

УДК 624.132.3:621.315.29

НОЖОВО-ФРЕЗЕРНИЙ БЕЗТРАНШЕЙНИЙ УКЛАДАЧ ТРУБ

**О.Л. Романовський, доцент, к.т.н., О.В. Макарчук, доцент, к.т.н.,
О.Ю. Васильчук, аспірант, Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне**

Анотація. Представлено нову конструкцію ножово-фрезерного безтраншейного укладача труб, який технологічно забезпечує високий коефіцієнт передачі тепла в масив, аналіз стану і напрямів досліджень для його реалізації.

Ключові слова: ніж, укладач труб, самообертова фреза, теплопередача, опір, ґрунт.

НОЖОВО-ФРЕЗЕРНЫЙ БЕСТРАНШЕЙНЫЙ УКЛАДЧИК ТРУБ

**О.Л. Романовский, доцент, к.т.н., О.В. Макарчук, доцент, к.т.н.,
О.Ю. Васильчук, аспирант, Национальный университет водного хозяйства
и природопользования, г. Ровно**

Аннотация. Представлены новая конструкция ножово-фрезерного бестраншейного укладчика труб, который технологически обеспечивает высокий коэффициент передачи тепла в массив, анализ состояния и направлений исследований для его реализации.

Ключевые слова: нож, укладчик труб, самооборотная фреза, теплопередача, сопротивление, почва.

KNIFE-AND-MILLING TRENCHLESS PIPELAYERS

**O. Romanovskiy, Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences,
O. Makarchuk, Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences,
O. Vasylichuk, post-graduate,
National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne**

Abstract. The article has introduced a new design of knife-and-milling trenchless pipelayers that technologically ensures a high coefficient of heat transfer to soil; the state and lines of the research aimed at its implementation have been analyzed.

Key words: knife, pipelayer, circulating milling cutter, heat transfer, resistance, soil.

Вступ

У зв'язку з інтенсивним розвитком атомної і теплової енергетики виникає проблема утилізації теплових відходів.

Аналіз публікацій

Кількість скидного тепла, яке відводиться з циркуляційними водами охолодження технологічного обладнання, складає 300–350 млн т умовного палива щорічно [1].

Мета і постановка задачі

Створення конструкції ножово-фрезерного безтраншейного укладача, який забезпечує укладання лінійно-протяжних об'єктів із високим коефіцієнтом теплопередачі, мінімальними енергоємністю процесу та техногенним впливом на зовнішнє середовище.

Експериментальні дослідження

Пропонується скидні теплі води використовувати для обігріву ґрунту тепличних госпо-

дарств, що дозволяє підвищити температуру його родючого шару на 2–8 °С. При цьому підвищується врожайність зеленої маси на 27–40 % і з'являється можливість для повторного використання води у замкнутому циклі.

Для обігрівання ґрунту й охолодження води розроблено конструкцію закритої охолоджувально-обігрівальної мережі термогідромеліоративної системи, яка представляє собою систему блочно-модульного типу із пластмасових труб.

У зв'язку з необхідністю ефективного охолодження води у трубопроводах, забезпечення надійного захисту труб від зовнішніх чинників при обробці ґрунту механізмами та на основі результатів досліджень гідротермічного режиму ґрунтів робоче обладнання для прокладання блок-модулів повинно забезпечувати [2]:

1. Глибина укладання і діаметр труб у системі мають знаходитися відповідно у межах 0,6–0,8 м і 50–63 мм;
2. Відстань між трубами у блок-модулях – 1,0–1,5 м;
3. Обсипання ґрунтом стінок труб блок-модулів термогідромеліоративної системи з максимальною щільністю для кращої теплопередачі.

Перспективним способом укладання таких труб є безтраншейний, який забезпечує найбільш високу продуктивність, виключає винесення мінерального ґрунту на поверхню, мінімізує втрати гумусного шару і, відповідно, техногенний вплив на природне середовище. Проте традиційні робочі органи ущільнюють ґрунт; при цьому утворюється порожнина між масивом ґрунту і лінійно-протяжним об'єктом, що призводить до утворення повітряного зазору між останніми і, відповідно, зниження теплопередачі. Разом з тим лінійно-протяжні об'єкти не фіксуються ґрунтом, що може призвести до викривлення останніх і їх пошкодження.

У Національному університеті водного господарства і природокористування на кафедрі будівельних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання розроблено нову конструкцію робочого обладнання ножово-фрезерного безтраншейного укладача труб (рис. 1).

