

Л. А. ХМАРА, д. т. н., Р. М. КРОЛЬ, к. т. н.,

Р. Д. БАЛАНЕНКО, магістр.

*ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

## **АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНОЇ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ ШНЕКОВОГО ІНТЕНСИФІКАТОРА, СИЛОВИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРИ ПОШАРОВІЙ РОЗРОБЦІ ҐРУНТУ**

**Актуальність проблеми.** Бічне транспортування ґрунту при плануванні будівельних ділянок та прокладанні земляного полотна при будівництві автодоріг є однією із трудомістких операцій для чого використовують бульдозери з неповоротними та поворотними відвалами, автогрейдері та грейдер-елеватори. Незважаючи на такі переваги бульдозерів, як універсальність, простота конструкції та маневреність, використання цих машин при виконанні зазначених технологічних операцій має свої недоліки: при збільшенні товщини вирізаємої стружки бічна складова опору копанню намагається розвернути бульдозер навколо повздовжньої осі, що призводить до збільшення витрат часу машиніста на зайві маневри; при збільшенні робочих швидкостей машина випробовує великі навантаження на ходову частину та трансмісію, що скорочує термін служби внаслідок швидкого зносу.

Бульдозер, обладнаний відвалом з шнековим інтенсифікатором, позбавлений недоліків звичайного бульдозера. Рухаючись на більших робочих швидкостях, він переміщує шнековим інтенсифікатором зрізаний ножом ґрунт за рахунок метання під кутом до повздовжньої осі.

**Аналіз публікацій.** В технічній літературі інформація, яка стосується розрахунку конструктивних параметрів шнеків та призначення їх режимів роботи, міститься в обмеженій кількості. Найбільш повно дана інформація відображена в роботах Севастьянова К. М. [1], Зенкова Р. Л. [2], Григор'єва А. М. [3], Баловнева В. І., Шкриль В. М. [4], Спиваковського А. О. [5], Сухоруковим В. С. та Долгих А. І. [6]. Дана інформація подана також у статтях Хмари Л. А. та Кроля Р. М. [7 - 13, 15, 16 - 20].

**Мета статті.** Розробка алгоритму визначення частоти обертання шнекового інтенсифікатора, дальності польоту ґрунту, крутного моменту, споживаної потужності та енергоємності процесу копання ґрунту в залежності від фізико-механічних

властивостей ґрунту, геометричних параметрів робочого органу та швидкості руху базової машини.

**Основна частина.** Базуючись на методиці визначення числа обертів, силових та енергетичних параметрів робочого процесу шнекового інтенсифікатора [13] розроблено алгоритми їх визначення, котрі представлені у вигляді блок-схем (рис. 1, 2).

На рисунку 3 представлено дві групи графіків залежності крутного моменту  $M_{кр}$  на валу шнекового інтенсифікатора від зміни кутової швидкості  $\omega_0$  для діаметрів  $D_{шн} = 0,5$  м та  $D_{шн} = 0,9$  м при копанні горизонтальної ґрунтової поверхні із врахуванням відношення  $D_{шн} / S$ , що варіювалось у межах від 0,5...1,75; поступальна швидкість руху відвального робочого органу оснащеного шнековим інтенсифікатором рівна  $\mathcal{G}_m = 0,125$  м/с, ця швидкість реалізується при наявності ходосповільнювача.

З рисунку 3 видно, що при  $D_{шн} = 0,5$  м найбільш раціональні параметри робочого процесу шнекового інтенсифікатора при копанні горизонтальної ґрунтової поверхні будуть у випадку коли  $D_{шн} / S = 0,75...1,0$ , а кутова швидкість буде наближена докритичної із значенням  $\omega_0 = 12...15$  рад.с<sup>-1</sup>. При кутовій швидкості  $\omega_0 = 15$  рад.с<sup>-1</sup> крутний момент  $M_{кр}$  при діаметрі  $D_{шн} = 0,9$  м та відношенні  $D_{шн} / S = 0,75$  в 2,17 рази більший ніж при  $D_{шн} = 0,5$  м з аналогічним відношенням.

Аналіз залежності потужності приводу  $N_{пр}$  від кутової швидкості  $\omega_0$  (рис. 4) встановив, що при діаметрі  $D_{шн} = 0,9$  м потужність для співвідношення  $D_{шн} / S = 1,0...1,75$  практично не збільшується при збільшенні кутової швидкості. А при співвідношенні  $D_{шн} / S = 0,5...0,75$  при максимальній кутовій швидкості потужність в 1,22...1,48 рази більша, ніж при мінімальній кутовій швидкості.

Це можливо пояснити тим, що при малих значеннях кроку (малому об'єму міжвиткового простору шнекового інтенсифікатора) при постійній ширині відвалу  $B_{від} = const$  та зростанні кутової швидкості  $\omega_0$  відбувається інтенсивне збільшення значення радіуса центру ваги  $R_{c.ср}$  і відповідно колової швидкості  $\mathcal{G}_c$ .

При цьому зменшення об'єму ґрунту та рушійних сил, які потрібні для його переміщення, а добуток силових параметрів на швидкість лишається приблизно постійним.

При великих значеннях кроку  $S$  об'єм ґрунту не значно змінюється, а зростання колової швидкості  $\mathcal{G}_c$  призводить до збільшення потужності при постійному об'ємі ґрунту.

