

МАШИНОЗНАВСТВО

УДК 624.132.3

Кирикович В. Д., к.т.н., старший викладач (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУСПЕНЗУВАННЯ ҐРУНТУ ФРЕЗОЮ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Наведені засоби та результати дослідження закономірностей процесів розробки ґрунтів залежно від раціональних параметрів змішувальних поверхонь ґрунторуйнівних елементів для підвищення ефективності фрезерного робочого органа при розробці ґрунту у водному середовищі.

Ключові слова: суспензування, ґрунторуйнівні елементи фрези, змішувальна поверхня, водне середовище.

Постановка проблеми. Широкий діапазон технологічних процесів суспензування середовища вимагає швидкої адаптації робочих органів до різноманітних умов застосування. Так, для прокладання комунікацій, будівництва стінок в ґрунті, добування корисних копалин застосовуються фрезерні робочі органи, які не в повній мірі забезпечують якість процесу суспензування ґрунту у водному середовищі, що залежить від стружкоутворення і суспензування, тому він потребує дослідження параметрів змішувальної поверхні ґрунторуйнівних елементів фрези.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість публікацій дослідження робочих процесів фрезерних робочих органів стосуються незалежних процесів різання і змішування [1, 2, 3].

Конструктивні рішення фрезерних робочих органів, які можуть розробляти і суспензувати ґрунт, переважно наведені в патентах і статтях [4, 5].

Слід відмітити, що лише поодинокі публікації вітчизняних дослідників розглядають розробку ґрунту у водному середовищі як процес різання з одночасним змішуванням ґрунту, що здійснюється при поступальному русі фрези [6].

Мета роботи – підвищення ефективності процесу суспензування ґрунту у водному середовищі шляхом встановлення раціональних параметрів змішувальних поверхонь ґрунторуйнівних елементів фрези.

Викладення основного матеріалу.

Для встановлення раціональних параметрів змішувальних повер-хонь ґрунторуйнівних елементів фрези проведено експериментальні дослідження на ґрунтовому каналі кафедри БДММіО НУВГП, який представляє собою бетоновану місткість прямокутного перерізу з розмірами 9,2×1,8×1,5 м, заповнену розпушеним і ущільненим ґрунтом. По верхній площині вертикальних бетонних стінок каналу прокладені рейки, якими рухається динамометричний візок з дослідним робочим обладнанням.

Загальний вигляд ґрунтового каналу і кінематична схема привода динамометричного візка представлені на рис. 1, рис. 2 і рис. 3.

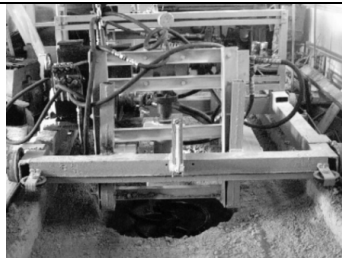


Рис. 1. Загальний вигляд ґрунтового каналу з динамометричним візком

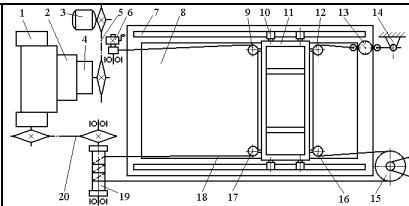


Рис. 2. Кінематична схема привода динамометричного візка:

1 – задній міст трактора; 2 – коробка зміни передач; 3 – електродвигун; 4 – ходозменшувач; 5, 20 – ланцюгові передачі; 6 – лебідка попереднього натягування каната; 7 – рейкова колія; 8 – ґрунтовий канал; 9, 12, 15, 16, 17 – направляючі блоки; 10 – ходові котки; 11 – візок; 13 – динамометр-тензоперетворювач; 14 – опора; 18 – тяговий канат; 19 – барабан