Робочий орган ножово-фрезерного безтраншейного укладача труб включає щілиноріз 1, до якого закріплено дреномер 2. На останньому з можливістю обертання закріплено самообертвову фрезу з руйнівними елементами 4, які виконано у вигляді шнекової поверхні, крок якої збільшується в напрямку, протилежному до напрямку руху. Щілиноріз 1, дреномер 2 і самообертвову фрезу 3 виконано з порожниною 5 для подачі лінійно-протяжних об'єктів 6.

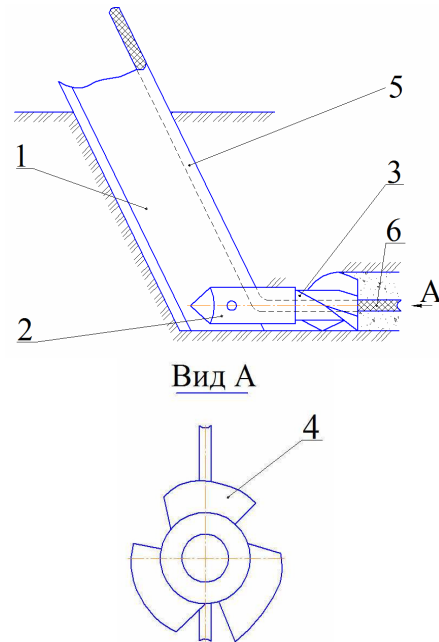


Рис. 1. Робочий орган ножово-фрезерного безтраншейного укладача труб: 1 – щілиноріз; 2 – дреномер; 3 – самообертвову фрезу; 4 – руйнівні елементи; 5 – порожнина для подачі лінійно-протяжних об'єктів; 6 – лінійно-протяжний об'єкт

Робота полягає в такому. Під час переміщення ножово-фрезерного безтраншейного укладача труб щілинорізом 1 і дреномером 2 ґрунт ущільнюється в масив. У ґрунті при цьому утворюється порожнина. За дреномером 2 рухається самообертвову фрезу 3, яка під дією тиску з боку зустрічного потоку ґрунту обертається. Одночасно в зоні дії фрези через порожнину 5 подається лінійно-протяжний об'єкт 6. При цьому ґрунт, який знаходиться в межах тіла обертання самообертвової фрези 3, сколюється, подрібнюється та укладається в об'єм порожнини тіла обертання, обсіпаючи при цьому лінійно-протяжний об'єкт 6.

Ножово-фрезерний безтраншейний укладач труб забезпечує укладання лінійно-протяж-

них об'єктів із високою якістю без негативного техногенного впливу на навколишнє середовище, необхідну щільність обсіпки труб для доброї теплопередачі та виключає їх пошкодження від викривлення шляхом фіксації відносно осі.

Проблемою описаного обладнання є значний тяговий опір, зумовлений наявністю ножа розрізного типу. Тому широка реалізація укладача у виробництві вимагає оптимізації параметрів ножа в напрямі мінімізації опору і максимальної реалізації тягово-зчіпних властивостей ходового обладнання тягача з опорною поверхнею для забезпечення максимальних технологічних параметрів машини.

Аналіз вітчизняних і закордонних конструкцій безтраншейних укладачів показав, що при будівництві підземних комунікацій застосовують машини з різноманітними за формою робочої поверхні ножами. Практично застосовуються ножі двох типів: із прямолінійною і криволінійною різальною кромкою. До перших належать вертикальні ножі та ножі з від'ємним та додатним кутом установки. Вертикальні ножі та ножі з від'ємним кутом установки забезпечують якісне розрізання верхнього дернового шару ґрунту, але при цьому відбувається вивішування базової машини на робочому обладнанні, що веде до втрати зчеплення ходового обладнання з опорною поверхнею. Ножі з додатним кутом установки за рахунок привантаження робочого обладнання вертикальною складовою повного опору різанню дозволяють максимально реалізувати тягово-зчіпні властивості базової машини.

Схему класифікації ножів безтраншейних укладачів приведено на рис. 2.

