

Техніка для земляних та дорожніх робіт

УДК 624.132.3

Є.В. Горбатюк, к.т.н.;
Т.В. Шевченко (КНУБА, Київ)**АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РОЗПУШУЮЧИХ АГРЕГАТІВ**

Вступ. Сучасне будівництво неможливе без сучасної землерийної техніки, яка здатна розробляти тверді, мерзлі та скельні ґрунти. Одним із основних видів машин, які здійснюють розробку міцних, мерзлих та скельних ґрунтів є розпушувачі на базі гусеничних тракторів, робочий процес яких характеризується найменшою енергоємністю процесу руйнування ґрунту.

Під розпушувачем, у відповідності з встановленими представленнями, розуміється землерийна машина, яка складається із базового трактора і заднього навісного розпушуючого обладнання (рис. 1), призначена для пошарового розпушення міцних, мерзлих та скельних ґрунтів перед розробкою їх землерийно-транспортними машинами [1, 2].

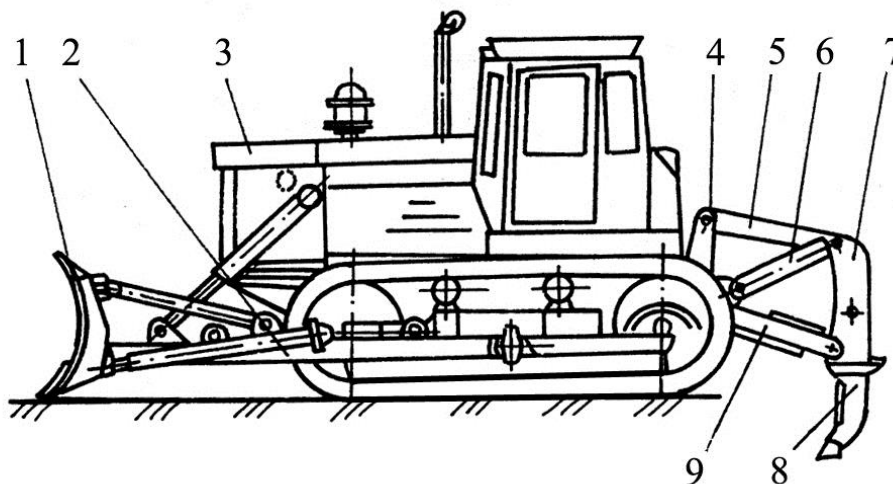


Рис. 1. Загальний вигляд розпушувача ДП-26С:

1 – відвал; 2 – універсальна рама; 3 – трактор Т-130МГ-1; 4 – опорна рама; 5,9 – верхня і нижня тяги; 6 – гідроциліндри керування зубом розпушника; 7 – робоча балка; 8 – зуб

Мета і постановка задачі. Ефективність експлуатації розпушуючого агрегату в значному ступеню залежить від раціональних режимів роботи силової установки. Системи керування та прибори індикації, які випускаються на сьогоднішній день, а також уповільнена реакція людини-оператора на умови, що швидко змінюються, не дозволяють у повному обсязі використовувати тягово-зчепні якості машини.

У зв'язку з цим актуальною є проблема подальшого удосконалення системи керування розпушуючих агрегатів, яка частково або повністю виключає людину-оператора із контурів керування двигунів внутрішнього згорання та положенням робочих органів.

Аналіз тенденцій розвитку агрегатів розпушників. Для розробки міцних ґрунтів при будівництві застосовуються розпушувачі на базі тракторів тягового класу 10, 15, 25, 35. При цьому тяговий клас трактора є основним фактором, що визначає число зуб'їв, ширину наконечника, максимальне заглиблення зуб'їв в ґрунт і інші параметри навісного



обладнання [1].

В залежності від типу ходового обладнання розрізняють колісні і гусеничні розпушувачі. Гусеничні розпушувачі застосовуються на великих площадках та при роботі в найбільш тяжких умовах експлуатації, так як вони дозволяють реалізовувати великі тягові зусилля і мають високу прохідність. Колісні розпушувачі застосовують у випадках розробки невеликих площадок з обмеженим доступом [1].