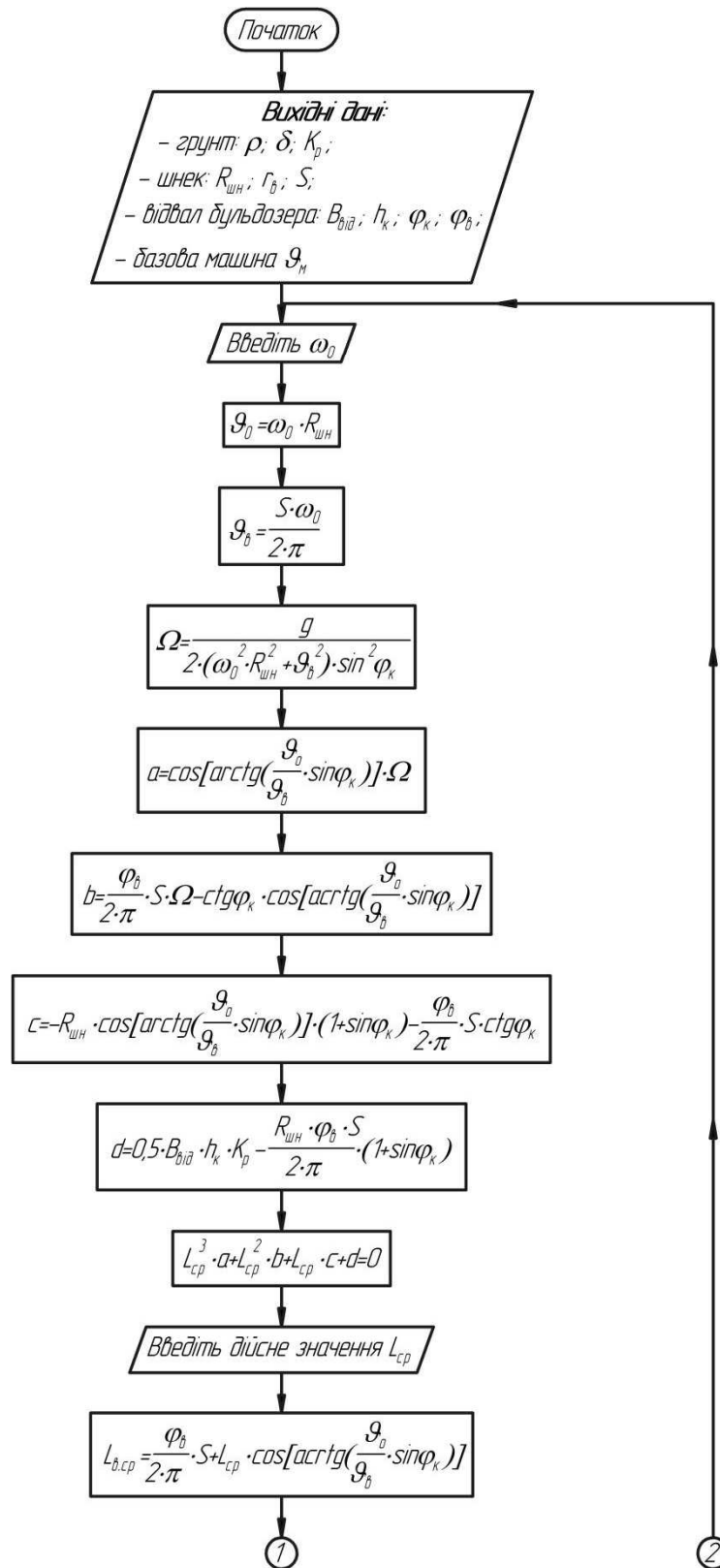


Рис. 1. Блок-схема визначення частоти обертання шнекового інтенсифікатора і дальності польоту ґрунту (продовження на стор. 98).

