

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРАХУНКІВ ТА ПОЛЕГШЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОБІТ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В наш час, коли технології не стоять на місці було створено багато будівельних програм. Ці програми полегшують роботу інженерів, проєктантів, архітекторів та самих виконробів в сфері будівництва. За допомогою цих закодованих рядків команд люди, які працюють в цій сфері, мають змогу більше створювати, експериментувати, випробовувати різні конструкції ще до того, як їх збудують, але найголовніше те, що ці програми дають змогу автоматизувати обрахунки, які повторюються або є типовими.

Ключові слова: будівництво, будівельні програми, автоматизувати обрахунки, екскаватор.

Abstract

In our time, when technology does not stand still, many construction programs have been created that facilitate the work of engineers, designers, architects and foremen in the field of construction. With the help of these coded command lines, people working in this field have the opportunity to create more, experiment, test different designs before they are built, but most importantly, these programs allow you to automate calculations that are repeated or typical.

Keywords: construction, construction programs, automate calculations, excavator.

Вступ

В теперішньому світі професії, які пов'язані з будівництвом є доволі престижними. Люди, які працюють в цій сфері створюють дивовижні проєкти. Для того щоб ці проєкти були надійними, над ними проводиться чи мало обрахунків. Якщо ці розрахунки відрізняються, їх потрібно прораховувати спочатку, інша справа коли обчислення повторюються - тоді цю задачу можна спростити.

Саме для цього створено більшість будівельних програм в яких закладено виконувати саме такі типові або схожі задачі.

Результати дослідження

Сучасні технології відкривають перед інженерами-конструкторами неймовірні можливості, даючи змогу об'єднати проєктування, розрахунки та документацію в єдиному програмному комплексі. Програми CAD (системи автоматизованого проєктування) і CAE (рішення для розрахунків і аналізу) вже давно стали основою для роботи фахівців, але сьогодні ці системи все частіше інтегруються в єдину платформу - САПР, де реалізується повний цикл проєктування. З їхньою допомогою можна створювати не тільки креслення, а й конструкторсько-технологічну документацію для складних об'єктів, наприклад, у будівництві.

На даний момент часу на ринку представлено багато програм для інженерів-конструкторів: від дорогих, високопродуктивних комплексів, які використовуються в авіабудуванні та машинобудуванні, до бюджетного і навіть безкоштовного забезпечення.

AutoCAD – 2D- і 3D- проєктування, креслення, створення документації. Ціна від 235 доларів на місяць, пробна версія на 30 днів, рекомендується для професіоналів.

SolidWorks – 3D- моделювання, інженерний аналіз, симуляція. Ціна від 3995 доларів коштує сама ліцензія, пробна версія доступна, підходить для великих проєктів.

Fusion360 – 3D- дизайн, симуляції, створення, документації. Ціна - безкоштовно для студентів, 60 доларів для професіоналів, чудовий вибір для початківців. Також багато таких програм, але більша частина цих програмних забезпечень є дорого вартісні.

Тому чудовим аналогом є "Excel". Ця програма дає змогу прописувати формули, які є базовими, та використовувати їх в подальшому. Розглянемо приклад вибору будівельної техніки.

Для початку потрібно зробити поле з вхідними даними як показано (табл.2).

Таблиця 2

[illegible]

R	S	T	U	V
Вхідні дані				
Глибина Н	Ширина В	Довжина L	Тип ґрунту	
1,6	0,8	1900	3	
nr	nt	T	kv	Vp
0.81	0.91	8	0.8	266

Таблиця 3

W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
Характеристика ґрунтів									Коефіцієнти								
Ґрунт					Категорія ґрунту	Густина ґрунту т/м3		Наповне	Розпуше	Кут внутрішнього тертя град		Питомий опір копанню Fпит Мпа					
1 Лес природної вологості					1	1,6		0,9	1,28	10		0,1					
2 Суглинок лесоподібний					2	1,7		0,95	1,28	15		0,2					
3 Супісок з домішками щебеню і гравію					2	1,7		0,8	1,28	15		0,2					
4 Глина м'яка, жирна					2	1,7		1,1	1,31	25		0,2					
5 Суглинок з домішками щебеню і гравію					3	1,8		0,85	1,32	30		0,3					
6 Глина ломува					4	2		1	1,32	35		0,4					