За цільовим призначенням розрізняють основні та допоміжні розпушувачі. Перші використовують для розробки мерзлих та скельних ґрунтів, другі – для розпушення щільних немерзлих ґрунтів та щільних матеріалів.

За видом навісного обладнання розрізняють трьох-, чотирьох- (паралелограмні) та багатоланкові розпушувачі. Вони можуть бути як з регульованим, так і з нерегульованим кутом розпушення, зі змінним кроком та вильотом зуба. Також використовуються розпушувачі з регульованою траєкторією заглиблення [1].

За числом зуб'їв розрізняють одно- та багатозубцеві розпушувачі. Однозубцеві призначені для розробки особливо міцних ґрунтів, а також для виконання спеціальних робіт (глибокого розпушення траншей, прокладки кабелів і т.і.). Багатозубцеві містять в комплекті непарне число зуб'їв і, в залежності від тягового класу трактора, мають три чи п'ять зуб'їв.

Базовий трактор може мати механічну, гідромеханічну або електричну трансмісію. Найбільш розповсюдженою для розпушуючого агрегату є механічна трансмісія, та як вона дозволяє отримувати на робочий орган короткочасне зусилля в 3–4 рази більше номінального тягового зусилля трактора. Це дозволяє збільшити ефективність розпушуючого агрегату в порівнянні з іншими типами трансмісій [1, 3].

Гідромеханічна або електрична трансмісії рівномірно навантажують двигун, виключаючи його перевантаження у випадку зустрічі непередбаченої перешкоди або особливо міцних включень у ґрунті, що розробляється. Але вони не дозволяють використовувати короткочасні потужні зусилля, як при механічній трансмісії.

На тяжких тракторах застосовують двопоточні гідромеханічні трансмісії, які суміщають в собі переваги механічної та гідромеханічної трансмісій [2].

Тип підвіски базової машини здійснює суттєвий вплив на ефективність розпушуючий агрегат. Жорстка підвіска збільшує продуктивність порівняно з напівжорсткою та еластичною, але не дозволяє працювати на підвищених швидкостях.

Всі праці які присвячені проблемам підвищення ефективності розпушуючих агрегатів можна умовно поділити на три групи:

- 1) удосконалення конструкції базового трактора;
- 2) удосконалення конструкції навісного обладнання і робочого органа;
- 3) удосконалення системи керування розпушуючого агрегату.

Роботи першого напрямку пов'язані з підвищенням одиничної потужності, якості та строку служби базового трактора.

Роботи другого напрямку пов'язані із створенням нових кінематичних схем навісного обладнання, що дають можливість регулювати не тільки глибину розпушення, але й такі параметри як: кут розпушення, виліт зуба та крок між зуб'ями для багатозубцевого розпушувача. Також розглядаються питання підвищення надійності навісного обладнання і гідропривода робочого органа [1].

Удосконалення робочих органів пов'язане з оптимізацією форми і основних робочих параметрів стійок зуб'їв, наконечників та накладок, стосовно до ґрунтів з різними фізико-механічними характеристиками; створенням зносостійких швидкозмінних наконечників та накладок із використанням якісних конструкційних сталей і нових способів виготовлення; застосуванням приладів, які збільшують продуктивність розпушувача, наприклад уширювачів.

Роботи третього напрямку пов'язані із створенням нових та удосконаленням вже існуючих систем керування розпушуючими агрегатами, які дозволяють підвищити ефективність розпушуючих агрегатів і одночасно поліпшити умови праці людини-оператора.