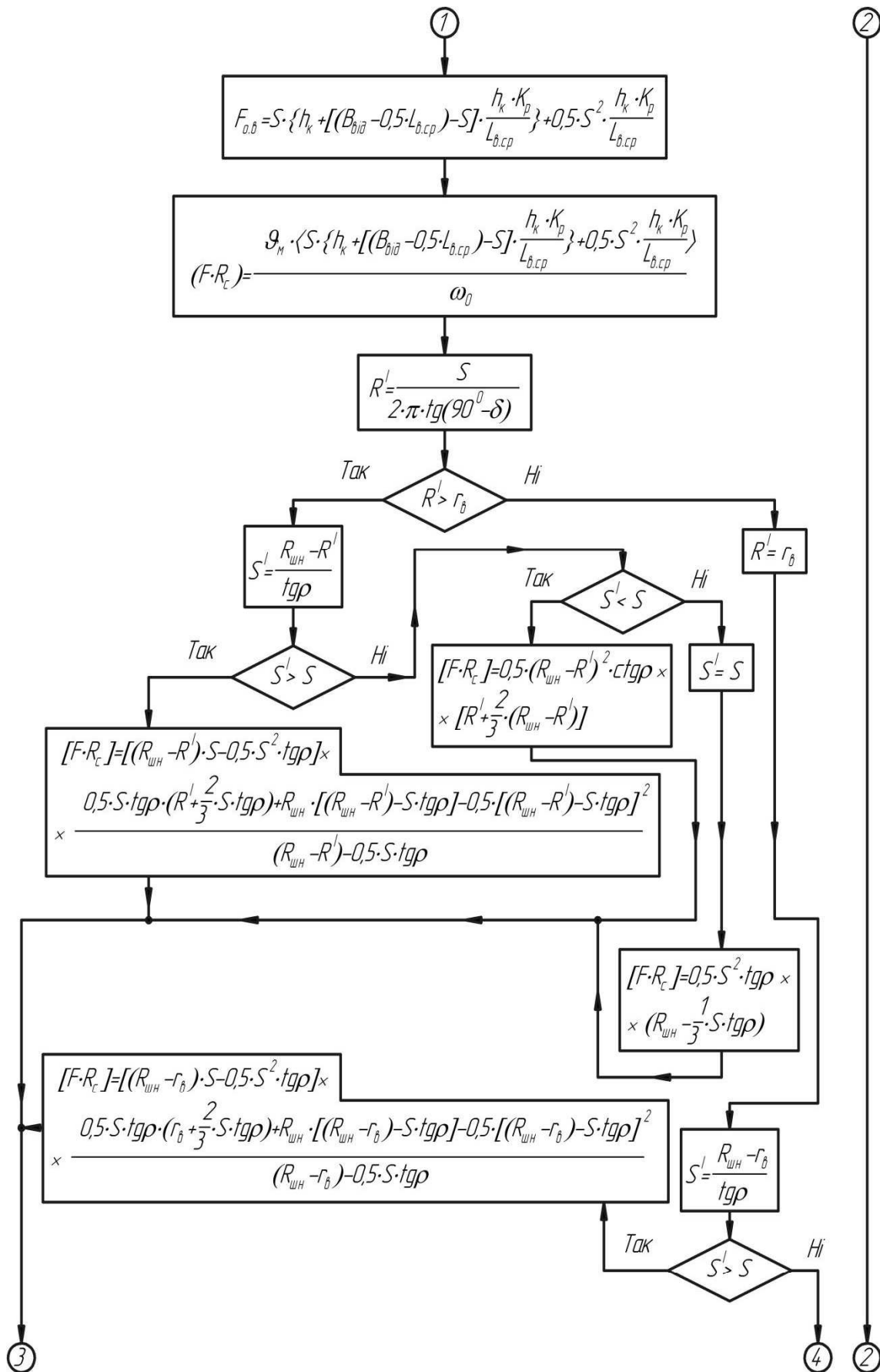


Рис. 1. Блок-схема визначення частоти обертання шнекового інтенсифікатора і дальності польоту ґрунту (продовження на стор. 99).

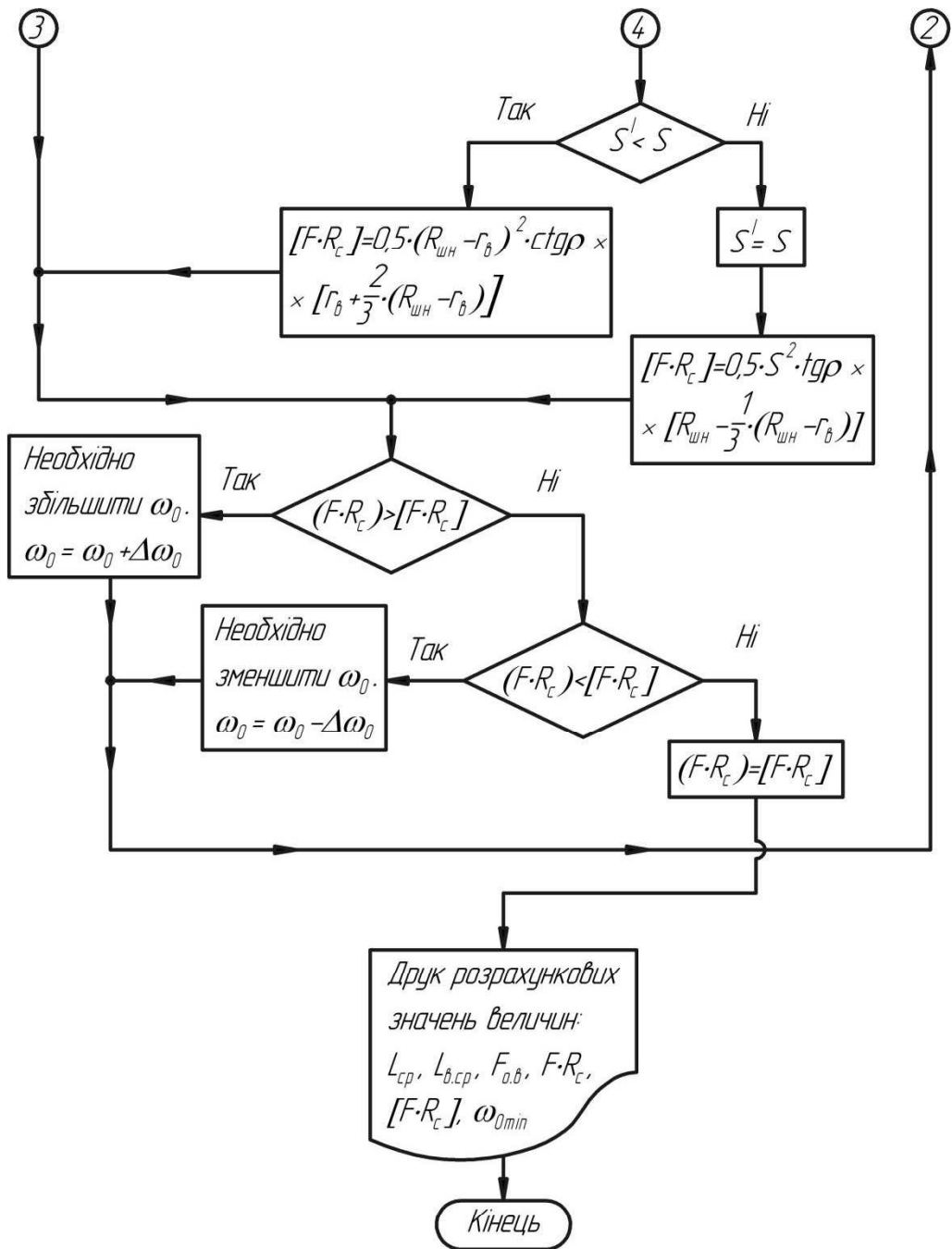


Рис. 1. Блок-схема визначення частоти обертання шнекового інтенсифікатора і дальності польоту ґрунту.

