

УДК 626.862.2

Клімов С.В., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТРУБЧАСТОГО ДРЕНАЖУ БЕЗТРАНШЕЙНИМ СПОСОБОМ

В статті наводиться аналіз сучасного стану з нормування та технології будівництва горизонтального трубчастого дренажу безтраншейним способом з використанням обладнання виробництва різних країн.

Ключові слова: горизонтальний трубчастий дренаж, екскаватор-дреноукладач, безтраншейний спосіб.

В статье анализируется современное состояние по нормированию и технологии строительства горизонтального трубчатого дренажа бестраншейным способом с использованием оборудования разных стран.

Ключевые слова: горизонтальный трубчатый дренаж, экскаватор-дреноукладач, бестраншейный способ.

The article analyzes the current state of rationing and construction technology of horizontal pipe drainage using equipment from different countries on trenchless method.

Keywords: horizontal tube drainage, trenchless method

Будівництво закритих дренажних трубопроводів може бути здійснено трьома способами: траншейним, вузькотраншейним і безтраншейним способом. Останній набув широкого застосування завдяки ряду переваг у порівнянні з іншими способами – він дозволяє збільшити продуктивність праці і знизити вартість будівництва. Крім того, застосування даного способу призводить до різкого скорочення обсягів земляних робіт і малого виносу мінерального ґрунту на поверхню.

При прокладці дрен безтраншейним способом основною машиною є ножовий дреноукладач із двома робочими органами – землерийним і трубоукладальним. Ножовий дреноукладач здійснює прорізання в ґрунті глибокої вузької щілини пасивним землерийним робочим органом з одночасним укладанням пластмасової дренажної труби із синтетичним фільтром чи фільтруючою обсіпкою.

Необхідно відзначити, що ножові дреноукладачі поряд з відомими перевагами мають недоліки. До недоліків належать: необхідність застосування базових машин зі значними тяговим зусиллями для подолання значного опору пасивного робочого органа; ґрунт у стінках і дні щілини ущільнюється ножем дреноукладача, що призводить до зниженої водоприймальної здатності дрен.

На сьогодні в Україні склалася ситуація, коли майбутній фахівець з водогосподарського будівництва в курсових та дипломних проектах, для будівництва меліоративних систем в гумідній зоні проектує використання застарілого обладнання, яке на сьогодні вже не випускається, і відсутнє у водогосподарських організаціях.

Найчастіше для укладання дренажу безтраншейним способом у зоні осушення студенти використовують дреноукладач МД-4 з тягачем МД-5, який прорізає щілину глибиною до 1,8 м, шириною 0,23 м і одночасно укладає пластмасові дренажні труби в ґрунтах I-III категорій при вмісті кам'янистих включень діаметром не більш 0,4 м і прихованої деревини діаметром не більш 0,1 м. Висота (глибина) місцевих нерівностей не повинна перевищувати 0,2 м на довжині 5 м. Поперечний ухил траси не повинний бути більш 3°. База дреноукладача МД-4 - трактор Т-130.1.Г-1 (двигун Д-160, 117,6 кВт).

Крім даного комплекту, існує дреноукладач МД-12, дослідний зразок якого в 1984 р. пройшов випробування і на 1984 – 1990 роки планувався випуск 400 штук, але ці плани, через відомі обставини, так і не здійснились. Тому в нормативних документах як старих, так і нових для укладання дренажу безтраншейним способом вказано тільки комплект МД-4 з МД-5 (табл. 1).

