

О. П. БАРАНОВ (Адміністрація Державної спеціальної служби транспорту, Київ),
І. М. ЩОКА (ДПТ)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ КОМПЛЕКТУ МАШИН МОБІЛЬНИХ ЗАГОНІВ МЕХАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

На основі аналізу використання засобів механізації для будівництва, реконструкції, відновлення об'єктів національної транспортної системи запропонована математична модель для визначення оптимального складу спеціалізованих комплектів будівельних машин.

Ключові слова: комплексна механізація будівництва, мобільні загони механізації, Державна спеціальна служба транспорту

Вступ

Сучасні умови економічного розвитку України диктують необхідність інтенсивного використання засобів механізації для будівництва, реконструкції, відновлення об'єктів національної транспортної системи. Великі втрати капітальних вкладень при відхиленні від оптимальних рішень при проектуванні організації виробництва робіт є слідством, у тому числі, прорахунків в техніко-економічному обґрунтуванні, нерациональному виборі комплектів машин для мобільних загонів механізації. Комплексна механізація будівельного виробництва – один з головних напрямків технічного прогресу в будівництві. Вона забезпечує підвищення продуктивності праці і якості виконуваних робіт, а також знижує вартість і строки будівництва. Розвиток механізації є найважливішим завданням будівельних організацій й її вирішенню повинна бути підлегла вся організація будівельних робіт.

Росту рівня механізації сприяє насичення ринку будівельної техніки високопродуктивними машинами із широким набором виконуваних технологічних операцій, розширення наборів змінного робочого устаткування й поява ринку виробничих послуг з механізації будівельних робіт.

Основні цілі механізації – це підвищення технічного рівня виробництва, звільнення людини від важких, трудомістких і стомлюючих операцій, зниження собівартості й поліпшення якості продукції. Механізація – один з головних напрямків технічного прогресу, матеріальна сторона підвищення ефективності суспільного виробництва. Вона є умовою й засобом індустріалізації будівництва, найважливішим фактором удосконалювання технології.

По ступені оснащення виробництва маши-

нами розрізняють часткову й комплексну механізацію. В умовах часткової механізації машини й устаткування застосовують при виконанні головним чином найбільш важких і трудомістких робіт і частка ручної праці залишається значної. При комплексній механізації всі технологічні операції як основні, так і допоміжні – виконуються машинами, об'єднаними в спеціалізовані комплекти машин.

Комплексна механізація здійснюється на основі раціонального вибору машин й устаткування, що забезпечує ефективну їхню роботу у взаємопогоджуваних режимах, ув'язаних по продуктивності й умовам якісного провадження робіт.

Для виконання різного виду будівельно-монтажних робіт формуються спеціалізовані комплекти машин (СКМ), які представляють систему машин, ув'язаних по технологічному призначенню, продуктивності й основним конструктивним параметрам.

Ефективність комплексної механізації забезпечується не тільки шляхом збільшення кількості машин СКМ, але й у результаті найбільш раціонального їхнього використання в технологічному процесі.

Вибір машин для провадження робіт на даному конкретному об'єкті й режимів їхньої роботи здійснюється в проекті провадження робіт з урахуванням організаційно-технологічних рішень, закладених у проекті організації будівництва.

Постановка завдання

Для забезпечення зміцнення економічного та оборонного потенціалу держави на підставі Закону України «Про Державну спеціальну службу транспорту» затвердженого Указом Президента України від 5 лютого 2004 року № 1449-IV створена Державна спеціальна слу-

жба транспорту, одними з основних завдань якої є:

- технічне прикриття, відбудова, встановлення загороджень на об'єктах національної транспортної системи України з метою забезпечення діяльності Збройних Сил України та інших військових формувань, утворених відповідно до законів України;

- будівництво та ремонт у мирний час і в умовах воєнного стану нових та підвищення строку експлуатації і пропускної спроможності діючих об'єктів національної транспортної системи;

- відбудова транспортних комунікацій, порушених унаслідок надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, аварій і катастроф;

- наведення, будівництво, експлуатація і ремонт (реконструкція) наплавних залізничних мостів та естакад. [1, 2].