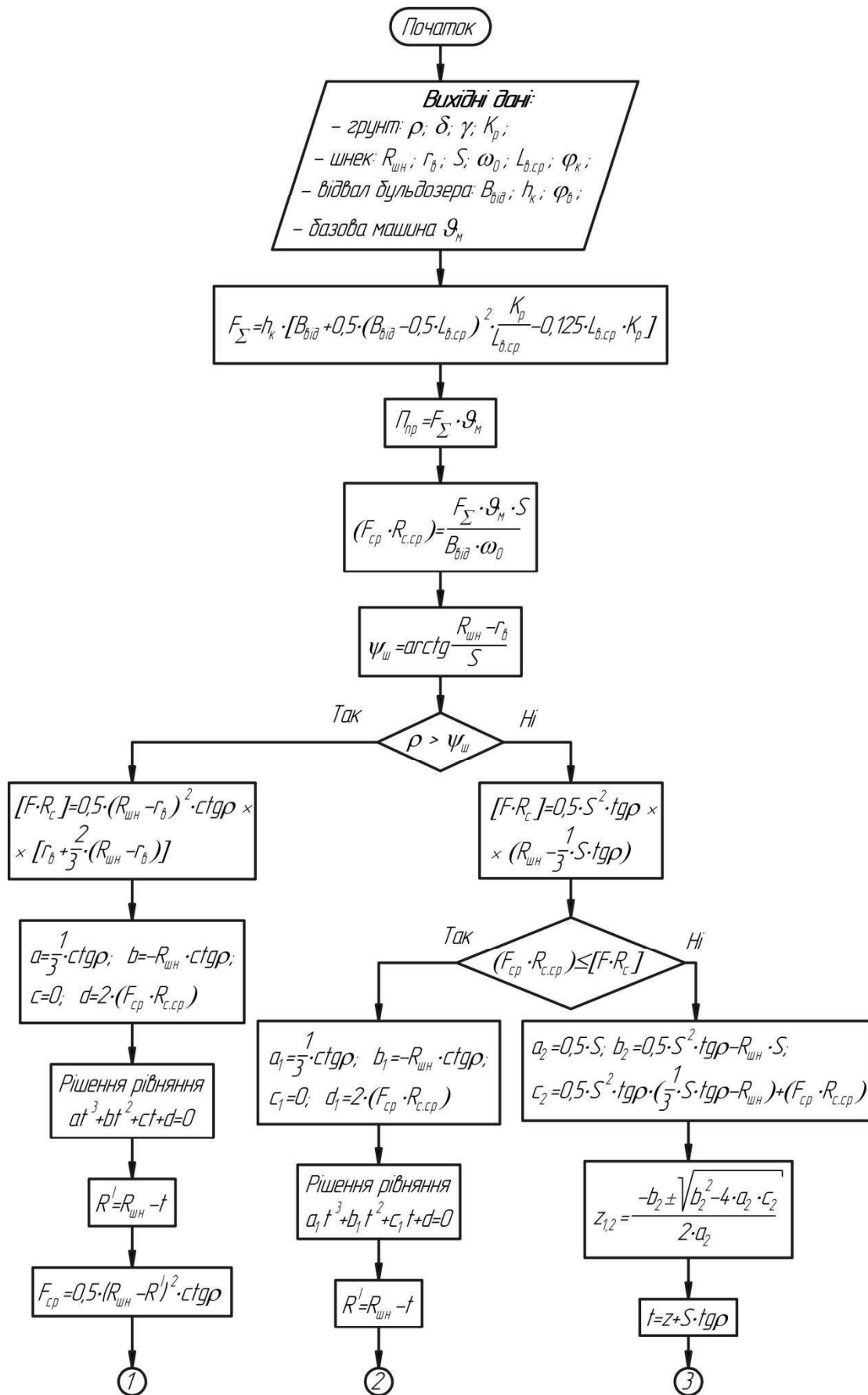


Рис. 2. Блок-схема визначення силових і енергетичних параметрів робочого процесу (продовження на стор. 101).

