

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЫБОРА КОМПЛЕКТОВ КРАНОВ ПРИ МОНТАЖЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрены и приведены результаты подбора грузоподъемных механизмов с целью минимизации затрат при производстве работ в сложных условиях действующего производства.

***Ключевые слова:** варианты механизации, минимум приведенных затрат, различные граничные условия производства*

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими заданиями. При проектировании производства работ по возведению высотных производственных зданий в различных граничных условиях действующего производства число возможных вариантов выбора ведущих механизмов для монтажа конструкций обычно невелико. Это обусловлено тем фактором, что в стесненных условиях действующего производства крайне сложно подобрать место стоянки крана (комплекта кранов) и тем самым подбор кранов выполняется под "место" с обеспечением технических требований монтажа. Такая ситуация не позволяет существенно увеличить круг рассматриваемых грузоподъемных механизмов для обеспечения экономически целесообразного их использования при монтаже строительных конструкций. Однако даже в таких жестких граничных условиях выбор комплекта средств механизации крайне важен.

Обзор последних источников исследований и публикаций и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Выбор комплекта машин для выполнения принятого вида работ в рассматриваемом случае осуществляется в два этапа.

На первом этапе предварительно определяются требуемые технические параметры машин, а также производится расчет необходимого их количества. На этом этапе можно отобрать варианты механизации и комплекты машин [2], удовлетворяющие техническим и организационно-технологическим требованиям производственного процесса, условиям и характеру строительства.

На втором этапе определяется оптимальный вариант механизации по критерию "минимум приведенных затрат"

Постановка задачи. Задан объект строительства – высотное производственное здание. Монтаж конструкций здания может производиться одним или несколькими кранами. Известны объемы монтажных работ, количественный состав бригад рабочих и среднечасовая производительность каждого монтажного крана.

Необходимо выбрать комплект кранов, обеспечивающий монтаж конструкций с наименьшими приведенными затратами.

Изложение основного материала исследований. Математическую модель задачи можно составить, написав выражения для расчета приведенных затрат на монтаж конструкций комплектом кранов [1].

Выражение для расчета приведенных затрат по варианту j можно представить в следующем виде

$$Z_j = E_j + 3k_j + 3p_j + 3n_j + O_j + \Delta D_j, \quad (1)$$

где Z_j – приведенные затраты, грн.;

E_j – единовременные затраты по доставке кранов на строй–площадку и созданию условий для их работы, грн.;

Z_{kj} – приведенные затраты по эксплуатации комплекта кранов, грн.;

$Z_{p.j}$ – общий расход заработной платы основных производ–ственных рабочих на монтаж конструкций, грн.;

O_j – изменяющаяся часть общепроизводственных работ на прямые затраты при производстве работ, грн.;

$Z_{н. с.j}$ – приведенные затраты по незавершенному строительству за период монтажа конструкций здания, грн.;

ΔD_j – экономическая оценка трудоемкости работ на основе расчета изменений прибыли (дополнительная прибыль при меньшей трудоемкости работ и потерянная при большей), грн.

Единовременные затраты по варианту j равны сумме единовременных затрат по всем кранам, входящим в комплект:

$$E_j = \sum_{i=1}^n E_i, \quad (2)$$

где E_i – единовременные затраты по i -му крану ($i = 1, 2, \dots, n$).

Приведенные затраты по эксплуатации комплекта кранов (без единовременных затрат по доставке кранов на площадку, их монтажу и демонтажу) могут быть определены по выражению:

$$Z_{kj} = \sum_i^n \sum_{s=1}^m Z_{ki} \frac{Q_j}{n_{is}}, \quad (3)$$

где Z_{ki} – приведенные затраты по эксплуатации i -го крана, грн/ч;

Q_j – трудоемкость монтажных работ по варианту j , чел.-ч;

n_{is} – число рабочих в звене, работающем с i -тым краном при монтаже конструкций s -го вида.

