

УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАДИЦІЙНОГО СПОСОБУ РОЗРОБКИ ҐРУНТУ

АНОТАЦІЯ. Розглянуто загальні принципи удосконалення традиційного способу розробки ґрунту. Показані способи інтенсифікації процесу різання ґрунту з метою підвищення енергоефективності. Наведено приклад розрахунку витрат роботи на руйнування масиву ґрунту відповідно традиційним способом і з інтенсифікацією.

Ключові слова: інтенсифікатор, комбінований робочий орган, поверхневий шар, енергетична ефективність.

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены общие принципы совершенствования традиционного способа разработки грунта. Показаны способы интенсификации процесса резания грунта с целью повышения энергоэффективности. Приведен пример расчета потерь работы на разрушение массива грунта соответственно традиционным способом и с интенсификацией.

Ключевые слова: интенсификатор, комбинированный рабочий орган, поверхностный слой, энергетическая эффективность.

SUMMARY. The common principles of modeling of process of cutting of a ground are considered. The settlement circuit of action of the basic forces on screw-loosening a working body is shown. The example of account of criteria of similarity for process of loosening of a ground is given.

Key words: intensifier, combined the working body, the surface layer, energy efficiency.

Актуальність роботи

Створення нових комбінованих робочих органів на сьогодні є актуальним як з точки зору енергозбереження, так і з боку впровадження нових технологій.

Мета статті – за результатами досліджень різних типів робочих органів визначити ті, що мають найменшу енергоємність при різанні ґрунту.

Виклад основного матеріалу

Для традиційного способу розробки ґрунту енергетичну ефективність можна представити в наступному виді:

$$E = \frac{\int_0^{\Delta x_{\max}} P_{01}(x) dx}{\sum_{i=1}^{n_{mc}} V_{mci}^{cm} + V_{kc}^{cm}}, \quad (1)$$

де $P_{01}(x)$ – поточне зусилля впровадження робочого органа в масив ґрунту;

Δx_{\max} -максимальне впровадження робочого органа до повного відділення елементів стружки за один цикл реалізації;

V_{mci}^{cm} - обсяг i -тої стружки дрібного елемента;

n_{mc} – кількість дрібних елементів стружки ґрунту;

V_{kc}^{cm} - обсяг великого елемента стружки ґрунту.

Залежність (1) дає визначення шляхів зниження енергоємності розробки ґрунту:

1) зниження енерговитрат, що підводяться до робочого органа, $P_{01}(x) \rightarrow \min$ при збереженні параметрів стружки ґрунту (V_{mci}^{cm} і

$V_{kc}^{cm} \rightarrow \text{const}$);

2) збільшення обсягу стружки ґрунту ($V_{mci}^{cm} \rightarrow \max$ і V_{kc}^{max}) при збереженні енерговитрат, що підводяться до робочого органа $P_{01}(x) \rightarrow \min$;

3) раціональне зниження енерговитрат, що підводяться до робочого органа ($P_{01}(x) \rightarrow \min$) і обсягу стружки ґрунту ($V_{mci}^{cm} \rightarrow \min$; $V_{kc}^{cm} \rightarrow \min$) за умови, що

$E \rightarrow \min$.

Перші два визначення пов'язані з розробкою наукових основ інтенсифікації робочих процесів за рахунок їхньої раціональної конфігурації або раціональної схеми взає-

модії з масивом ґрунту й стосуються можливості зміни траєкторії руху робочого органа під час відділення стружки ґрунту від масиву.

Результати досліджень процесів впровадження робочих органів у масив ґрунту доводять, що до 40 % енергії, що підводяться до робочого органа, витрачається неефективно - на ущільнення шарів ґрунту, що підлягають в подальшому розробці.

На підставі теоретичного аналізу встановлено, що до 80 % енерговитрат витрачається на відділення від масиву великого елемента стружки ґрунту. У пропонованому способі розробки ґрунту передбачається, що робочий орган впроваджується в масив на величину $\Delta x^{un} < \Delta x_{max}$, разом з тим очевидно

$$V_{mci}^{cm} < V_{kc}^{cm};$$

$$P_{0I}^{un}(x) < P_{0I}^{cm}(x).$$

У деякий момент часу при $\Delta x = \Delta x^{un}$ робочий орган змінює траєкторію руху з метою інтенсифікації в масиві ґрунту напруг розтягання ($\sigma_p \rightarrow max$) і руйнування поверхневого шару. Енергоємність такого способу розробки ґрунту складе

$$E_{un} = \frac{\int_0^{\Delta x^{un}} P_{0I}^{un}(x) dx + \int_0^{l_{un}} P_{un}(l_{un}) dl_{un}}{\sum_{i=1}^{n_{mc}^{un}} V_{mci}^{un} + V_{kc}^{un}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де $P_{un}(l_{un})$ – додаткове зусилля, спрямоване на інтенсифікацію в масиві ґрунту напруг розтягання;

l_{un} – величина переміщення робочого органа в напрямку дії зусилля $P_{un}(l_{un})$;

Δx^{un} – величина впровадження робочого органа в масив ґрунту до включення в роботу інтенсифікатора зусилля $P_{un}(l_{un})$;

$P_{0I}^{un}(x)$ – величина зусилля впровадження робочого органа в масив ґрунту на момент включення в роботу інтенсифікатора;

V_{mci}^{un} і V_{kc}^{un} – відповідно обсягу i -го дрібного елемента стружки ґрунту під час руйнування масиву й обсягу великого елемента, відокремлюваного від масиву, при додатковій інтенсифікації напруг розтягання ґрунту.