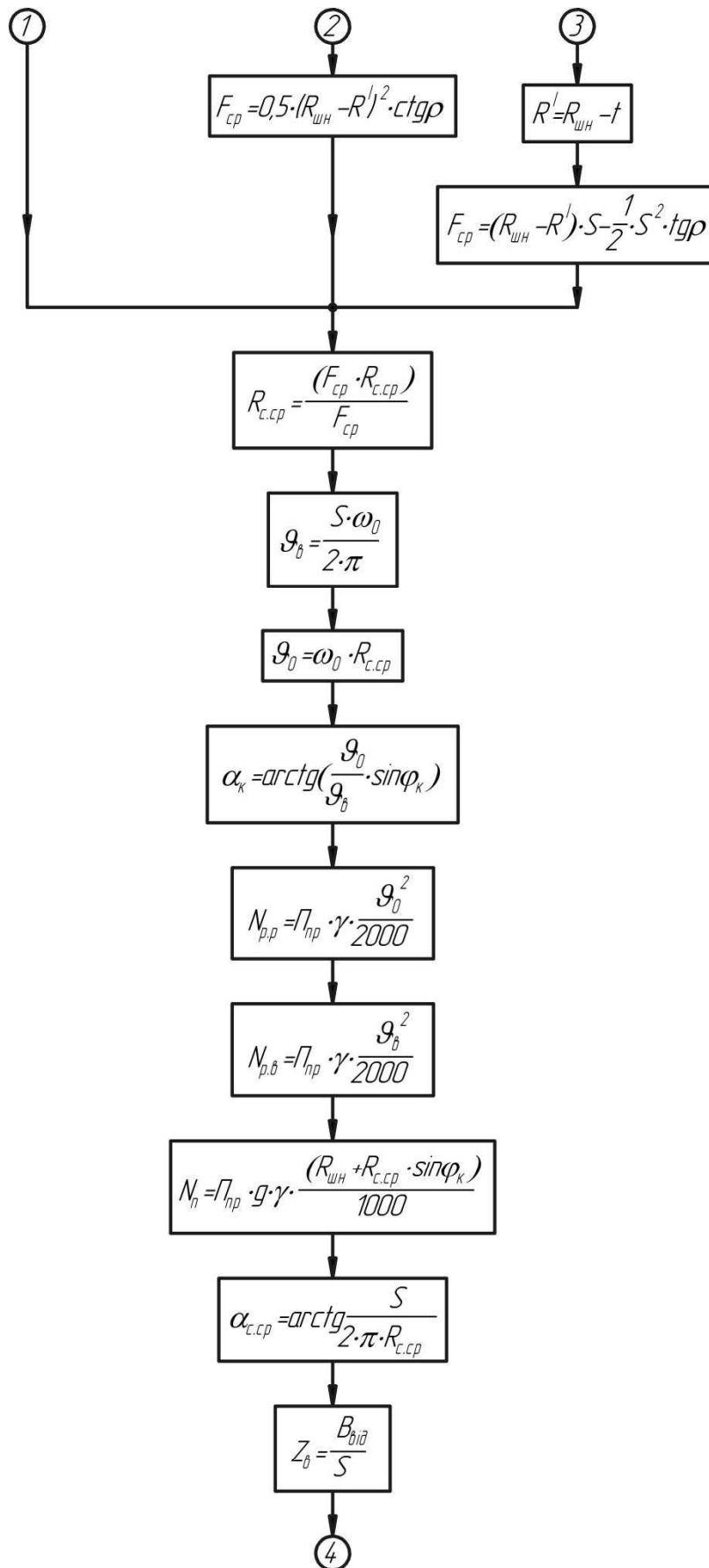


Рис. 2. Блок-схема визначення силових і енергетичних параметрів робочого процесу (продовження на стор. 102).

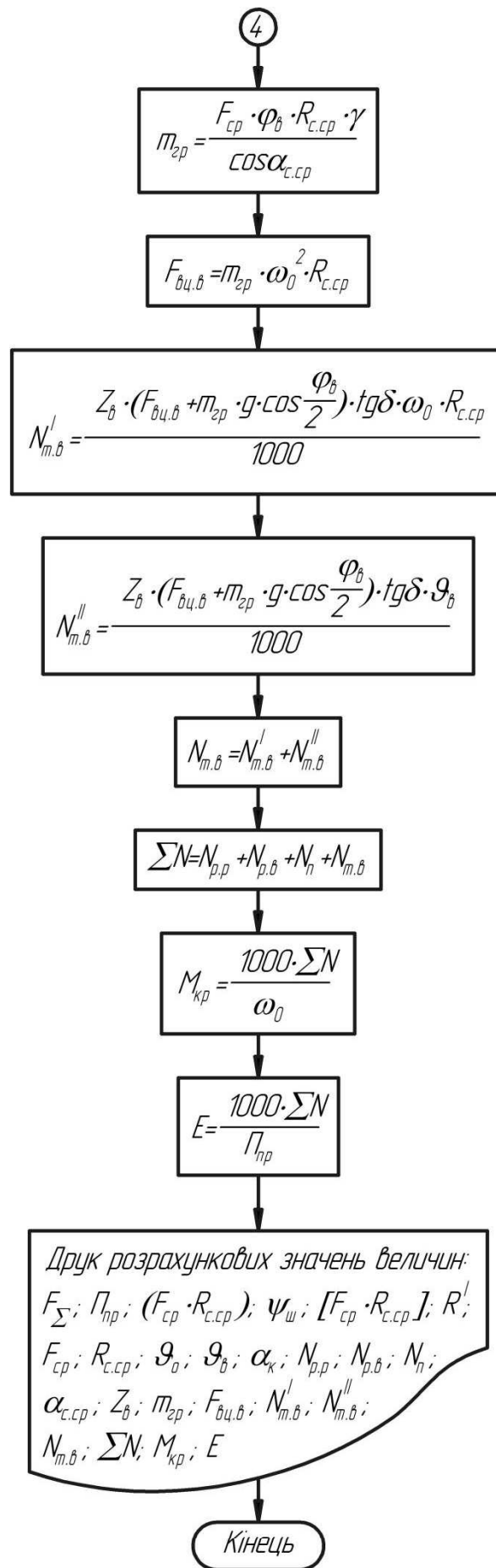


Рис. 2. Блок-схема визначення силових і енергетичних параметрів робочого процесу.



