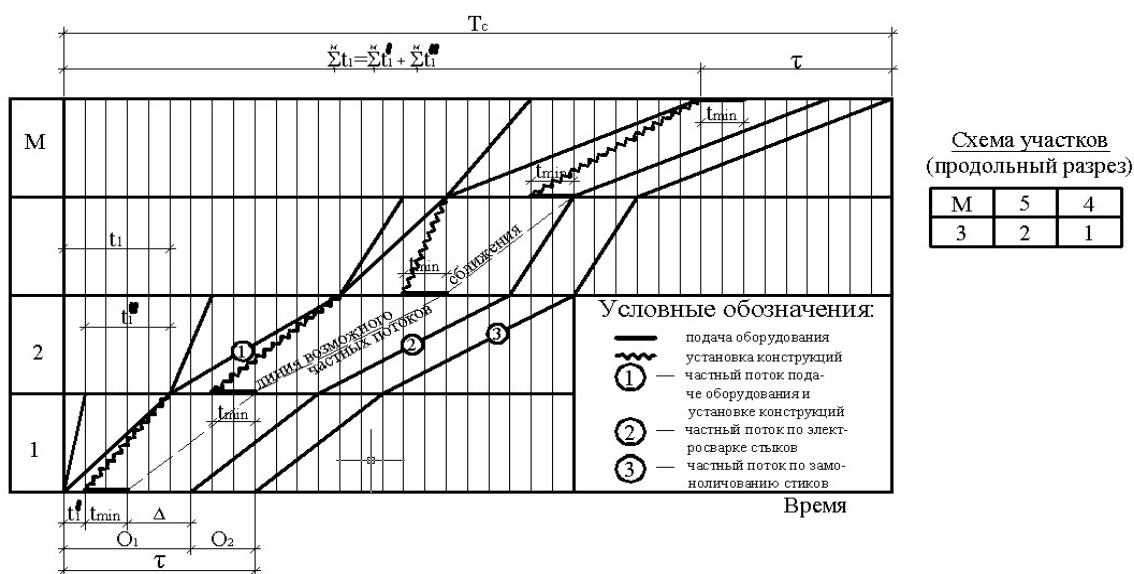


Рис. 2. Циклограмма совмещенного монтажа

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):

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

где  $t_{min}$  – минимальная продолжительность накопления фронта работ для потока по сварке стыков;  $t_2$  – продолжительность частного потока по сварке стыков на одном участке.

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

$$I_{расч} = A\Pi_1 + A\Pi_2 + \dots, \quad (3)$$

где  $\Pi_1, \Pi_2$  – средняя сменная эксплуатационная производительность кранов на установке конструкций или подаче оборудования м<sup>3</sup>/смену или т/смену;  $A$  – число смен в сутки.

Продолжительность ведущего частного потока (работы комплекта кранов) определяется формулой:

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

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 м<sup>3</sup>/сутки или т/сутки.

При совмещенном поточном монтаже строительных конструкций и технологического оборудования создаются наиболее благоприятные условия для использования кранов. В этом случае краны используются непрерывно и в течении одинакового количества времени 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 в течении одинакового времени.

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:

$$P_i = \frac{P \cdot \Pi_i}{\sum_j \Pi_j}, \quad (5)$$

где  $P_i$  – загрузка любого крана в комплекте, выраженная числом монтируемых элементов оборудования или строительных конструкций, шт.;  $P$  – общее количество монтируемого оборудования или конструкций, шт.;  $\Pi_i$  – производительность любого крана на подаче оборудования или установке конструкций, выраженная числом циклов в смену;  $\sum_j \Pi_j$  – 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:

$$I_{\text{тпр}} = \frac{P}{t_1}, \quad (6)$$

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:

$$B = \frac{I_{\text{тпр}}}{I_{\text{расч}}}$$

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  $t_{\text{мин}}$ , представляющие собой сумму организационных и технологических перерывов.

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

$$T_{\text{с}} = \mu_1 \tau_{\text{н}} + \mu_{12} \sum \tau_{\text{н}} + O_1 + T_{\text{пр}},$$

(7)

где  $\mu_1$  и  $\mu_2$  – 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  $\mu_2 = 4 - 4,5$ ;  $\sum \tau_{\text{п}}$  и  $\sum \tau_{\text{н}}$  – 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;  $T_{\text{пр}}$  – 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 кранах 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* / Е.С. Спиридонов [и др.]. – М.: Желдоріздат, 2002. – 631 с.
2. *Технологія будівельного виробництва* / [под ред. О.О. Литвинова, Ю.І. Беякова]. – К.: Вища школа, 1984. – 479 с.
3. *Технологія будівельного виробництва* / В.К. Черненко [та ін.]. – К.: Вища школа, 2002. – 430 с.
4. *Технологія будівельного виробництва. Монтажні та механо монтажні роботи: навч. посіб.* / під ред. О.М. Лівінського. – К.: Леся, 2012. – 412 с.; кн. 3.
5. *Монтажні та механо-монтажні роботи: навч. посіб* / під ред. О.М. Лівінського. – К.: Леся, 2011. – 400 с.

*Стаття надійшла 08.04. 2014 р.*