Таблиця 1

Техніко-експлуатаційні параметри безтраншейних дреноукладачів [1]

Показники	МД-4	МД-12
Розміри прорізаємої щілини, м;		
- максимальна глибина	1,8	
- ширина	0,2	
Похил дрени	0,0015-0,01	
Точність дотримання похилу, м	±0,0005	±0,005
Місцеві відхилення від середньої лінії	±0,02	
Марка двигуна, потужність (кВт)	Д-160 (118)	ЯМЗ-240Б (220)
Технічна продуктивність в ґрунтах I категорії, м/год	1000	1000
Середній тиск на ґрунт	0,039	0,038
Маса, кг	30900	33000

Для визначення потреби в ресурсах при будівництві дренажу безтраншейним способом на сьогодні використовується ДБН Д.2.2-1-99 Земляні роботи, де наведені витрати праці робітників-будівельників та машиністів, норми часу експлуатації будівельних машин і т.д. Безтраншейний дренаж нормується групою 113 “Влаштування дренажу з пластмасових труб дреноукладачами (безтраншейними) з тягачами потужністю 118 кВт”, тобто він зорієнтований на використання дреноукладача МД-4 з МД-5. На вимірник кінцевої продук-

ції 1000 метрів дренажу норми часу для ґрунтів 1,2,3 відповідно $N_c = 12,95, 14,28$ та $15,81$, що вказує на продуктивність $77,2, 70,0$ та $63,3$ м/год. У раніше використовуваних нормах ВНиР В12-1 для “влаштування пластмасового дренажу безтраншейними дрепоукладачем МД-4 з тягачем МД-5” (В12-1-27) $N_c = 0,68, 0,75$ та $0,83$ на 100 м для 1, 2 та 3 групи ґрунтів. Відповідно продуктивність складає $147, 133$ та 120 м/год. У ВНиР при використанні трубок попередньо обгорнутих захисно-фільтруючим матеріалом (ЗФМ) норма часу множиться на $0,88$, а в ДБН це враховується в групі 114, де норма часу також у порівнянні з 113 групою помножена на $\approx 0,88 - 11,54, 12,59$ та $13,91$.

Отже, як можна побачити, продуктивність в ДБН зменшена в середньому в 1,9 рази, при, фактично, незмінному складі робіт. За ВНиР це: встановлення копірного тросу, встановлення дрепоукладача у забій, вкладання трубок, внутрішньозмінні переїзди, заправлення бухтами дренажних труб і ЗФМ і під'єднання труб до колектора. Склад ланки: машиніст 6 розр. – 2; помічник машиніста 5 розр. – 1; монтажники 4 розр. – 1 та 3 розр. – 1.

Склад робіт за ДБН передбачає влаштування дренажу з обмоткою труб ЗФМ і влаштування включення в колектор.

З огляду на технічну продуктивність комплекту МД-4, МД-5 в 1000 м/год природно виникає питання про причину суттєвого зменшення нормативної продуктивності даного комплекту в ДБН до $77,2$ м/год, коли ще в радянські часи ця нормативна продуктивність була 147 м/год.

Отже, в зв'язку з тим, що основна “вітчизняна” машина МД-4 фізично і морально застаріла (змонтована на базі трактора розробки кінця 60-х років минулого сторіччя) на сьогодні існує необхідність знайти альтернативні засоби для будівництва дренажу вузькотраншейним способом. Зокрема, в Білорусії на ОАО «Гидросельмаш» (м. Пінськ) планується розробка і випуск нового дрепоукладача.

Останні роки в Україні почала дуже широко використовуватись будівельна техніка іноземних фірм – одноковшеві екскаватори, бульдозери та ін. Тому було б доречно розглядати можливість придбання і використання сучасної техніки провідних іноземних фірм і для будівництва закритого матеріального дренажу, зокрема безтраншейним способом, тому розглянемо основні з них.

Фірма Mastenbroek Ltd (Великобританія) випускає широкий спектр машин для будівництва дренажу, спеціалізуючись в основному на траншеєкопачах та виготовлених на їх базі екскаваторах-дреноукладачах. Машини даної фірми призначені для будівництва дренажу широкого спектру призначення, починаючи від спортивних споруд (стадіонів, полів для гольфу) до сільськогосподарського дренажу в багато гектарів.

Машини для безтраншейного вкладання дренажу (Drainage Plow) даної фірми можуть бути з одним прямим ножом-стійкою (Straight Leg Plow) та з ножом V-подібної конструкції (V-Plow) (рис. 1), основні технічні характеристики базових моделей представлені в табл. 2.