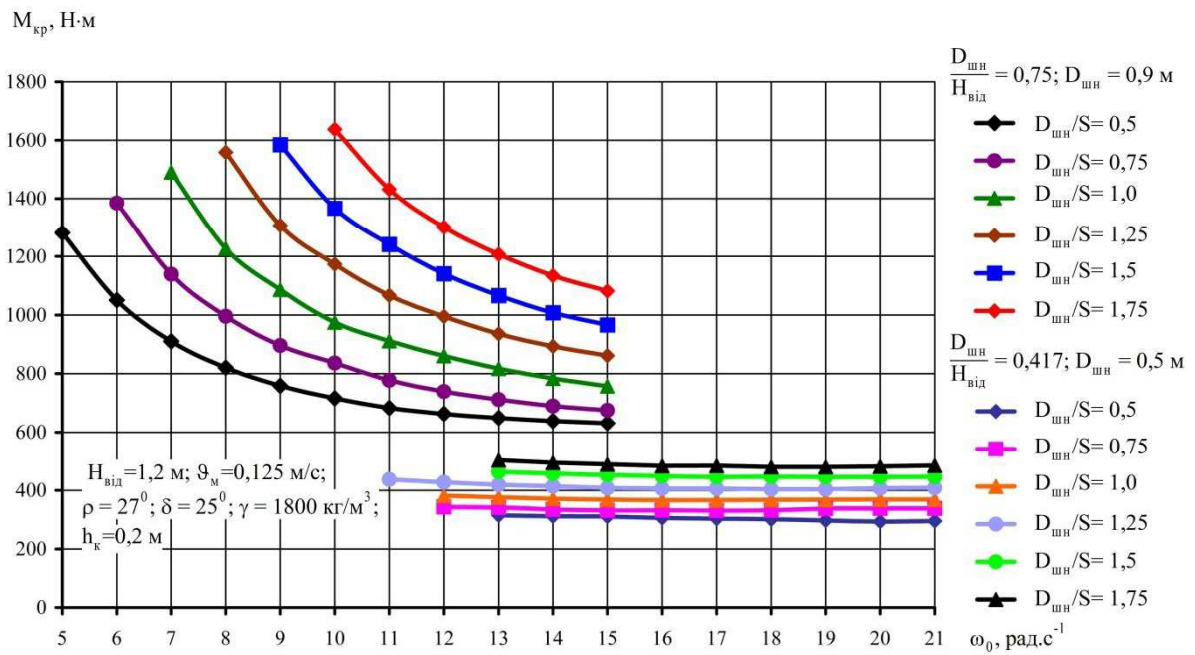


Рис. 3. Залежність крутного моменту  $M_{кр}$  від кутової швидкості  $\omega_0$ .

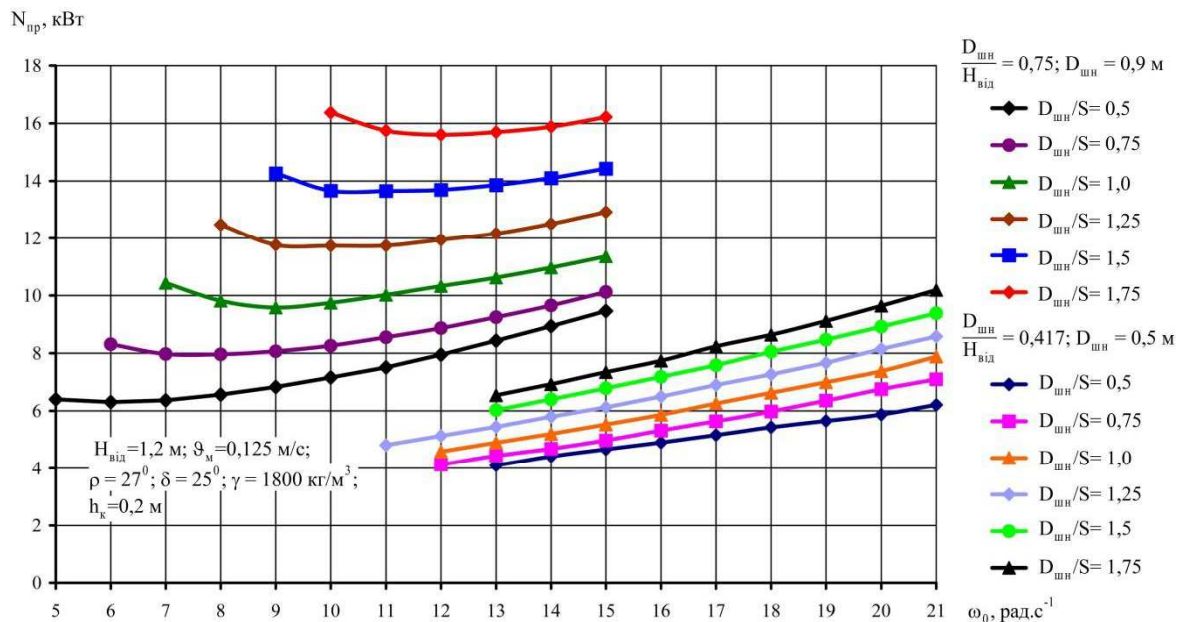


Рис. 4. Залежність потужності  $N_{пр}$  від кутової швидкості  $\omega_0$ .

З огляду на можливість вісьового зміщення ґрунту за межі робочого органу (рис. 5) при бічному транспортуванні шнековим інтенсифікатором горизонтальної ґрунтової поверхні можна зауважити, що при мінімальних кутових швидкостях для діаметрів  $D_{шн} = 0,5$  м і  $D_{шн} = 0,9$  м та співвідношень  $D_{шн}/S = 0,5 \dots 1,75$  ґрунт виходить за його межі робочого органу на  $0,6 \dots 0,9$  м.

Розгляд залежності енергоємності (рис. 6) встановив, що мінімальним значенням відповідають наближені значення кутових швидкостей до мінімальних при діаметрах  $D_{шн} = 0,5$  м та  $D_{шн} = 0,9$  м, що досліджувались.