Величина Z_{ki} рассчитывается по следующей формуле

$$Z_{ki} = \frac{\Phi(a_i + E_n)}{T_{gi}} + C_{mi}, \quad (4)$$

где Φ – балансовая или инвентарно–расчетная стоимость i -го крана, грн.;

a_i – норматив амортизационных отчислений по крану i в долях единицы;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

T_{gi} – расчетное число часов работы в году i -го крана;

C_{mi} – текущие эксплуатационные затраты по крану i , грн/ч.

Общий расход заработной платы основных производственных рабочих на монтаж конструкций по варианту j подсчитывается по формуле

$$Z_{p.j} = Q_j Z_{ч}, \quad (5)$$

где Q_j – трудоемкость монтажных работ по варианту j , чел.-ч;

$Z_{ч}$ – среднечасовая заработная плата одного рабочего монтажника, грн.

Трудоемкость монтажных работ определяется исходя из объемов монтажа, производительности монтажных кранов, числа рабочих, занятых на монтаже:

$$Q_j = \sum_{i=1}^n \sum_{s=1}^m \frac{W_{jis}}{\Pi_{is}} n_{is}, \quad (6)$$

где n_{is} – число рабочих в звене, работающем с i -тым краном при монтаже конструкций s -го вида.

Изменяющуюся по вариантам часть общепроизводственных расходов можно определить по выражению

$$O_j = \frac{\beta C_{mm} O Q}{(1+O)(1+P)Q_{cc}} + \mu \beta r_j + \gamma T_j, \quad (7)$$

где β — доля условно-постоянных общепроизводственных расходов в общей их величине;

C_m — сметная стоимость работ по монтажу конструкций, грн.;

O — норматив общепроизводственных расходов на прямые затраты, используемый при определении сметной стоимости монтажа строительных конструкций, в долях единицы;

Q_{cm} — трудозатраты на монтаж конструкций, подсчитанные по сметным нормам, чел.-ч;

μ — коэффициент для исчисления части общепроизводственных расходов, изменяющихся пропорционально основной заработной плате рабочих;

γ — размер общепроизводственных расходов, приходящихся на 1 чел.-ч трудозатрат, грн.

Приведенные затраты по незавершенному строительству могут быть определены исходя из сметной стоимости монтажных работ и их продолжительности:

$$Z_{ncj} = \frac{0,5 C_m E_n}{365 \rho} t_{mj}, \quad (8)$$

где ρ — соотношение числа рабочих и календарных дней в году;

t_{mj} — продолжительность монтажа конструкций по варианту j в рабочих днях.

Продолжительность монтажа устанавливается на основе построения графика производства работ комплектом кранов или рассчитать по выражению:

$$t_{mm} \approx k t_{mji}^{\max}, \quad (9)$$

где t_{mji}^{\max} — продолжительность работы лимитирующего монтажного крана (в данной схеме);

k — коэффициент, учитывающий время работы остальных кранов, не совмещаемое с временем работы лимитирующего крана (отношение общей длительности монтажа к продолжительности работы лимитирующего монтажного крана).

Анализ проектов производства работ показывает, что k при монтаже конструкций (рядов колонии и подкрановых балок) одним краном, а покрытия здания — другим для предварительных расчетов может быть принят равным 1,1, при ведении монтажа тремя и более кранами 1,2. При более точных расчетах k следует определять путем эскизных построений графиков работы кранов.

Продолжительность работы лимитирующего крана можно определить путем расчета и сравнения между собой продолжительностей работы каждого из кранов:

$$t_{mji}^{\max} = \max t_{mmji} = \frac{1}{K_{ccm} t_c} \sum_{s=1}^m \frac{W_{jis}}{P_{is}}, \quad (10)$$

где K_{cm} — коэффициент сменности работ;

t_{cm} — средняя продолжительность одной рабочей смены, ч

Наконец, величина ΔD_j , входящая в формулу (1), может быть подсчитана по выражению

$$\Delta D_j = (Q_j - Q_j \min)(1 - C\phi) B_{ч}, \quad (11)$$

где $Q_j \min$ — трудоемкость монтажа по варианту, в котором она минимальна, чел.-ч;

$C\phi$ — средний уровень себестоимости строительно-монтажных работ в организации, производящей монтаж конструкций (отношение себестоимости работ к

сметной стоимости);

$B_{ч}$ – средняя выработка одного рабочего в той же организации, грн/ч.