У пропонованому способі шлях розробки ґрунту очевидно більший, ніж при традиційному способі, тобто

$$\Delta x^{un} + l_{un} + l_{603} > \Delta x^{max},$$

де l_{603} – шлях повернення робочого органа до напрямку x .

Можна припустити, що обсяг дрібних елементів стружки ґрунту за традиційним й запропонованим способами руйнування масиву ґрунту однаковий, тобто

$$\sum_{i=1}^{n_{mc}^{un}} V_{mci}^{un} = \sum_{i=1}^{n_{mc}^{mp}} V_{mci}^{mp}.$$

У залежностях (1) і (2) чисельник припускає витрати роботи на руйнування масиву ґрунту. Якщо взяти відношення зазначених залежностей і зробити перетворення, отримаємо

$$\frac{A_{mp}}{A_{un}} > \frac{1 + V_{kc}^{mp} / \sum_{i=1}^{n_{mc}^{mp}} V_{mci}^{mp}}{1 + V_{kc}^{un} / \sum_{i=1}^{n_{mc}^{un}} V_{mci}^{un}}, \quad (3)$$

де A_{mp} і A_{un} – витрати роботи на руйнування масиву ґрунту відповідно традиційним способом і з інтенсифікацією.

З огляду на те, що $V_{kc}^{mp} = 80 \% V_{zp}$, а $\sum_{i=1}^{n_{mc}^{mp}} V_{mci}^{mp} = 20 \% V_{zp}$ і $V_{kc}^{un} < V_{kc}^{mp}$, ефективність пропонованого способу можна записати у вигляді

$$\frac{A_{un}}{A_{mp}} < \frac{1 + V_{kc}^{un} / \sum_{i=1}^{n_{mc}^{mp}} V_{mci}^{mp}}{5}. \quad (4)$$

Таким чином, ефективність запропонованого способу розробки ґрунту визначається витратами на відділення елементів стружки A_{un} і обсягом відокремлюваного великого елемента V_{kc}^{un} , що у свою чергу залежить від частоти вмикання інтенсифікатора в роботу.

Загальновідомо, що витрати енергії на відділення великого елемента стружки ґрунту залежать від напруг розтягання, що створюються в його масиві. Вони мінімальні при виключному розтяганні ґрунту.

Створення нових комбінованих робочих органів базується на раціональному сполученні підпроцесів впровадження ріжучої кромки в масив і відділення від нього елементів стружки ґрунту. Розглядається можливість вертикального, похилого горизонтального й обертального впровадження робочого органа. Тип робочого органа може бути клиновим, плоским, гвинтовим тощо. Для відділення стружки від масиву можливе переміщення робочого органа по осях x та y , а також поворотом робочого органа за годинниковою стрілкою $\varphi(+)$, або проти - $\varphi(-)$ (рис. 1).

При аналізі можливих схем руйнування масиву ґрунту клиновим робочим органом передбачалася можливість його впровадження вертикально, похило й горизонтально. Водночас зусилля впровадження $P_{впр}$ практично не змінюється. Після впровадження клинового робочого органа на певну глибину можливо додавання до нього додаткової зовнішньої сили по осі y або по осі x або обертальний момент $M(t)$ у напрямку масиву ґрунту (+) і від масиву ґрунту (-). Запропоновані позначення дозволили ввести спрощену індексацію різних способів руйнування ґрунту.



Рис. 1. Структурна схема формування й дослідження комбінованих робочих органів

Аналіз представлених схем взаємодії клинових робочих органів з ґрунтом дає можливість зробити висновок, що найбільша інтенсифікація напруг розтягання ґрунту спостерігається в схемах, в яких обертальний момент $M(t)$ спрямований до масиву ґрунту. Необхідно звести до мінімуму витрати на впровадження робочого органа в масив ґрунту $P_{вн}(t) \rightarrow \min$. Така модернізація приводить до створення плоских робочих органів.

Висновки

1. Проведено порівняльний аналіз розробки ґрунту різними робочими органами традиційним способом та з інтенсифікацією.
2. Виділені найефективніші типи робочих органів з точки зору енергоємності процесу різання ґрунту.
3. Розраховані нові залежності витрати роботи на руйнування масиву ґрунту відповідно традиційним способом і з інтенсифікацією.

Література

1. Блохин А.В. Теория эксперимента: Курс лекций в двух частях: Часть 2. – Мн.: БГУ, 2002. – 67 с.
2. Пенчук В.А., Белицкий Д.Г. Ресурсосберегающие технологии стабилизации рабочих процессов машин, взаимодействующих с грунтом// Сб. науч.тр.: Интенсификация рабочих процессов строительных и
3. дорожных машин; – Дн-ск: ПГСИА, 2008. – С. 47-55.

Рецензент: А. Т. Свідерський, к.т.н., доцент (КНУБА, Київ)

Отримано: 26.09.2011 р.