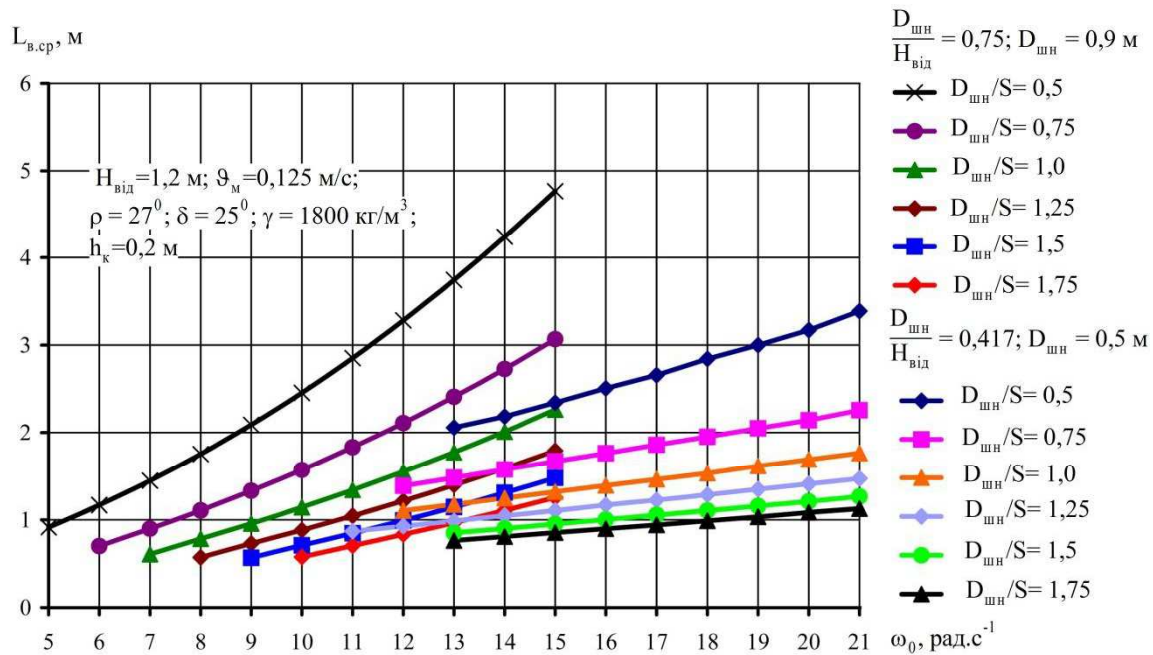


Рис. 5. Залежність середньої відстані метання ґрунту  $L_{в.сп}$  від кутової швидкості  $\omega_0$ .

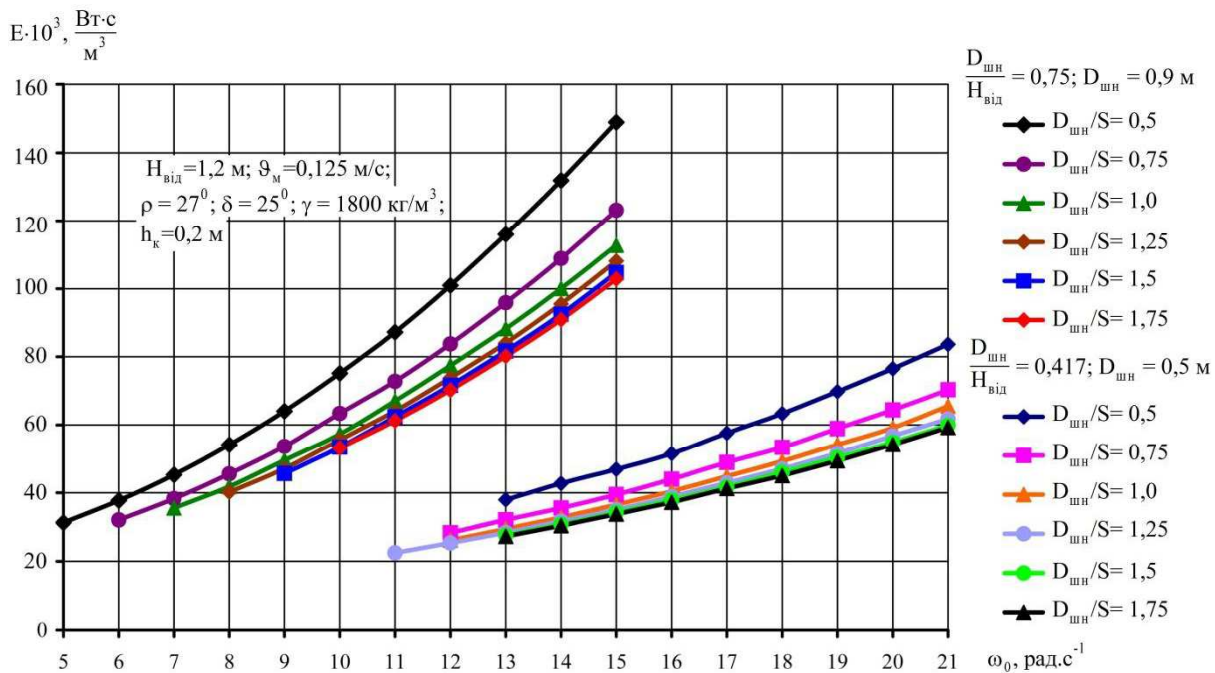


Рис. 6. Залежність енергоємності  $E$  робочого процесу переміщення ґрунту шнековим інтенсифікатором від кутової швидкості  $\omega_0$ .