Для виконання цих завдань у структурі Держспецтрансслужби передбачені окремі загони (колійні, мостові, механізації), створені мобільні підрозділи для участі в ліквідації наслідків аварій та катастроф на об'єктах національної транспортної системи. Проводиться планове оснащення загонів Держспецтрансслужби сучасними мобільними технічними засобами, модульними інвентарними конструкціями, які орієнтовані на передові технології швидкісного будівництва та відновлення, переоснащення новою технікою та модернізація існуючої. [1, 2]

Практика будівництва об'єктів національної транспортної системи України загонами механізації Держспецтрансслужби показала необхідність уточнення теоретичних положень доцільності вибору комплексу будівельних машин для конкретних умов. Під час виконання завдань, які були поставлені загонам Держспецтрансслужби в період 2004 -2012 років по виконанню будівельних робіт під час реконструкції автодороги Київ – Одеса, будівництва шляхопроводу на ст. Персенківка Львівської заліз-

ниці, на об'єктах Закарпатського, Дніпропетровського, Сумського облавтодорів, реконструкції правобережної дамби на р. Тиса Закарпатської області, виявлено ряд суттєвих недоліків організаційно – штатного характеру, низьку ефективність землерийно-транспортних комплексів (ЗТК), які застосовувалися на цих об'єктах. Тому задача визначення оптимального складу спеціалізованих комплектів машин (СКМ) є актуальною.

Основний матеріал досліджень

Для визначення оптимального складу спеціалізованих комплектів машин запропонована математична модель без врахування витрат на переміщення загону механізації до місця виробництва робіт [3]. Згідно [3, 4] математична модель повинна відповідати наступним вимогам:

- бути максимально наближена до критерію ефективності;

- машини, що входять в СКМ, є залежними робочими одиницями, вся їх робота виробляється у складі СКМ і невиконання заданого об'єму робіт однією машиною веде до невиконання темпу будівництва всім комплектом машин;

- відображати господарську самостійність підприємств, що склалися на справжній момент, а значить, велику свободу дій, що робляться ними, і рішень;

- дати можливість реалізації сучасних різних технологій будівництва, у тому числі і будівельних матеріалів, що знижують витрату.

На основі парку машин організації може формуватися деяка кількість СКМ: від 1, 2, 3 до i -ої. У парку можуть бути машини різного $A, ..., X$ функціонального призначення.

Створення моделі починається з формалізації темпу будівництва [1]. У загальному випадку темп будівництва для i -х СКМ визначають за наступною формулою:

$$T = \min \left[\sum_1^A (P_i^A n_i^A); \sum_1^B (P_i^B n_i^B); \sum_1^C (P_i^C n_i^C); \dots \sum_1^X (P_i^X n_i^X) \right] \quad (1)$$

при цьому $\left(\sum_1^{A...X} P_i^{A...X} n_i^{A...X} \right) \geq T$,

де $1, ..., i$ – індекс комплексу машин; $A, ..., X$ – індекс функціонального призначення машини; $P^{A...X}$ – годинна експлуатаційна продуктивність машини одного конкретного функціонального призначення і типорозміру; $n^{A...X}$ – кі-

лькість машин в СКМ кожного функціонального призначення i -го типорозміру; T – темп будівництва ($\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{т}/\text{ч}$ і т. п.).

З формули (1) видно, що реальний темп комплексу дорівнює сумарній продуктивності машин з єдиним функціональним призначен-

ням що мають найменшу в технологічному процесі сумарну продуктивність. Вона формалізує визначення темпу при деякій заданій структурі загону. Це всього лише формальний

підхід до опису темпу будівництва. Результат (продукція), який створює СКМ за одну годину роботи, можна розрахувати по формулі (грн.)

$$R_{\text{СКМ}} = \sum_1^A (\Pi_i^A n_i^A) R_A + \sum_1^B (\Pi_i^B n_i^B) R_B + \sum_1^C (\Pi_i^C n_i^C) R_C + \dots + \sum_1^X (\Pi_i^X n_i^X) R_X, \quad (2)$$

де R_X – вартість одиниці продукції, грн/м³, грн/т і так далі, яка створена машинами одного функціонального призначення.

При визначенні ефективності використання в технологічному процесі того або іншого СКМ доцільне в таких випадках враховувати витрати на будівельні матеріали (щебінь, гравій, асфальтобетонні суміші і ін.). Витрати на придбання будівельного матеріалу, що витрачається за одну годину роботи СКМ (грн.), визначають:

$$3^M = q_i \Pi_i^M \quad (3)$$

де Π_i^M – вартість матеріалу в одиниці продукції i -го СКМ, грн.; q_i – кількість матеріалу, що витрачається за одну годину роботи СКМ, м³ (т, кг). Витрати на експлуатацію машин складаються з множення вартості однієї машино-години роботи машин на кількість таких машин. При цьому для формалізації процесу доцільно машини згрупувати по функціональному призначенню. Витрати на експлуатацію СКМ можуть бути визначені по наступній формулі:

$$3_{\text{експ}} = \sum_1^A (n_i^A C_i^A) + \sum_1^B (n_i^B C_i^B) + \sum_1^C (n_i^C C_i^C) + \dots + \sum_1^X (n_i^X C_i^X), \quad (4)$$

де $C_i^{A, \dots, X}$ – собівартість машино-години машин одного функціонального призначення, грн/ч.