Для початку автоматизації цього процесу потрібно визначити марку самої машини, яку будуть використовувати. Для того щоб “Excel” сам підбирав марку потрібно прописати формулу, яку треба прив’язати до вхідних даних та характеристик машин, які зображенні в (табл. 1) та (табл. 2), сама ж формула має вигляд:

$$(\text{IF}(\text{AND}(S5 \geq 3, 6; S5 \leq 4; T5 \geq 0, 8; T5 \leq 1, 2); L4; \text{IF}(S5 \geq 2, 1; S5 \leq 3, 5; T5 \geq 0, 8; T5 \leq 1, 1); K4; \text{IF}(\text{AND}(S5 \geq 1, 8; S5 \leq 2; T5 = 0, 5); J4; \text{IF}(\text{AND}(S5 \geq 1, 6; S5 \leq 1, 8; T5 = 1, 4); N4; \text{IF}(\text{AND}(S5 \geq 0; S5 \leq 1, 6; T5 = 0, 8); M4))))).$$

Після того як марка машина підібрана, можна переходити до самих розрахунків. Перший розрахунок - технічна продуктивність екскаватора P_m , сама формула має вигляд:

$$\Pi_m = 3,6 (qk_H/k_p) i ,$$

де q – місткість ківша, л; k_n – коефіцієнт наповнення ківша; k_p – коефіцієнт розпушення ґрунтів (табл.3); i – кількість розвантажень ківшів:

для ланцюгових траншеєкопачів $i = v_n / a$,

для роторних траншеєкопачів $i = nm_k/60$.

О	Р
Підібрана Марка	
ЄТР-161	

де v_k – швидкість ківшевого ланцюга, м/с; a – крок ківшів, м; n – число обертів ротора, хв⁻¹; m_k – кількість ківшів на роторі.

Також до цієї формули є дві допоміжні за допомогою яких вдалося скоротити запис даної,

А у “Excel” формула має вигляд:

(=IF(O4=”ЄПЦ-354а”;K10/K8;IF(O4=”ЄПЦ-202”;J10/J8;IF(O4=”ЄПЦ-402”;L10/L8;IF(O4=”ЄТР-161”; (M9*M11)/60;IF(O4=”ЄТР-7Е”; (N9*N11)/60;)))))/

Також до цієї формули є дві допоміжні за допомогою яких вдалося скоротити запис даної,

Цей запис обраховує ось це значення «i» опираючись на марку екскаватора.

(=IF(V5=1;AF5/AG5;IF(V5=2;AF6/AG6;IF(V5=3;AF7/AG7;IF(V5=4;AF8/AG8;IF(V5=5;AF9/AG9;IF(V5=6;AF10/AG10;)))))).

Ця форма запису базується на нумерації рядків таблиці «Характеристика ґрунтів» та обчислює число, яке утворилося при діленні коефіцієнта наповнення ківша на коефіцієнт розпушення ґрунтів опираючись на назву ґрунту.

Далі обраховується потужність, що витрачається на копання ґрунту, де F_{num} – питомий опір копанню.

$$N_k = \frac{F_{num} \Pi_m}{3,6}$$

Вигляд у програмі:

(=IF(V5=1;(AK5*R14)/3,6;IF(V5=2;(AK6*R14)/3,6;IF(V5=3;(AK7*R14)/3,6;IF(V5=4;(AK8*R14)/3,6;IF(V5=5;(AK9*R14)/3,6;IF(V5=6;(AK10*R14)/3,6;)))))).

В цьому записі також використовується нумерація рядків таблиці «Характеристики ґрунтів», яка була вказана вище, завдяки цьому спрощується запис самого виразу.

Далі йде обчислення потужності, яка витрачається на підйом ґрунту до рівня розвантаження.

Для ківшевого робочого органу:

$$N_n = \frac{\Pi_m \rho g}{3,6} \left(\frac{H}{2} + H_0 \right);$$

Для скребачкового робочого органу з урахуванням витрат потужності на тертя ґрунту

$$N_n = \frac{\Pi_m \rho g}{3,6} \left(\frac{H}{2} + H_0 \right) (1 + \varphi \cdot \operatorname{ctg} \beta),$$

Оскільки формул дві, вони мають різне значення, було прийнято рішення розписати два вирази окремо:

Це запис для ківшевого робочого органу:

(=IF(V5=1;((R14*AD5*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5);IF(V5=2;((R14*AD6*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5);IF(V5=3;((R14*AD7*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5);IF(V5=4;((R14*AD8*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5);IF(V5=5;((R14*AD9*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5);IF(V5=6;((R14*AD10*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5)))))/1000.

