

УДК 629

## МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ МОБІЛЬНИХ КОМПЛЕКТІВ МАШИН ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСІВ ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДИНКІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

НАЗАРЕНКО М.І.<sup>1</sup>, *к.т.н., докторант*  
ПЕРЕГІНЕЦЬ І.І., *к.т.н., директор НТЦ*  
БРИНЗИН Є.В.<sup>3\*</sup>, *к.т.н.*

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва та архітектури

<sup>2\*</sup> Академія будівництва України, Київ, 02002, вул. Євгена Сверстюка, 23, тел.+38 (067) 632-35-51

<sup>3\*</sup>ТОВ ЮДК, Україна, 49051 м. Дніпропетровськ, вул. Комисара Крилова, 7Д, [www.udkgazbeton.com](http://www.udkgazbeton.com), [@udkgazbeton.com](mailto:Yevgen.Brynzin)

**Анотація.** *Визначені критерії створення високоефективних мобільних будівельно-монтажних комплексів для організації технології процесів зведення енергоефективних будинків нового покоління. Запропоновано алгоритм вибору раціональних конструктивно-компоновочних рішень комплексу будівельних машин*

**Ключові слова:** *моделювання, критерії, алгоритм, мобільні будівельно-монтажні комплекси*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ МАШИН ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССОВ ВОЗВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

НАЗАРЕНКО М.И.<sup>1</sup>, *к.т.н., докторант*  
ПЕРЕГІНЕЦЬ І.І., *к.т.н., директор НТЦ*  
БРИНЗИН Е.В.<sup>3\*</sup>, *к.т.н.*

<sup>1</sup> Киевский национальный университет строительства и архитектуры

<sup>2\*</sup> Академия строительства Украины, Киев, 02002, вул. Євгена Сверстюка, 23, тел.+38 (067) 632-35-51

<sup>3\*</sup>ООО ЮДК, Украина, 49051 м. Днипро, ул. Комисара Крилова, 7Д, [www.udkgazbeton.com](http://www.udkgazbeton.com), [@udkgazbeton.com](mailto:Yevgen.Brynzin)

**Аннотация.** *Определены критерии создания высокоэффективных мобильных строительно-монтажных комплексов для организации технологии процессов возведения энергоэффективных домов нового поколения. Предложен алгоритм выбора рациональных конструктивно-компоновочных решений комплекта строительных машин*

**Ключевые слова:** *моделирование, критерии, алгоритм, мобильные строительно-монтажные комплексы*

## SIMULATION OF THE STRUCTURE OF MOBILE SETS OF MACHINES FOR THE ORGANIZATION OF TECHNOLOGY OF THE PROCESSES OF BUILDING ENERGY EFFICIENT HOUSES OF THE NEW GENERATION

NAZARENKO M.I.<sup>1</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*  
PEREGINETS I.I.<sup>2\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*  
BRYNZIN I.V., *PhD*<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Kiev National University of Construction and Architecture

<sup>2</sup> Academy of Building of Ukraine, Kyiv, 02002, st. Yevhen Sverstiuk, 23

<sup>3</sup> LTD UDK, Ukraine, 49051 Dnepropetrovsk, st. Commissioner Krylov, 7D, [www.udkgazbeton.com](http://www.udkgazbeton.com), [@udkgazbeton.com](mailto:Yevgen.Brynzin)

**Abstract.** *The criteria for the creation of high-performance mobile building and assembly complexes for the organization of the technology of the processes of building energy-efficient houses of the new generation are determined. The algorithm of choice of rational constructive-layout decisions of a set of building machines is offered*

**Keywords:** *modeling, criteria, algorithm, mobile construction and assembly complexes*

**Постановка проблеми.** Виробництво будівель в теперішній час здійснюється за двома основними технологіями: каркасно-монолітною та комплексною, що враховує і заводську технологію виготовлення виробів. Широкий розвиток малоповерхового будівництва [1] та підвищені вимоги до якості і продуктивності потребують створення високоефективних мобільних будівельно-монтажних комплексів (МБМК), що і є предметом даних досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Виконані раніше дослідження [2,3] засвідчують, що наявність на ринку України значної кількості закордонних засобів механізації, розвиток каркасно-монолітного будівництва, поширення девелоперського управління [4], потребують обґрунтування раціонального вибору нової техніки. Проблема вибору комплектів будівельної техніки полягає в тому, що існуючі машини мають підвищений ступінь фізичного зносу, а низька технологічна продуктивність спонукає до застосування великої кількості техніки [5,6]. Отже, невідповідність якісного і кількісного складу комплекту машин до сучасної програми робіт знижує ефективність комплекту засобів механізації, збільшує частку витрат на утримання і експлуатацію техніки. Рішення проблеми криється в пошуку нових організаційно-технологічних моделей формування комплектів машин у відповідності до програми виконання будівельного проекту, сучасних вимог і потреб організації технології процесів зведення енергоефективних будинків нового покоління.

**Мета досліджень.** Розробка моделей формування мобільних комплектів машин для організації технології процесів зведення енергоефективних будинків нового покоління.