Решение рассматриваемой задачи выполняется в такой последовательности:

– намечаются варианты организации монтажа и подбираются соответствующие комплекты кранов;

– определяются показатели [2, 3], необходимые для расчетов по формулам (1)–(11): объемы работ, выполняемые каждым из кранов по каждому из рассматриваемых вариантов организации монтажа; среднечасовая производительность каждого крана в каждом из вариантов организации монтажа; число рабочих при каждом кране и др.;

– по формулам (2)–(11) рассчитываются величины E_j , Z_{kj} , Z_{pj} , O_j , Q_j , Z_n , c_j , ΔD_j ; а затем по формуле (1) – приведенные затраты Z_j ;

– по наименьшей величине приведенных затрат Z_j выбираются наиболее экономичный вариант организации монтажа и соответствующий ему комплект монтажных кранов.

Например, существует необходимость в выборе комплекта кранов для монтажа строительных конструкций высотного промышленного здания технологической газоочистки агломерационного цеха ОАО "Запорожсталь".

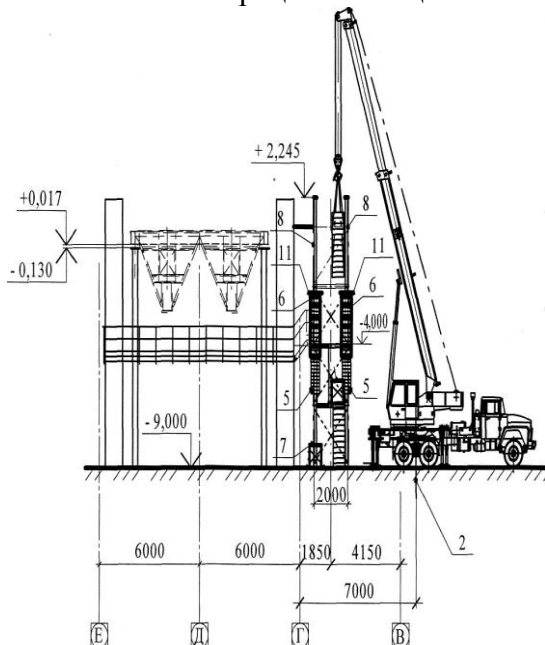


Рисунок 1 – Монтаж постаментов под электрофильтр краном КТА–28

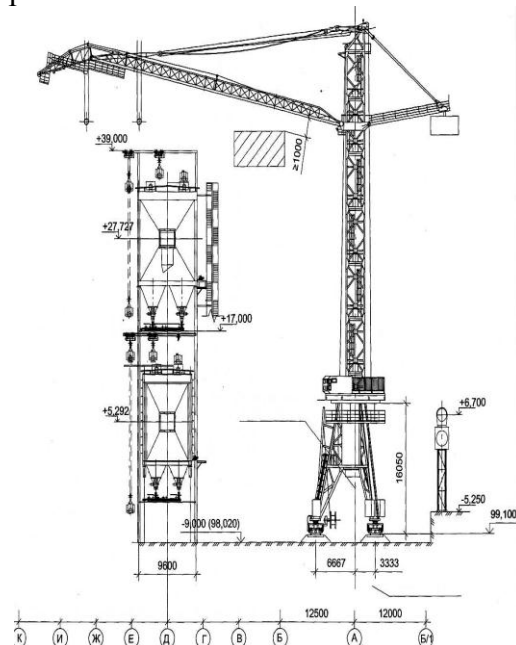


Рисунок 2 – Монтаж металлоконструкций постаментов под электрофильтр краном БК–1000А