Динамометричний візок 11 пересувається за допомогою канатно-блочного механізму під дією тягового зусилля, яке створюється барабаном 19 лебідки. Крутний момент на барабан 19 передається від трифазного синхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором А-62-бш2 (N=10 кВт) 3 через ланцюгову передачу 5 на вхідний вал ходозменшувача 4, коробку зміни передач 2, задній міст 1 трактора ДТ-75Б. На вхідному валі правого бортового редуктора встановлена зірочка ланцюгової передачі 20 привода барабана 19 лебідки. Канат 18 канатно-блочного механізму одним кінцем закріплюється до ручної лебідки 6, пропускається через направляючі блоки візка 9, 17, барабан 19, нерухомий блок 15, направляючі блоки візка 16, 12. Інший кінець каната 18 закріплюється до динамометра-тензоперетворювача другого класу то-

чності (ДПУ-2-2) 13, який з'єднаний з нерухомою опорою 14. Візок зварної конструкції 11 опирається на чотири котки 10 з ребордами і рухається рейками 7 вздовж каналу 8. Привод забезпечує 28 значень швидкостей в діапазоні 0,01...0,058 м/с.

Установка для дослідження процесів різання і змішування ґрунту (рис. 3) розміщується на візку ґрунтового каналу і складається із привода і робочого органу (фрези).

Робочий орган представляє собою вал із фланцем, який кріпиться до приводного вала. Довжина фрези складала 0,8 м, діаметр – 1 м.

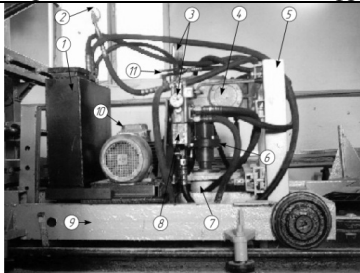


Рис. 3. Дослідне робоче обладнання на динамометричному візку:
1 – бак; 2 – тензоланка; 3 – манометр; 4 – редуктор; 5 – рама; 6 – муфта; 7 – колонка; 8 – розподільник; 9 – візок; 10 – насосна станція; 11 – регульований дросель

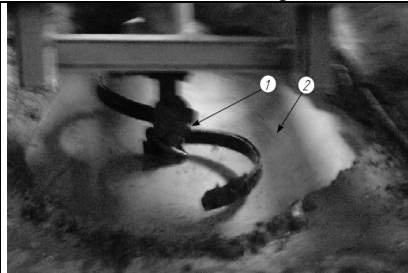


Рис. 4. Ґрунторозроблювальне обладнання в заробі:
1 – фреза; 2 – забій

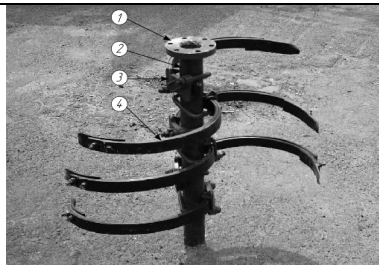


Рис. 5. Фреза:
1 – фланець; 2 – вал; 3 – зажим;
4 – руйнівний елемент

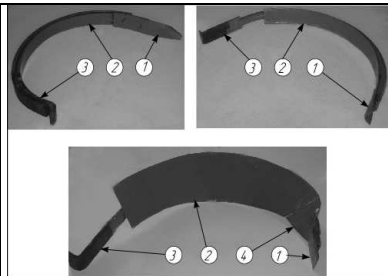


Рис. 6. Руйнівні елементи:
1 – ніж; 2 – змішувальна поверхня;
3 – держак; 4 – перехідна поверхня

На валі встановлювались робочі елементи (рис. 6). Конструкція держака лопатей із ножами дозволяла змінювати положення робочих елементів у радіальній і осевій площинах. Ножі кріпились за допомогою штифтів або приварювались до стійки лопаті, що фіксувалась хо-

мутами до вала (рис. 4 і рис. 5). Кут різання складав 30° .

Привод вала із робочими елементами здійснювався від асинхронного електродвигуна із короткозамкнутим ротором АМУ 132S6 ($N=3$ кВт, $n=1500$ об/хв), який через пальцеву муфту приводив у дію аксіально-поршневий насос (210. 16 – $Q=28$ см³/об, $n=1500$ об/хв.). У свою чергу насос нагнітає робочу рідину через розподільник, трубопровід і регульований дросель до гідродвигуна (210. 16), який через пальцеву муфту і редуктор РМ 350-II-ІЦ ($i=40$) приводив в дію приводний вал приводної колонки.