**Викладення основного матеріалу.** Як відомо [3], у складі МБМК має бути велика кількість елементів інфраструктури (обладнання прийому компонентів бетонної суміші, складів, дозаторів, змішувачів, систем контролю, управління і автоматики), що потребує конструктивно - компоновальних рішень кожного елемента таких елементів. При цьому кожній новій функції будівельного об'єкта, якою б малою вона не була, необхідна адаптація конструктивного елемента комплекту у відповідності до технології, що є матеріальним носієм цієї функції. На ефективність функціонування системи впливають велика кількість факторів, що визначають технологічні, кліматичні і режимні умови експлуатації МБМК, а також фізико-механічні властивості будівельних матеріалів і готових сумішей. На базі сформульованих критеріїв [3] розроблена структурна схема комплекту машин. Для побудови структурної схеми комплектів застосовується системний підхід з функціональними блоками: входом, процесом і виходом. Входом позначена вихідна інформація, яка включає задані фізико-механічні властивості складових бетонних

сумішей, терміни будівництва, погодно-кліматичні умови функціонування комплекту та інші характеристики. Процесом визначено розрахунки технологічної схеми підготування будівельного майданчика, доставки компонентів бетонної суміші, її приготування і укладання при улаштуванні фундаменту, зведення стін і т.д. Виходом системи є оцінка результатів рішення щодо вибору найкращого варіанту формування структури МБМК і параметрів, що забезпечують в його складі раціональні параметри. Можливі і інші варіанти формування комплекту в залежності від прийнятої технологічної схеми. Загальний підхід є в тому, що схема розрахунку представлена у вигляді системи рівнянь критеріїв  $K_i$ , які виражені через параметри МБМК: продуктивність  $Q$ , матеріаломісткість  $M$ , габарити  $X, Y, Z$ , енергоємність  $N$  і приведені витрати  $E$ . Цей блок формує функцію мети, математичний вираз зазначених критеріїв та інші вихідні показники системи розрахунків та вибору у складі МБМК. Визначення раціональних параметрів МБМК здійснюється методами математичного програмування. Для опису предметної області передбачено прийняття відповідних вимог до формування комплекту, тобто виникає задача вибору раціональних параметрів і технічних рішень вибору комплекту машин і обладнання. Такими вимогами в загальному вигляді можуть бути критерії [2]: мобільність, продуктивність, конструктивна компоновка, технологічна надійність, автономність, автоматизація технологічного процесу, якість продукції і ефективність. Більшість критеріїв можна виразити через параметри комплекту: габарити, його вага, розміри головних машин, розміри транспортуючих і дозуючих пристроїв та ін. У загальному вигляді критерії вибору комплекту складають систему рівнянь:

$$K_M = f(T_T, T_{M-d}, m_{min}, X, Y, Z); \quad (1)$$

$$K_{PP} = f(Q, G, t_3, t_{\Pi}, t_B, t_{gmin}, t_{Tmin});$$

$$K_e = f(E_{max}, E_M, E_T, E_e, E_{доп}),$$

де  $K_M, K_{PP}, K_e$  – критерії мобільності, продуктивності, ефективності;

$T_T$  – мінімальні витрати часу перебазування транспортування;

$T_{M-d}$  – мінімальні затрати часу на перебазування монтажу/демонтажу;  $m_{min}$  – мінімальна маса;  $K_{PP}$  – критерій продуктивності;  $K_e$  – ефективність;  $Q$  – розрахункова потреба в бетонній суміші;  $G$  – ємності барабанів;  $t_3$  – час завантаження;  $t_{\Pi}$  – час перемішування;  $t_B$  – час вивантаження;  $t_{gmin}$  – мінімальна тривалість дозування;  $t_{Tmin}$  – мінімальна тривалість транспортування компонентів суміші в бетонозмішувачі;  $E_{max}$  – максимальний ефект;  $E_M$  – ефект за рахунок скорочення монтажу-демонтажу;  $E_T$  – ефект за рахунок скорочення транспортування блоків;  $E_e$  – ефект за рахунок скорочення дострокового вводу в експлуатацію. Вибір

конструктивних параметрів мобільних комплексів здійснюється при виконанні умов оптимізації критеріїв:

$$\begin{cases} K_{PM} \Rightarrow \max \\ K_{PE} \Rightarrow \min \\ K_E \Rightarrow \max \end{cases} \quad (2)$$

Рішення багатокритеріальної задачі оптимізації, що заключається у виборі раціональних параметрів комплексу із системи рівнянь (1) при умові (2) здійснюється за критерієм  $K_M$ , який головним чином визначає специфічне призначення комплексу машин. Тоді розробка комплексу дозволяє вибрати із сукупності варіантів кращий. Виходячи із положень аналізу [3] у якості основного параметру вибрана продуктивність, а точніше межі її зміни. За таким підходом процедура поетапного формування і вибору раціонального варіанту комплексу машин з розрахунком його параметрів можна представити у вигляді відповідного алгоритму (рис.1).

#### Висновки.

1. Встановлено, що створення мобільних комплексів машин для організації технології процесів зведення енергоефективних будинків нового покоління потребує застосування нових організаційно-технологічних рішень на основі системного підходу з визначеними критеріями мобільності, продуктивності та ефективності.

2. Визначена система рівнянь багатокритеріальної задачі оптимізації параметрів для створення мобільних комплексів машин.

3. Запропоновано алгоритм вибору раціональних конструктивно-компоновочних рішень комплексу будівельних машин.



Рис. 1. Алгоритм вибору раціональних конструктивно-компоновочних рішень комплексу будівельних машин