Ніж V-Plow дозволяє уникнути суттєвого недоліку ножів традиційної конструкції – ущільнення ґрунту, він навпаки розпушує ґрунт над дреною, що покращує приток води до дрени.

Таблиця 2

Технічні характеристики дреноукладачів фірми Mastenbroek

Показник*	25/20	35/20	40/20	50/20
Потужність, кВт	250	269	354	417
Глибина траншеї, м	0 – 1,8	0 – 1,8	0 – 2,0	0 – 2,2
Швидкість робоча, м/год	2410	-	-	-
Макс діаметр труби, мм	165	200	305	400
Габаритні розміри, ДхШхВ, м	10х2,95 х3,4	10,5х2,95 х3,4	12х3,2 х3,6	13х3,3 х3,8
Маса, кг	25 000	26 000	36 000	55 000

Mastenbroek також використовує систему Trimble GPS, що дозволяє реалізувати будівництво дренажних систем, починаючи від початкового обстеження місцевості, наприклад в Farmworks surface software або Trimble Multiplane, до управління технологічним процесом вкладання дрен відповідно до запроєктованого їх положення. За рахунок ведення запису контролю процесу вкладання дренажу, інформація про степінь виконання, точність вкладання дрен, використані матеріали та інше передаються в офісні програми для пост-обробки, чим забезпечується повний електронний облік процесу.



Рис. 1. Дреноукладачі фірми Mastenbroek: а) з ножом V-подібної конструкції (V-Plow); б) з одним прямим ножом (Straight Leg Plow)

RWF Industries (Канада) займається розробкою, виробництвом і продажем важкої техніки з 1974 року. Даною фірмою виготовляються та продаються в багатьох країнах світу під маркою BRON як самохідні дренажні плуги (Self Propelled Drainage Plow) 2-х видів, так і начіпні дреноукладачі.

Самохідні відрізняються за конструкцією дрено укладального робочого органу – 750 Double Link Plow та 750 RC PLOW (рис. 2). Перший призначений для роботи в стандартних ґрунтових умовах і забезпечує більш точне вкладання дрен і роботу на більших швидкостях, а другий забезпечує необхідну точність вкладання дренажу в важких і легких ґрунтах. На даних машинах встановлюються двигуни фірми Caterpillar. Також дреноукладачі обладнані GPS та лазерною системою дотримання похилу, а ходове обладнання дозволяє працювати з максимальним перекосом 36° з автоматичним коригуванням за допомогою гідроциліндрів (рис. 3).

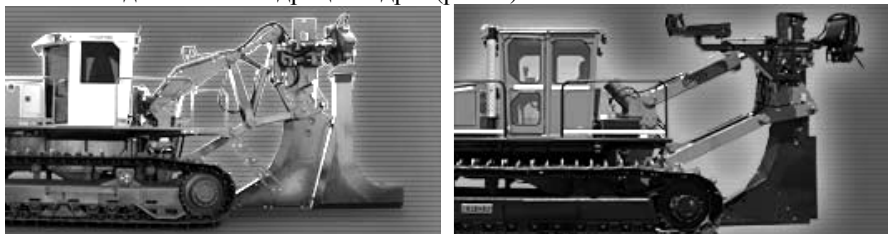


Рис. 2. Дреноукладачі а) – подвійний Double Link Plow на BRON 150 б) – об'єднаний робочий орган RC PLOW

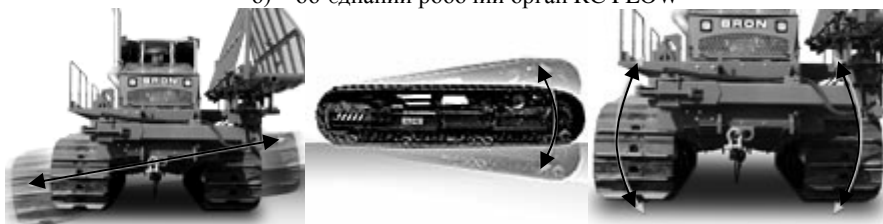


Рис. 3. Керування ходовим обладнанням для забезпечення рівномірності вкладання дренажу