Несущий каркас, рабочие площадки, лестничные марши, перекрытие здания решены в конструкциях из металла. Общий объем монтажа конструкций равен 280 т. Высота здания – 48 м. Исходя из наличия кранов монтажные работы могут быть организованы следующим образом:

Вариант 1. Автокран КТА–28 выдвинув стрелу на $L=15,7$ м выполняет монтаж постаментов под электрофильтр до отм. – 0,130. Кран БК–1000А выполняет монтаж металлоконструкций постаментов под электрофильтр с отм. – 0,130 до отм. + 39,140 (рисунки 1, 2)

Вариант 2. КТА–28, выдвинув стрелу на $L=15,7$ м, выполняет монтаж постаментов под электрофильтр до отм. – 0,130 (рисунок 1). Гусеничным краном СКГ–63А, установленным на площадку под галерей №10, производим монтаж металлоконструкций постаментов до отм. + 22,30 (рисунок 5).

Гусеничным краном СКГ-63/100, установленным на погрузочном пути №1 (предварительно выполнив реконструкцию подпорной стенки погрузочного пути №1), выполнить монтаж верхнего электрофильтра ЭФ-1 и его оборудования. (рисунок 4).

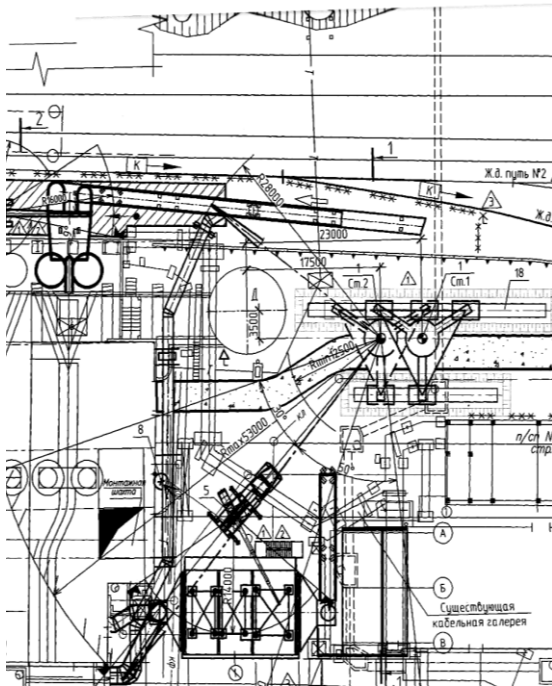


Рисунок 3 – Расстановка крана при монтаже металлоконструкций постаментов под электрофильтр

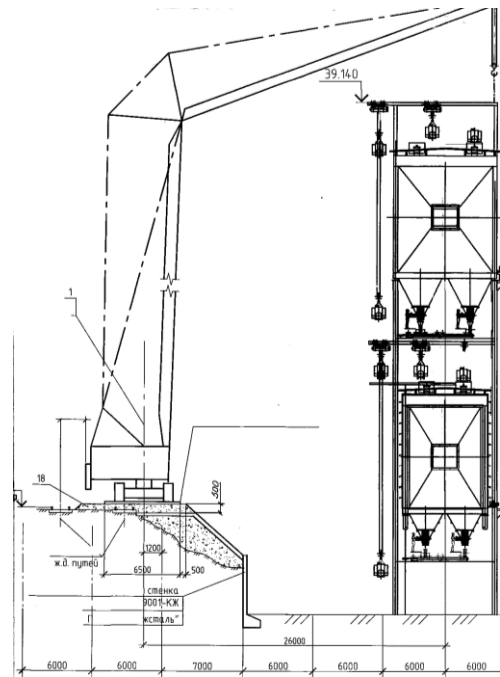


Рисунок 4 – Монтаж верхнего электрофильтра ЭФ-1 и его оборудования краном СКГ-63/100