Це запис для скребачкового робочого органу:

(=IF(V5=1;((R14*AD5*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5)*(1+AH11*COT(AH17));IF(V5=2;((R14*AD6*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5)*(1+AH12*COT(AH17));IF(V5=3;((R14*AD7*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5)*(1+AH13*COT(AH17));IF(V5=4;((R14*AD8*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5)*(1+AH14*COT(AH17));IF(V5=5;((R14*AD9*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5)*(1+AH15*COT(AH17));IF(V5=6;((R14*AD10*9,8)/3,6)*((S5/2)+2,5)*(1+AH16*COT(AH17)))))/1000.

В даній роботі ці формули є найбільшими та потребують додаткової уваги, оскільки на цьому моменті легко загубитися, тому саме ці записи рекомендовано прописувати частинами та перевіряти чи вони працюють вірно.

Далі обчислюється потужність яка необхідна для робочого органу:

$$N = \frac{N_k}{\eta_m \eta_p} + \frac{N_n}{\eta_m},$$

Так само, як дві попередні формули ця прописана у двох виглядах відповідно до попередніх з метою спрощення записів. Вигляд у електронному форматі:

Для ківшевого робочого органу;
($= (R15/(R10*S10)) + (R16/S10)$)

Для скребачкового робочого органу
($= (R15/(R10*S10)) + (U16/S10)$)

Далі розраховуємо оптимальну швидкість машини:
Вигляд в електронному форматі, ($= R14/(S5*T5)$).

$$v_e^{opt} = \frac{\Pi_m}{BH}$$

Оскільки в деяких марках екскаваторів робоча швидкість коливається, тому потрібно власноруч її підбрати згідно характеристики самої машини.

Також визначається експлуатаційна продуктивність екскаватора та кількість змін його роботи:

$$n_{зм} = \frac{BHL}{\Pi_{зм}}$$

$$\Pi_{зм} = BHv_p Tk_6,$$

Запис в електронному вигляді аналогічний:

($= S5*T5*V10*T10*U10$).

($= (T5*S5*U5)/R19$).

Ось так виглядає процес автоматизації схожих типів роботи в «Excel». Є вагомий недолік - це досить велика кількість часу витраченого на ці записи, але компенсується тим що:

1. Це є дешевий аналог деяких будівельних програм, який виконує задачу автоматизації та спрощення роботи не гірше ніж дороговартісні програмні забезпечення.
2. Це швидке опанування цієї програми та легке і доступне навчання щодо її використання.
3. Гнучкість «Excel» можна використовувати також у сфері геодезії для розрахунку геодезичних задач та побудови топографічних планів, та у багатьох інших професіях.

Висновки

У світі існує багато будівельних програм створених для конкретних задач. Основна проблема в їх вартості: більшість з них є дорого вартісні, також не всі вони є легкі в опануванні. Цією роботою було показано, що в «Excel» можливо розписати не всі, але більшість будівельних задач, які в подальшому будуть виконуватися всього за декілька секунд. Ця програма надає повну інформацію про математичні формули, що є дуже зручно та допомагає швидше її опанувати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://e-lab.com.ua/engineering/naibilsh-zatrebuвани-prohramy-dlia-inzheneriv-konstruktoriv-ohliad-kliuchovykh-instrumentiv.html>
2. Електронний ресурс (PDF). — Режим доступу: https://iq.vntu.edu.ua/method/getfile.php?fname=31847.pdf&x=1&card_id=106258&id=31847
3. Електронний ресурс. — Режим доступу: https://iq.vntu.edu.ua/method/read_url.php?id=10267512&tbl_num=2&card_id=106258&sem=4&subject=Будівельна%20техніка%20та%20виробнича%20база&спец=Будівництво%20та%20цивільна%20інженерія.%20Промислове%20та%20цивільне%20будівництво

Богуславський Роман Юрійович – студент групи 2Б-24б, факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bohoslavskijroma63@gmail.com

Bohuslavskyi Roman – a student of group 2B-24b Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: boguslavskijroma63@gmail.com.

Науковий керівник: **Слободян Наталія Михайлівна** – доцент кафедри ІСБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця e-mail: slobodian@vntu.edu.ua.

Supervisor: **Slobodian Natalia** – associate professor of the department of ISB, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, e-mail: slobodian@vntu.edu.ua.