Пропонується враховувати витрати на переміщення загону механізації до об'єкту робіт аналогічно витратам на експлуатацію машин.

$$3_{\text{пер}} = \sum_1^A (n_i^A D_i^A) + \sum_1^B (n_i^B D_i^B) + \sum_1^C (n_i^C D_i^C) + \dots + \sum_1^X (n_i^X D_i^X), \quad (5)$$

де $D_i^{A, \dots, X}$ – вартість години переміщення машин одного функціонального призначення, грн/ч. Частковий ефект від роботи i -го СКМ

протягом однієї години може бути отриманий таким чином:

$$Z_i = R_{\text{СКМ}} - 3^M - 3_{\text{експ}} - 3_{\text{пер}} \quad (6)$$

Використовуючи формули (1-6), складемо узагальнювальну модель розрахунку ефектив-

ної структури парку машин мобільних загонів механізації будівництва

$$\begin{aligned} \min & \left[\sum_1^A (\Pi_i^A n_i^A); \sum_1^B (\Pi_i^B n_i^B); \sum_1^C (\Pi_i^C n_i^C); \right. \\ & \left. \sum_1^X (\Pi_i^X n_i^X) \right] (R_{\text{СКМ}} - 3^M) - \left[\sum_1^A (n_i^A C_i^A) + \sum_1^B (n_i^B C_i^B) + \sum_1^C (n_i^C C_i^C) + \dots + \sum_1^X (n_i^X C_i^X) \right] - \\ & - \sum_1^A (n_i^A D_i^A) + \sum_1^B (n_i^B D_i^B) + \sum_1^C (n_i^C D_i^C) + \dots + \sum_1^X (n_i^X D_i^X) = Z_i \end{aligned} \quad (7)$$

Висновки

У моделі (7) приведені допущення (обмеження), які дозволяють запобігти появі помилок.

По-перше, число машин деякого функціонального призначення, які використовуються в створених СКМ, має бути менше або дорівнює кількості таких машин в парку (включаючи

отримані по орендних операціях машини).

По-друге, у всіх комплектах кількість машин будь-якого функціонального призначення і будь-якого типорозміру не може бути дробовим числом. У моделі не враховані витрати на розгортання і згортання польових парків машин. Не врахований також ризик втрат ресурсів в

ході робіт в несприятливих умовах.

Розроблена математична модель (7) дозволяє врахувати при оптимізації структури СКМ мобільних загонів механізації Будівництва значну кількість важливих чинників, що робить її ефективним інструментом управління виробництвом робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про Державну спеціальну службу транспорту: Закон України №1449-IV від 5 лютого 2004 р. [Текст].
2. Про затвердження Програми формування та розвитку Державної спеціальної служби транспорту: Постанова Кабінету Міністрів України № 939 від 21 вересня 2005 р. [Текст].
3. Пермяков, В. Б. Комплексная механизация строительства [Текст] / В. Б. Пермяков –М.: Высш.шк., 2005. – 383 с.
4. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин [Текст] / А. Н. Максименко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
5. Евдокимов, В. А. Механизация и автоматизация строительного производства [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. А. Евдокимов. – Л.: Стройиздат, 1985. – 195 с.
6. Кудрявцев, Е. М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства [Текст]: учеб. для вузов / Е. М. Кудрявцев. – М.: Стройиздат, 1989. – 245 с.
7. Вербицкий, Г. М. Комплексная механизация строительства [Текст]: учеб. Пособие / Г. М. Вербицкий. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2006. – 274 с.

Надійшла до редколегії 30.07.2012.

Прийнята до друку 13.08.2012.

О. П. БАРАНОВ (Администрация Государственной специальной службы транспорта, Киев), И. Н. ЩЕКА (ДИИТ)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКТА МАШИН МОБИЛЬНЫХ ОТРЯДОВ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

На основе анализа использования средств механизации для строительства, реконструкции, восстановления объектов национальной транспортной системы предложена математическая модель для определения оптимального состава специализированных комплектов строительных машин.

Ключевые слова: комплексная механизация строительства, мобильные отряды механизации, Государственная специальная служба транспорта

O. P. BARANOV (Administration of Government special service of transport, Kyiv), I.N. SHCHEKA (Dnipropetrovsk National University of Railway Transport)

MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMAL STRUCTURES WITH THE MACHINE MOBILE SQUAD BUILDING MECHANIZATION

Based on the analysis of the use of mechanical means for the construction, reconstruction, rehabilitation facilities of the national transport system a mathematical model to determine the optimal composition of specialized sets of Building machinery.

Keywords: complex mechanization buildings, mobile units mechanization, the government special service of transport