Навісне обладнання розпушуючого агрегату дозволяє змінювати положення робочого органу відносно базового трактора, тим самим, змінюючи глибину розпушення, а деякі конструкції навісних пристроїв забезпечують також зміну кута розпушення та винос в бік робочого органу. Також існують конструкції, які дозволяють повертати робоче обладнання, що забезпечує розробку в міцних, мерзлих та скельних ґрунтах похилих і вертикальних відкосів та розширює їх технологічні можливості [3, 4].

Аналізуючи кінематичні схеми навісних тракторних розпушувачів, можна зробити висновок, що існуючі тракторні розпушувачі поділяються на три- та чотириточкові.

Триточкові схеми навісних тракторних розпушувачів (рис. 2, а, б, в) відрізняються конструкціями рам розпушувачів, точками кріплення рам і циліндрів повороту рам до базового трактора. Зустрічаються також схеми із нижнім кріпленням циліндра повороту рами (рис. 2, г) [4]. Всі триточкові схеми навісних тракторних розпушувачів є простішими чотириланковими механізмами, ланки яких є: базовий трактор, рама, гідроциліндр рами, шток гідроциліндра рами.

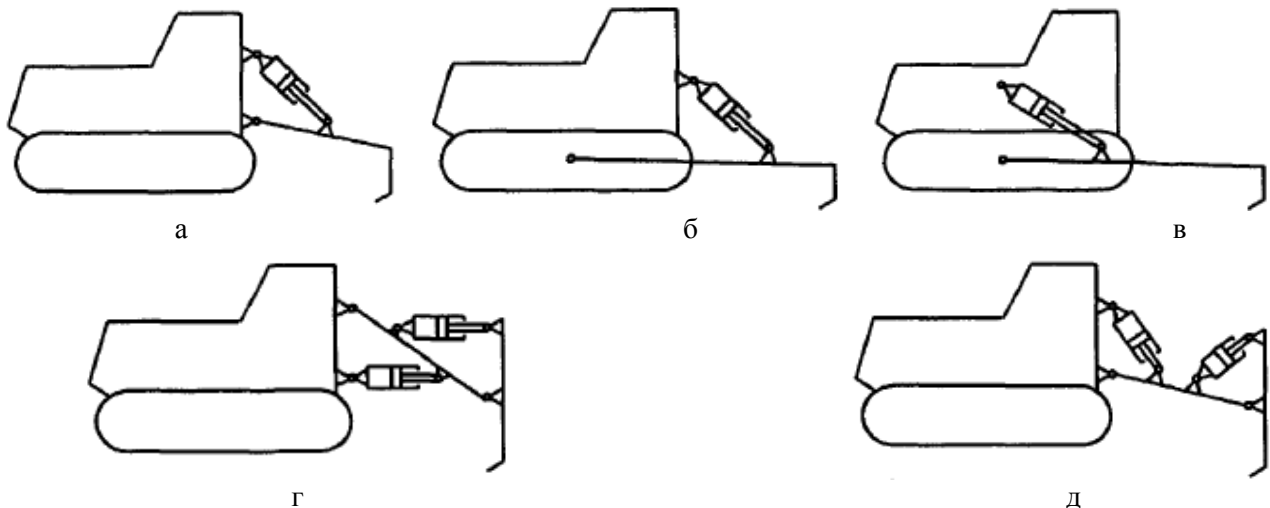


Рис. 2. Триточкові схеми навісних пристроїв розпушуючих агрегатів

Різні дослідження показують, що значення оптимального кута різання залежить від властивостей ґрунту та стану робочого органу. Так в процесі роботи розпушуючого агрегату відбувається зміна геометрії робочого органу під дією абразивних властивостей ґрунту, протягом доволі короткого часу (від 5 до 50 годин) відбувається затуплення наконечника робочого органу, яке приводить до збільшення горизонтальної складової реакції ґрунту на робочий орган, і відповідно до зміни оптимального кута розпушення [3, 4]. Регулювання кута розпушення в залежності від ґрунтових умов і величини зносу наконечника робочого органу дозволяє знизити споживану потужність, а також полегшити процес впровадження робочого органу в ґрунт. Наприклад, при ширині робочого органу 0,1м зміна кута різання на один градус призводить до зменшення величини опору ґрунту руйнуванню на 1500Н. тому практично всі сучасні конструкції навісних тракторних розпушувачів дозволяють регулювати кут розпушення. Для цього триточкові схеми доповнюються спеціальними механізмами, які дозволяють змінювати кут розпушення (рис. 2, г, д). Відмінність цих схем від розглянутих вище (рис. 2, а, б, в) в тому, що до рами розпушувача шарнірно прикріплюється стійка, поворот якої здійснюється додатковим гідроциліндром стійки. Загальним для таких схем є наявність чотириланкового механізму