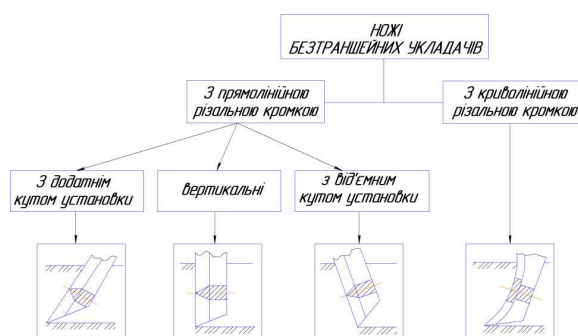


Рис. 2. Класифікація ножів безтраншейних укладачів

Для вирішення проблеми оптимізації параметрів ножів необхідно провести дослідження начіпних та причіпних робочих органів з урахуванням максимальної глибини закладання лінійно-протяжних об'єктів як одного з основних параметрів трубоукладачів.

Оскільки форма і параметри причіпних робочих органів не впливають на зчіпні властивості базових машин, то ефективним критерієм оптимізації є мінімізація опору переміщенню

$$P = \min, \quad (1)$$

де P – сила опору переміщенню робочого органа.

Для ножів начіпних робочих органів оптимізацію слід проводити на основі повного опору різанню з урахуванням привантаження базової машини вертикальною складовою цього опору, оскільки оптимізація начіпних робочих органів на основі горизонтальної складової повного опору різанню може призвести до небажаного результату. За зниження опору різанню можливе вивішування базової машини на робочому обладнанні і, як наслідок, ще більш інтенсивне зниження тягового зусилля по зчепленню ходового обладнання з опорною поверхнею.

Отже, найкращим чином реалізація параметра максимальної глибини закладання лінійно-протяжних об'єктів відбудеться за умови повного використання тягово-зчіпних властивостей базових машин, а останніх – за умови, що кут установки розрізного ножа відповідає мінімальному значенню різниці між тяговим опором переміщенню робочого органа і додатковою силою зчеплення від навантаження тягача вертикальною складовою повного опору для начіпних робочих органів, [3]

$$\Delta = P - \phi_3 R \rightarrow \min, \quad (2)$$

де Δ – різниця сил; R – вертикальна складова повного опору робочого органа; ϕ_3 – коефіцієнт зчеплення ходового обладнання тягача з опорною поверхнею.

Такі дослідження повинні виконуватись за умови, що поточне значення тиску q виражається через несучу спроможність ґрунту $q_{кр}$ з

урахуванням залежності тиску на робочій грані ножа від кута загострення і установки [4]

$$q = q_{кр} \cdot K, \quad (3)$$

$$K = \frac{\cos \alpha - \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}{1 - \sin^2 \gamma \cdot (1 - \cos \alpha) - \sin \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}, \quad (4)$$

де K – оціночний коефіцієнт співвідношення між тисками середовища на робочу грань ножа; α – кут загострення; φ – кут тертя ґрунту по робочій грані; γ – кут установки розрізного ножа.

Висновки

Укладання труб охолоджувально-обігрівальної мережі термогідромеліоративних систем ножово-фрезерним безтраншейним укладачем труб є високоякісним без негативного техногенного впливу на навколишнє середовище, з необхідною щільністю обсіпки труб для доброї теплопередачі та виключає їх пошкодження від викривлення шляхом фіксації відносно осі. Проте для забезпечення максимальної реалізації технологічних параметрів машини, тобто максимально можливих глибини або зони обробітку необхідно провести дослідження впливу геометрії ножів (кутів загострення та установки), оскільки вони суттєво впливають на тягово-енергетичні параметри укладачів.

Література

1. Кравець С.В. Ґрунтозахисні та енергозберігаючі машини: монографія / С.В. Кравець. – Рівне: РДТУ. 1999. – 277 с.
2. Ольховик А.И. К вопросу выбора технологии строительства охлаждающих блокомодулей гидротермомелиоративных систем. / А.И. Ольховик, И.А. Панасюк, С.В. Ковалев // Достижения НТП – в мелиорацию и водное хозяйство: тез. докл. науч.-техн. конф. – Ровно. – 1987. – Ч. III. – С. 59–60.
3. Кравець С.В. Визначення параметрів багатоярусних ґрунтозахисних робочих органів безтраншейних укладачів. / С.В. Кравець, О.Л. Романовський // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини: Респ. міжвід. наук.-техн. зб. – К.: Техніка. – 1996. – Вип. 50. – С. 35–37.
4. Романовський О.Л. Аналітичні дослідження впливу кута захвату на тиск робочого середовища на робочу грань ножа / О.Л. Романовський // Вісник РДТУ. – 1998. – Вип. 1, Ч. 1. – С. 158–161.

Рецензент: М.Д. Каслін, професор, к.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 10 травня 2012 р.