Зміна частоти обертання вала досягалась шляхом регулювання подачі масла до гідромотора за допомогою регульованого дроселя.

Весь привод розміщується на рамі, яка кріпиться до динамометричного візка.

Тензометрична оснастка стенда складалась із вмонтованих на напірній лінії тензоперетворювачів (рис. 3) у вигляді трубки Бурдона, на яку наклеєні датчики.

При виконанні тензометричних дослідів на ґрунтовому каналі використовувалися: ноутбук із програмою СТ-8 і трубка Бурдона (рис. 7, рис. 8).

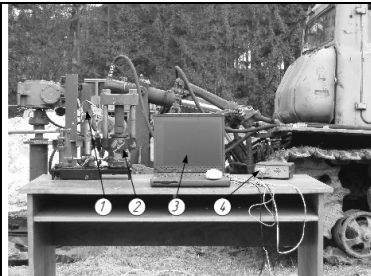


Рис. 7. Апаратура для тарування датчиків тиску:

- 1 – трубка Бурдона з тензодатчиками;
- 2 – гідравлічний прес;
- 3 – ноутбук;
- 4 – тензоперетворювач

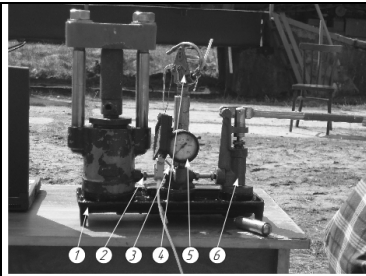


Рис. 8. Стенд для тарування датчиків тиску:

- 1 – масляна ванна;
- 2 – напірна магістраль;
- 3 – вентиль;
- 4 – тензометрична ланка;
- 5 – контрольний манометр;
- 6 – насос ручний

Тарування тензоперетворювачів гідросистеми і датчиків тиску виконувалось за допомогою ручного гідравлічного преса (рис. 7).

Гідравлічний прес (рис. 8) включає масляну ванну 1, ручний насос 2, вентиль 3, напірну магістраль 5. Паралельно підключається манометр 4 і тензометрична ланка 6, яка з'єднана через тензоперетворювач 8 із ноутбуком.

Для якісного аналізу процесу при проведенні досліджень використовувалися цифрова відеокамера JVC GR-DVL9700 та цифрова фото-

камера Mustek G-Smart mini 2.

Експериментальними дослідженнями, які виконані на ґрунтовому каналі НУВГП, підтвердили припущення про залежність крутного моменту на робочому органі від форми змішувальних лопатей і параметрів робочого органа, а також встановили, що піщані ґрунти переходять із збуреного масиву в звичайний природний стан за декілька секунд, а глинисті маси можуть залишатися в такому стані декілька діб.

Залежності, що характеризують зміну крутного моменту та потужності на валі фрези, приведені на рис. 9, рис. 10, рис. 11.

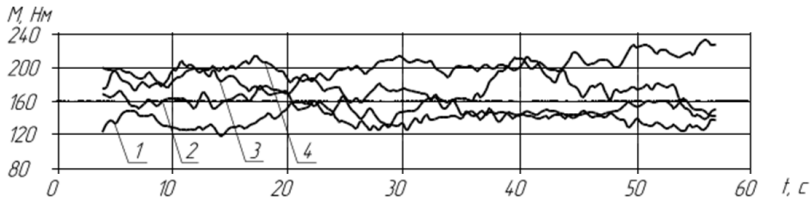


Рис. 9. Залежність крутного моменту одного руйнівного елемента від кута атаки при густині середовища $\rho_c = 1,47 \text{ г/см}^3$ (суглинок напівтвердий):

$$1 - \alpha_{am} = 45^\circ; 2 - \alpha_{am} = 30^\circ; 3 - \alpha_{am} = 70^\circ; 4 - \alpha_{am} = 90^\circ$$