повороту стійки, у склад якого входять: рама, стійка, гідроциліндр повороту стійки, шток гідроциліндра повороту стійки.

Чотириточкові навісні тракторні розпушувачі порівняно з триточковими мають таку перевагу, як незалежність кута розпушення від повороту рами, що зменшує опір виглибленню робочого органа із ґрунту та виключає застрявання великих шматків ґрунту між рамою розпушувача та базовим трактором, яке можливе при триточковій схемі.

Але чотириточкові розпушувачі відрізняються більшою масою робочого обладнання ніж триточкові, тому останні використовуються в основному в комплексі з малопотужними тракторами.

В наш час отримали широке розповсюдження чотириточкові тракторні розпушувачі, так як їх використання дозволяє збільшити продуктивність розпушуючих агрегатів на 30-40%, знизити собівартість розпушення 1 м^3 ґрунту на 23%, в середньому збільшити в 1,5 рази глибину розпушення за один прохід (порівняно з розпушувачами з триточковими навісними пристроями).

Паралелограмні схеми навісних тракторних розпушувачів, які представлені на рис. 3, відрізняються між собою розташуванням гідроциліндрів повороту рами, але всі вони є шостиланковими механізмами, ланками яких є: базовий трактор, рама, стійка, верхня тяга, гідроциліндр повороту рами, шток гідроциліндра повороту рами [3, 4].

Для тракторних розпушувачів з паралелограмної підвіскою також важливе дотримання оптимального кута розпушення, як і для триточкових тракторних розпушувачів. Тому чотириточкові тракторні розпушувачі також оснащуються пристроєм для зміни кута розпушення.