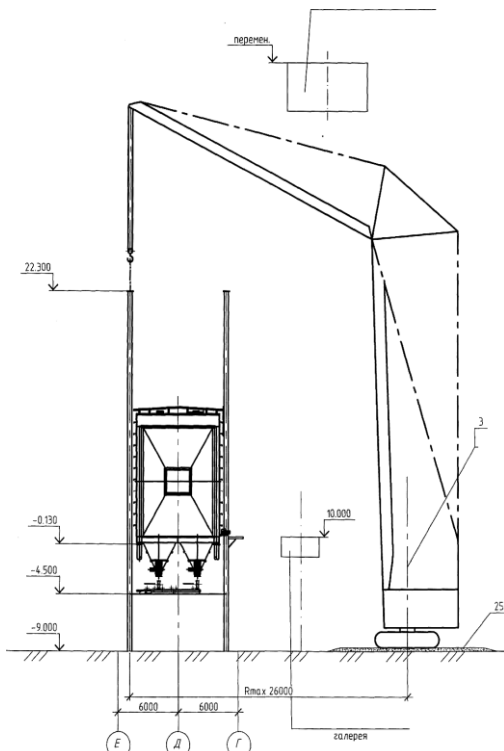


Рисунок 5 – Монтаж металлоконструкций постаментов краном СКГ-63/100

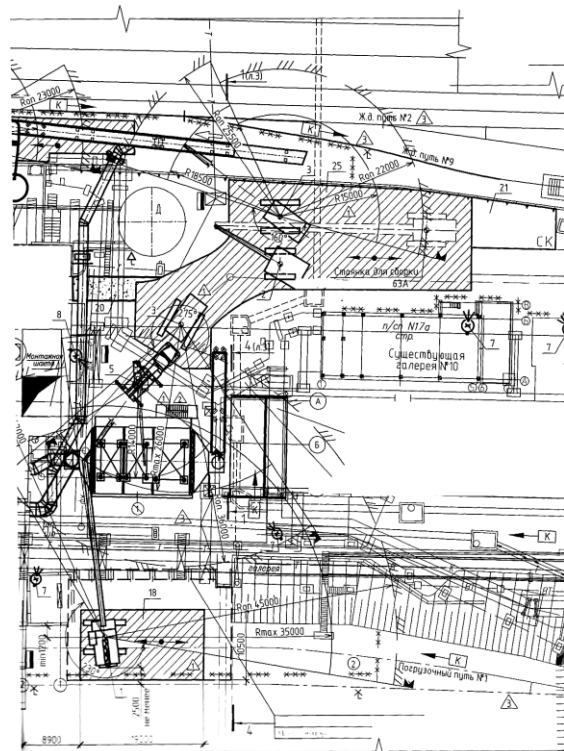


Рисунок 6 – Расстановка крана при монтаже металлоконструкций постаментов под электрофильтр

Расстановка кранов по 1 и 2 вариантам представлена на рисунках 3,6

Расчеты, необходимые для решения рассматриваемой задачи, удобно производить в табличной форме.

Согласно имеющейся проектной документации, проекта производства работ (ППР), государственных строительных норм собраны и представлены в таблице 1 исходные данные для дальнейших расчетов, согласно приведенных формул (1) – (11). Результаты вычислений представлены в таблице 2.

Таблица 1

Краны	E_i , т грн	W_{jis}	Π_{is} , т час	Φ_i , т. грн	a_i	E_n	$T_{гi}$, час	Q_j , ч час	$Z_{ч}$, т. грн
КТА–28	50	60	1,21	560	7,7	0,17	3445	4920	0,024
СКГ63А	512,747	120	2,1	630	9,1	0,17	3310	9840	0,024
СКГ–63/100	1070,747	100	2,34	900	9,1	0,17	3310	8000	0,024
БК–1000	540	220	2,1	2 500	6,7	0,17	3100	18040	0,024

Продолжение таблицы 1

Краны	nis	β	C_m , т грн	O	Q_{cm} , т.ч. час	μ	γ гр/ч. час	ρ	$C\phi$	$B_{ч}$, грн/ч
КТА–28	6	0,38	10 600	0,2	23,52	0,5	8,7	0,65	0,9	24
СКГ63А										
СКГ–63/100										
БК–1000										

Таблица 2.