Таблиця 3

Самохідні безтраншейні дреноукладачі фірми BRON

Показники	150	250	350	450	550
Тип робочого органу (Plow Type)	Double Link	Double або Link RC 750			
Шасі	D4	D5	D6	D7	D7
Корисна потужність (кВт)	157	205	272	343	392
Двигун Caterpillar	C6.6	C-9	C-11	C-13	C-15
Тиск на ґрунт, кПа	37,2	35,8	31,0	35,8	37,2
Експлуатаційна маса, кг	15 875	22680	27215	34020	35380
Макс. глибина, м	1,37	1,7	2,28	2,28	2,28
Макс. робоча швидкість, м/год	1500	1600	1900	2250	2250

З метою зменшення витрат на придбання свого обладнання фірма BRON випускає ряд начіпних дреноукладачів, які агрегуються з основними базовими тракторами (табл. 4).

Таблиця 4

Начіпні дрепоукладачі фірми BRON (BRON add-on drainage plows)

Параметри	300	400	500	600	750	1000
Потужність базового трактора, кВт						
- пневмоколісного	205	224	242	261	336	
- гусеничного		134	134	175	201	D9+
Максимальна глибина вкладання, м	1,22	1,52	1,60	1,90	2,286	3,2
Діаметр труби, дюйм (см)	3 – 4 (7,62-10,2)	3 – 8 (7,62–20,3)	3 – 10 (7,62–25,4)	3 – 12 (7,62–30,5)	3-15 (7,62-38,1)	3-15 (7,62-38,1)
Маса, кг	2 721	4 082	4989	5125	6 349	9 070

Inter-Drain – фірма з більш ніж 40-річною історією виготовлення дрепоукладачів з активними і пасивними робочими органами. Безтраншейні дрепоукладачі базуються на трьох різних принципах начіпки робочого органу:

A) Double-linkage system, GP-Series – система з подвійною начіпкою робочого органу;

B) Single-linkage system, TL-Series – система з одинарною начіпкою робочого органу;

C) Single beam system, SP-Series, однобалочна система.



Рис. 4. Експаватор-дрепокладач Inter-Drain 2030 SP-Series

Кожна система забезпечує хорошу роботу, зокрема з передачі реакції робочого органу в відповідних ґрунтових умовах, в результаті чого підвищуються тягові властивості, швидкість і точність укладання дренажу.

Випускаються моделі з потужністю від 300 к.с. до 550 к.с. з тяговим зусиллям більше 50 тонн. Допустимі швидкість для вкладання дрен сягають 4 км/год. Практично всі моделі оснащені системою контролю похилу, осцилюючими треками, кондиціонером і т.д.

Таблиця 5

Технічні характеристики дрепоукладачів Inter-Drain

Показники	2030TL/ GP/ SP	2040 TL/ GP/ SP	2050 TL/GP
Двигун - марка / об'єм	Volvo / 12 л	Volvo / 12 л	Volvo / 16 л
Потужність, кВт	260	310	382
Ходове обладнання: гусениці	Незалежні	Незалежні	Незалежні
Трансмсія	гідростатична.	Гідростатична	Гідростатична
Підвіска	Осцилююча	Осцилююча	Осцилююча
Тип	D5B	D5B/D7	D7G
Довжина	6 м.	6 м.	6 м.
Ширина	0,76 м	0,8 м.	0,8 м.
Тиск на ґрунт кг/см ²	0,33	0,37	0,4
Робоча швидкість, км / год	0-3	0-3.2	0-3
Транспортна швидкість, км / год	5	5,5	5,5
Глибина (середня / макс., м	1-1.5 / 1,8	1.2-1.6 / 2,0	1.2-1.8 / 2,0
Тягове зусилля, тонн	33,07	40,79	60,63
Маса (приблизна, для TL), кг	29 760	35 270	37 480

Отже, на прикладі екскаваторів-дреноукладачів *Mastenbroek, RWF Industries* та *Inter-Drain* ми побачили, що на сьогодні в світі існує виробництво сучасної техніки для будівництва горизонтального трубчастого дренажу безтраншейним способом, з сучасними системами автоматизації керуванням технологічним процесом вкладання дренажного трубопроводу. При цьому використання сучасних лазерних показників похилу дозволяє зменшити витрати часу на їх встановлення та настроювання, в тому числі за рахунок того, що відпадає необхідність проведення настроювання по кожній дрени. Це також дозволяє проводити вкладання дрен і колекторів не тільки по прямій.