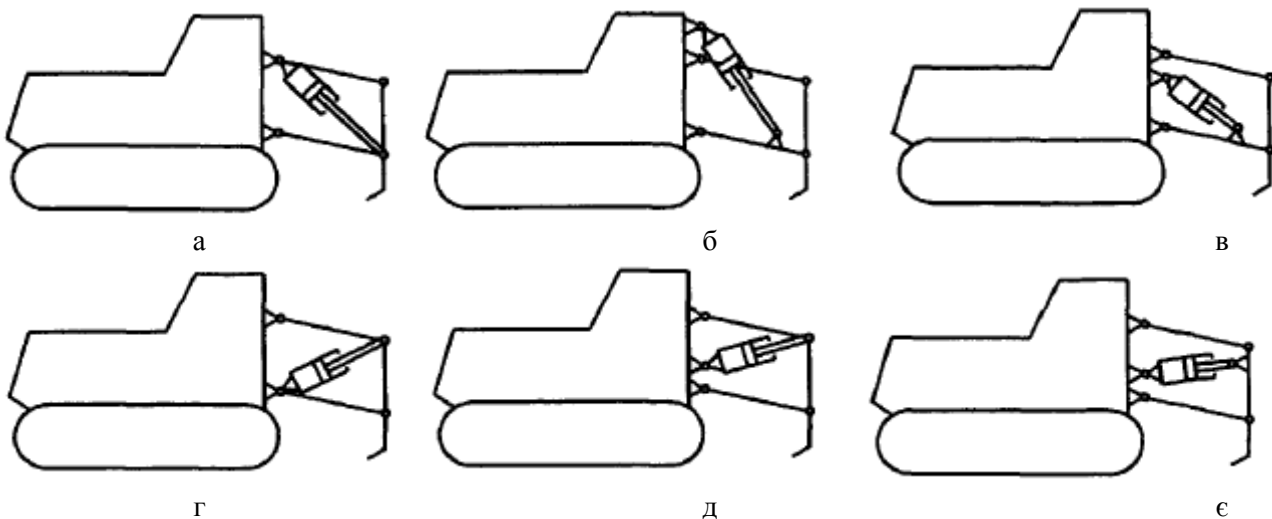


Рис. 3. Паралелограмні схеми навісних пристроїв розпушуючих агрегатів

Існує два способи регулювання кута розпушення на паралелограмних тракторних розпушувачах. Перший спосіб складається у зміні фактичної довжини верхньої тяги навісного пристрою по відношенню до довжини рами розпушувача. Цей спосіб реалізується двома шляхами: заміною верхньої тяги гідроциліндром (рис. 4 а, б), або виконанням верхньої тяги у вигляді шарнірно-зчленованого дволанковика, зміною кута між ланками якого відбувається зміною фактичної довжини верхньої тяги (рис. 4 г, д, е).

У зв'язку з тим, що заміна верхньої тяги гідроциліндра веде до отримання більш раціональної та менш складної схеми порівняно з заміною верхньої тяги шарнірно-зчленованим дволанковиком. Цей спосіб і отримав найбільше розповсюдження.

Другий спосіб складається в повороті стійки розпушувача без зміни довжини верхньої тяги. Цей спосіб також реалізується двома шляхами: виконанням стійки у вигляді шарнірно-зчленованого дволанковика, кут між ланками якого регулюється спеціальним гідроциліндром (рис. 4 ж, з, і), або виконанням паралелограмної схеми з шарнірним

з'єднанням базової ланки з трактором, поворот базової ланки відносно трактора приводить до повороту стійки (рис. 4 в) [3, 4].