**Висновки.** 1. Розроблено алгоритм визначення критичної кутової швидкості з умови безперервності потоку, середнього значення осьового зміщення ґрунту, крутного моменту на привідному валу, потужності та енергоємності робочого процесу шнекового інтенсифікатора при копанні ґрунту. 2. Аналіз теоретичних залежностей дозволив визначити раціональні межі геометричних параметрів та режимів роботи

шнекового інтенсифікатора на відвальному робочому органі при копанні ґрунту: співвідношення діаметра й кроку  $D_{uni}/S = 0,9...1,0$ ; довжина  $L_{uni} = B_{від}$  та кутова швидкість обертання шнекового інтенсифікатора  $\omega_0 = 9...12 \text{ рад.с}^{-1}$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Севастьянов К. М. Исследование энергоемкости процесса экскавации торфа из залежи горизонтальными шнек-фрезами. / Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Калинин: КПИ, 1973. – 23 с.
2. Зенков Р. Л. Машины непрерывного транспорта / Р. Л. Зенков – М. : Машиностроение, 1980. – 303 с.
3. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры / А. М. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1972. – 182 с.
4. Баловнев В. И. Исследование работы отвалов с механической интенсификацией / В. И. Баловнев, В. Н. Шкрыль // Строительные и дорожные машины. – М.: ООО «СДМ-Пресс», 1978. – №4. – С. 24 – 26.
5. Спиваковский А. О. Специальные транспортирующие устройства в горнодобывающей промышленности / А. О. Спиваковский, И. П. Гончаревич – М. : Недра, 1985. – 129 с.
6. Сухоруков В. С. Снижение энергоемкости транспортирования ґрунта горизонтальным шнеком / В. С. Сухоруков, А. И. Долгих // В кн.: «Проблемы сельскохозяйственной мелиорации в Поволжье». – Саратов, 1984. – С. 167 – 170.
7. Хмара Л. А. Методика расчета винтошнекового интенсификатора на рабочем оборудовании бульдозера / Л. А. Хмара, Р. Н. Кроль, И. А. Соколов, Е. И. Урих // Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава. : ПолНТУ ім. Юрія Кондратюка, 2000. – С. 75 – 77.
8. Хмара Л. А. Робочий орган бульдозера із шнековим інтенсифікатором / Л. А. Хмара, Р. М. Кроль // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дн-вськ.: ПДАБА, 2001. – №12. – С. 51 – 57.
9. Хмара Л. А. Теоретичні та експериментальні дослідження шнекового інтенсифікатора на робочому обладнанні бульдозера / Л. А. Хмара, Р. М. Кроль, І. А. Соколов // Вісник УДУВГП. – Рівне.: УДУВГП, 2002. – Вип. 5(18), Ч. 6. – С. 84 – 94.
10. Хмара Л. А. Призначення режимів роботи шнекового інтенсифікатора / Л. А. Хмара, Р. М. Кроль // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Дн-вск.: ПГАСА, 2003. – С. 230 – 231.

11. Хмара Л. А. Визначення критичної частоти обертання та висоти зависання ґрунту для шнекового інтенсифікатора на робочому обладнанні бульдозера при пошаровій розробці ґрунту / Л. А. Хмара, Р. М. Кроль // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Дн-вск.: ПГАСА, 2004. – Вып. 26. – С. 57 – 66.
12. Хмара Л. А. Теоретическое исследование режимов работы шнекового интенсификатора / Л. А. Хмара, Р. Н. Кроль // Интерстроймех – 2005: Труды международной научно-технической конференции. Ч. 1. – Тюмень, 2005. – С. 262 – 266.
13. Хмара Л. А. Теоретичне дослідження копання ґрунту бульдозером, який обладнано шнековим інтенсифікатором / Л. А. Хмара, Р. М. Кроль // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дн-вськ.: ПДАБА, 2013. – №5. – С. 26 – 33.
14. Машины для земляных работ: Навчальний посібник / [Хмара Л. А., Кравець С. В., Нічке В. В. та інші]; під загальною редакцією проф. Хмари Л. А. та Кравця С. В. – Рівне – Дніпропетровськ – Харків, 2010. – 557 с.
15. Кроль Р. М. Визначення значення абсолютної швидкості частки ґрунту, що транспортується шнековим інтенсифікатором / Р. М. Кроль // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Дн-вск.: ПГАСА, 2009. – Вып. 51. – С. 74 – 80.
16. Хмара Л. А. Про експериментальне дослідження шнекових інтенсифікаторів на робочому обладнанні бульдозера / Л. А. Хмара, Р. М. Кроль // УкрДАЗТ, 2002. – Вип. 50. – С. 5 – 10.
17. Хмара Л. А. Теоретическое и экспериментальное исследование рабочего бульдозера с шнековым интенсификатором / Л. А. Хмара, Р. Н. Кроль // Всероссийский ежемесячный научно-технический и производственный журнал Механизация строительства. – М.: «Креативная экономика», 2003. – №7. – С. 13 – 16.
18. Хмара Л. А. Визначення геометричних залежностей шнекового інтенсифікатора на робочому обладнанні бульдозера / Л. А. Хмара, Р. М. Кроль // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дн-вськ.: ПДАБА, 2005. – №12. – С. 37 – 45.
19. Хмара Л. А. Отвал бульдозера с винтошнековым интенсификатором / Л. А. Хмара, Р. Н. Кроль // Строительные и дорожные машины. – М.: ООО «СДМ-Пресс», 2009. – №9. – С. 30 – 33.
20. Хмара Л. А. Экспериментальное и теоретическое исследование бульдозера с винтошнековым интенсификатором / Л. А. Хмара, Р. Н. Кроль // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – К.: КНУБА, 2008. – Вип. 71. – С. 80 – 86.