Комплекты кранов	O_j , т. грн	Z_{kj} , т.грн	Z_{pj} , т.грн	$Z_{n.c.j}$, т.грн	E_j , т.грн	ΔD_j , т.грн	Z_j , т.грн
КТА–28 БК–1000	1241,81	44, 436	551,1	281,028	970	2	3090,14
КТА–28 СКГ–63А СКГ–63/100	1230,9	49,05	546,2	330,398	1634		3790,179

Выводы

Согласно выполненным расчетам получены результаты приведенных затрат Z_j по двум вариантам комплектов кранов. Приведенные затраты по варианту 1, в котором комплект кранов включает КТА–28 и БК–1000 меньше приведенных затрат по варианту 2, краны КТА–28, СКГ63А, СКГ–63/100 на 700,04 тыс. грн. Применение для монтажа конструкций столь дорогого крана, как БК–1000, на первый взгляд кажется экономически не оправданным. Однако в этом и состоит фокус подбора комплектов кранов в различных граничных условиях действующего производства. Единовременные затраты по доставке кранов на строительную площадку и создания условий для их работы в стесненных условиях зачастую играют одну из важнейших ролей при подборе комплектов кранов и их экономических показателей. Так в нашем случае единовременные затраты по варианту 1 меньше чем по варианту 2

на 663,49 тыс.грн и это в совокупности с другими приведенными затратами дает возможность утверждать, что применение варианта комплекта кранов КТА–28 и БК–1000 экономически целесообразно.

Успешное решение задач при реализации проектов, с наименьшими экономическими затратами, связано с глубоким пониманием организационно – технологической и экономической составляющей монтажных работ. Четкое понимание этих двух составляющих, на начальном этапе строительства, позволяет строительным организациям, при различных граничных условиях строительства достичь поставленной перед ними цели с положительными показателями. Рассмотренная нами задача является ярким тому примером. Когда в сложных стесненных условиях действующего производства правильный подбор вариантов монтажных кранов на начальной стадии строительства позволил подобрать единственно правильный комплект кранов не только с технической точки зрения, но и экономической.

Литература

1. Спектр М.Д. Выбор оптимальных вариантов организации и технологии строительства– Москва : Стройиздат.– 1980.–157с.
2. Станевский В.П. Строительные краны. Справочник– Киев : Будівельник. – 1984. – 240с.
- 3.Ценообразование в строительстве. Сборник официальных документов и разъяснений. –Киев : Инпроект . №5. май 2011.
4. Режим доступа:[htt://www.techststory.ru](http://www.techststory.ru)

Надійшла до редакції 27.10.2011

© І.Д. Павлов, С.Ф.Курта

І.Д. Павлов, д.т.н., проф., С.Ф.Курта, аспірант

Запорізька державна інженерна академія

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИБОРУ КОМПЛЕКТІВ КРАНІВ ПРИ МОНТАЖІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ В РІЗНИХ ГРАНИЧНИХ УМОВАХ ДІЮЧОГО ВИРОБНИЦТВА

Розглянуті і приведені результати підбору вантажопідйомних механізмів з метою мінімізації витрат при виробництві робіт в складних умовах виробництва, що діє.

Ключові слова: *варіанти механізації, мінімум приведених витрат, різні граничні умови виробництва*

I.D. Pavlov, Dt. S, S.F. Kurta, Graduate student

Zaporozhia State Engineering Academy

**ECONOMIC EVALUATION OF CHOICE OF COMPLETE SETS OF CRANES
DURING ERECTION OF HIGH- RISE BUIKDINGS AT DIFFERENT BOUNDARY
CONDITIONS OF RUNNING PLANT**

Considered and presented the results of selection of load lifting mechanisms with the purpose of minimization of expenses during performing of works at difficult conditions of running plant.

Key words: *variants of mechanization, minimum of expenses, different boundary conditions of running plant.*