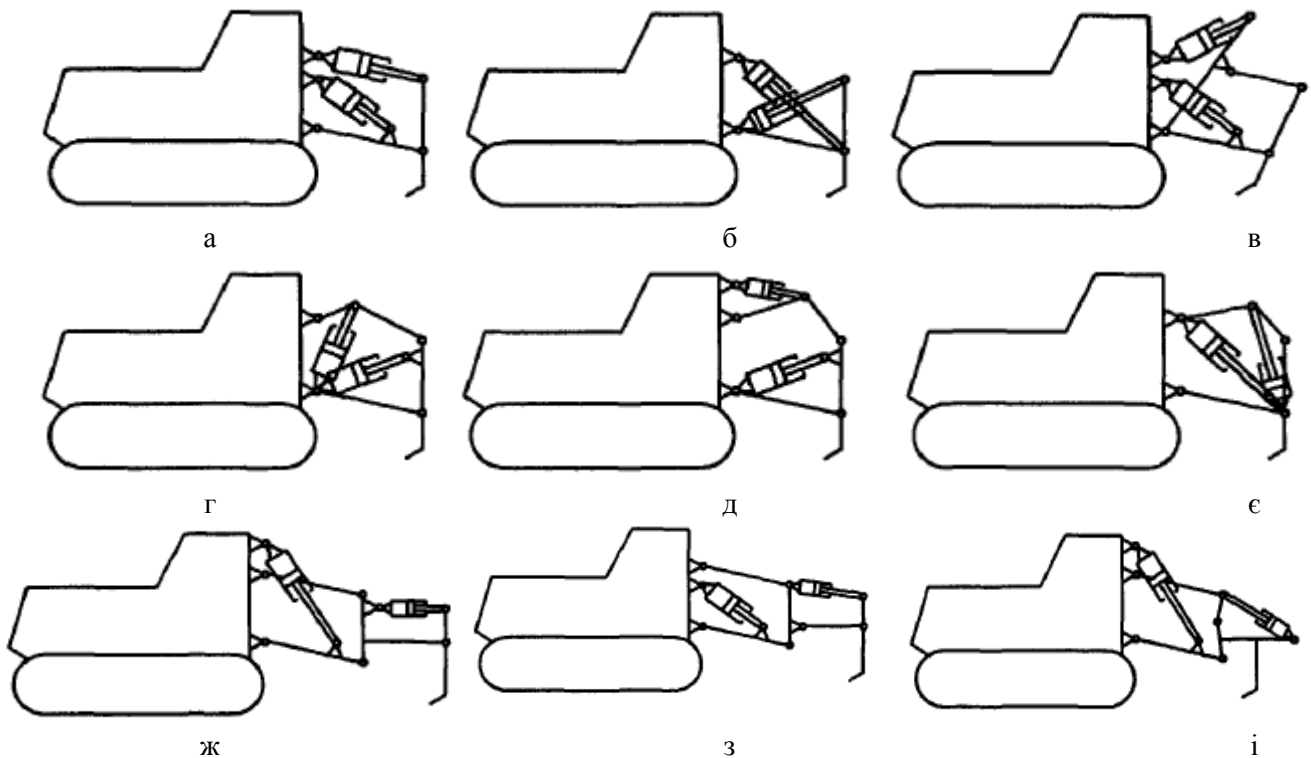


Рис. 4. Паралелограмні схеми навісних пристроїв розпушуючих агрегатів із змінним кутом Розпушення.

Реалізації другого способу зміни кута розпушення являє собою доволі складні кінематичні схеми, що обмежує випуск тракторних розпушувачів на їх принципі дії.

У відповідності з видами робіт, що виконуються, можна виділити дві основні задачі автоматизації розпушуючих агрегатів:

- оптимізація робочого процесу розпушуючого агрегату з метою підвищення його продуктивності за об'ємом розпушеного ґрунту;
- підвищення точності висотних відміток (забезпечення потрібної глибини розпушення при допустимих відхиленнях).

У відповідності з вказаними задачами автоматизації можна виділити наступні напрямки удосконалення систем керування розпушуючих агрегатів:

- автоматичне керування агрегатами машини, параметри яких впливають на якісну сторону робочого процесу, забезпечуючи підвищення продуктивності;
- автоматичне керування положенням робочого органу з метою підвищення якості (зменшення відхилень від потрібної глибини розпушення).

Висновки. Аналіз кінематичних схем навісних тракторних розпушувачів показав, що найбільше розповсюдження отримали чотириточкові (паралелограмні) схеми, що забезпечують регулювання як глибини, так і кута розпушення. Трьохточкові навісні тракторні розпушувачі використовуються, в основному, в комплексі з малопотужними базовими тракторами.

Аналіз праць, які присвячені удосконаленню систем керування розпушуючих агрегатів, довів, що основним напрямком удосконалення таких систем є зниження дисперсії коливань робочих органів. При цьому необхідно враховувати як коливання остова, що викликані дією мікрорельєфу на ходове обладнання, так і динаміку силової частини базового трактора.

*Література*

1. Баловнев В.И., Хмара Л.А. Повышение производительности машин для земляных работ: Производственное издание. – М.: Транспорт, 1992, – 136с.
2. Берновский Ю.Н. и др. Машины для разработки мерзлых грунтов. – М.: Машиностроение, 1973. – 521с.
3. Щербаков Е.С. Исследование неуправляемых перемещений рыхлительного агрегата с целью повышения эффективности разработки мерзлых грунтов: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: МАДИ, 1980. – 207 с.
4. Горбатюк Є.В. Створення робочого органу землерийної машини з орієнтованими потоками виносу ґрунту: Дис. ... канд. техн. наук. – К.: КНУБА, 2006. – 180 с.
5. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. – М.: Машиностроение, 1994. – 432с.

Рецензент: к.т.н., доц. Свідерський А.Т.

Отримано: 11.03.08