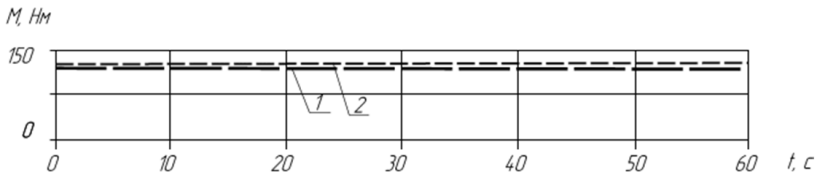


Рис. 10. Залежність крутного моменту одного руйнівного елемента при густині середовища $\rho_c = 1,47 \text{ г/см}^3$ (суглинок напівтвердий):

1 – експериментальні; 2 – теоретичні

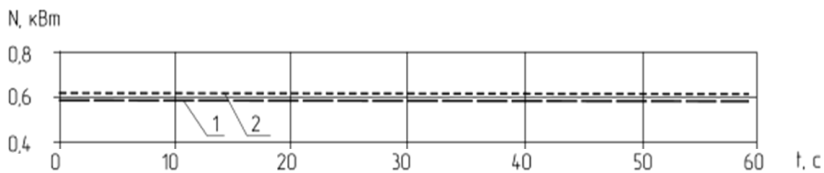


Рис. 11. Залежність потужності, що витрачається на обоєртання одного руйнівного елемента при густині середовища $\rho_c = 1,47 \text{ г/см}^3$ (суглинок напівтвердий): 1 – експериментальні; 2 – теоретичні

Із аналізу результатів досліджень видно:

- найменший опір переміщення лопаті в однорідному середовищі

припадає на руйнівні елементи із кутом атаки $\alpha_{am} = 43^\circ \dots 47^\circ$, а найбільший – $\alpha_{am} = 88^\circ \dots 92^\circ$ (рис. 9);

- рівномірність крутного моменту під час змішування залежить від однорідності суспензного середовища (рис. 10).

Висновки:

1. Дослідженнями встановлено, що піщані ґрунти переходять із збуреного масиву в звичайний природний стан за декілька секунд, а глинисті маси можуть залишатися в такому стані декілька діб.

2. Раціональними змішувальними поверхнями ґрунторуйнівних елементів є коноїдальні поверхні з кутами конусності $43^\circ \dots 47^\circ$.

3. Розбіжність результатів теоретичних і експериментальних досліджень знаходиться в межах 10%.

1. Ветров Ю. А. Машины для специальных земляных работ / Ю. А. Ветров, В. Л. Баладинский. – Киев: Вища школа, 1980. – 192 с. **2.** Зеленин А. Н. Машины для земляных работ / А. Н. Зеленин, В. И. Баловнев, И. П. Керов – М. : Машиностроение, 1975. – 424 с. **3.** Королев К. М. Пути экономии энергии при приготовлении бетонной смеси. / К. М. Королев // Стойтельные и дорожные машины. – 1982. – № 9. – С. 16-18. **4.** Пат. 62709 Україна, МПК Е 21 С 45/00. Робочий орган землерийної машини для добування корисних копалин / Кравець С. В., Романовський О. Л., Нікітін В. Г., Кирикович В. Д.; заявник і патентоволодар Український державний університет водного господарства та природокористування (Україна). – № 2003054138; заявл. 08.05.2003; опубл. 15.06.2005, Бюл. № 6. **5.** Кирикович В. Д. Дослідження оптимальної структури робочого процесу добування бурштину гідрофрезою / В. Д. Кирикович // Вісник НУВГП. – 2007. – Вип. 4(40). – Ч. 3. – С. 120-125. **6.** Романовський О. Л. Дослідження форми й енергетичних показників змішувальної поверхні гідрофрезерного витягача бурштину з родовища / О. Л. Романовський, В. Д. Кирикович, І. М. Крижовець // Вісник НУВГП. – 2006. – Вип. 2 (34). – Ч. 2. – С. 126-131.

Рецензент: д.т.н., професор Кравець С. В. (НУВГП)