Потужності сучасних дрепоукладачів суттєво перевищують потужність МД-4 – 118 кВт, а разом з тягачем МД-5 складає приблизно 118+118·0,8 = 212 кВт (рис. 5). Це призводить до необхідності роботи на менших швидкостях при інших однакових умовах: комплект МД-4, МД-5 – 1000 м/год, Mastenbroek 25/20 – 2410 м/год, BRON – від 1500 до 2250 м/год, а Inter-Drain заявляє робочу швидкість до 3200 м/год (рис. 6). Тому при нормуванні вкладання дренажу даними машинами необхідно враховувати більшу їхню продуктивність.

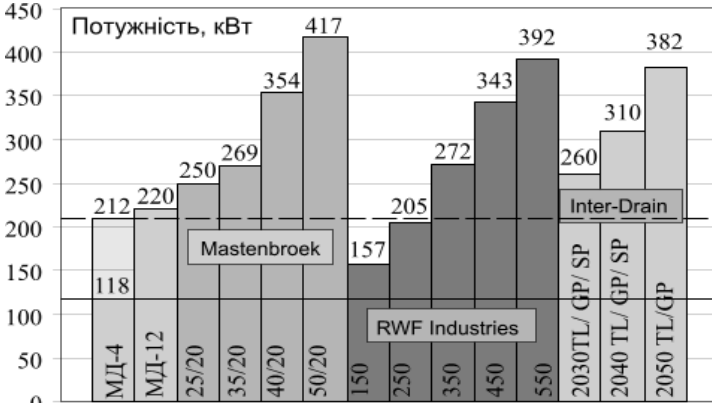


Рис. 5. Потужності основних безтраншейних дренажних систем

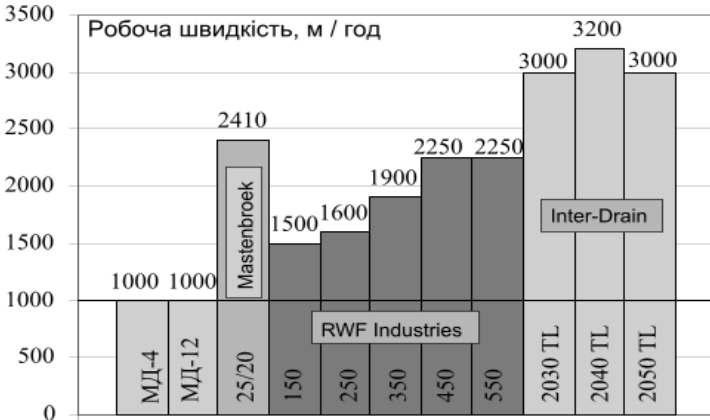


Рис. 6. Робочі швидкості основних безтраншейних дренажних систем

1. Лук'янчук О. П., Маркова О. В. Машины и оборудование для водного хозяйства. – Рівне: НУВГП, 2009. – 165 с.
2. www.techstory.ru
3. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 23 октября 1984 г. N 1082 "О долговременной программе мелиорации, повышении эффективности использования мелиорированных земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны".
4. ДБН Д.2.2-1-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи.
5. ВНИР С6.В12. Специальные работы в мелиоративном и водохозяйственном строительстве. Вып.1. Земляные работы при строительстве мелиоративных систем и водохозяйственных сооружений / Минводхоз СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 88 с.
6. www.mastenbroek.com
7. www.rwfbron.com

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук М.М. (НУВГП)