

УДК 626.862.6: 631.6

ІННОВАЦІЙНИЙ ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ КРОТОВОГО ДРЕНАЖУ

В.І. ПЕТРОЧЕНКО

Інститут гідротехніки і меліорації НААН

Розглядається проблема підвищення конкурентоспроможності кротового дренажу на основі інноваційного вдосконалення процесу його нарізки. Наведено результати багаторічних польових досліджень довговічності кротового дренажу, нарізаного експериментальними робочими органами з підведенням повітря і вихлопних газів у порожнину дрени, а також результати порівняльного аналізу ефективності та конкурентоспроможності кротового і трубчастого дренажу.

Ключові слова: кротовий дренаж, кротодренажна машина, норма осушення, суфозійне замулення, довговічність дренажу, конкурентоспроможність

Постановка проблеми. Рішенням VI (меліоративної) комісії Міжнародного конгресу з ґрунтознавства у Гронінгені (1933) кротовий дренаж був визнаний як попередній спосіб осушення боліт. У колишньому СРСР у цей період кротовий дренаж через відсутність спеціальних машин для укладання більш довгого трубчастого матеріального дренажу використовувався як один з основних засобів осушення не тільки торф'яних, а й

© В.І. Петроченко, 2010

Меліорація і водне господарство. 2010. Вип. 98

мінеральних ґрунтів. На ті часи осушення земель за допомогою кротового дренажу розглядалось як одне з вагомих досягнень меліоративної науки і практики. У 60–80-ті роки минулого століття у зв'язку з різким збільшенням капіталовкладень у меліоративне будівництво та з появою нових траншейних і безтраншейних дренажних машин кротовий дренаж поступово витіснявся трубчастим. Але після розпаду СРСР парк меліоративних машин був майже повністю втрачений. Проблема застосування більш простих та дешевих засобів осушення земель, яким є кротовий дренаж, знову набуває актуальності. За багатьма техніко-економічними показниками кротовий дренаж має переваги перед трубчастим. Проте головним недоліком кротового дренажу вважається недостатньо висока його довговічність. Тому перед меліоративною наукою постає актуальне завдання обґрунтування чинників підвищення довговічності кротового дренажу, пошуку нових, більш досконалих конструктивно-технологічних рішень процесу нарізки кротових дрен.

Стан дослідження. Дослідженнями кротового дренажу в попередні роки [1–3] встановлено, що його використання є найбільш ефективним при меліорації перезволожених торф'яних та важких мінеральних глинистих і суглинистих ґрунтів, на яких кротові дрени можуть працювати до п'яти років. Для супіщаних ґрунтів строк служби кротових дрен іноді не перевищує одного року. Доведено також, що зниження швидкості нарізки кротових дрен позитивно впливає на їхню довговічність. Однак глибоких досліджень із вивчення процесу нарізки кротових дрен та встановлення причин їхнього швидкого замулення не проводилось. Не здійснювались також спроби підвищення довговічності та конкурентоспроможності кротового дренажу на основі пошуку і наукового обґрунтування принципово нових конструктивно-технологічних рішень процесу його нарізки.

Метою досліджень є виявлення основних причинних факторів швидкого замулення кротових дрен та наукове обґрунтування інноваційних заходів підвищення довговічності, ефективності і конкурентоспроможності кротового дренажу.

Основні завдання. Дослідження виконувались за такими основними напрямками: теоретичні дослідження процесу нарізки кротової дрени традиційним робочим органом для виявлення основних причинних факторів швидкого замулення кротових дрен; інноваційне вдосконалення процесу механізованої нарізки кротового дренажу; польові дослідження довговічності кротових дрен, нарізаних більш досконалим способом; комплексний порівняльний техніко-економічний аналіз кротового і матеріального трубчастого дренажу.

Результати. Для нарізки кротового дренажу використовують навішений на базовий трактор вертикальний ніж з дренаром і причеплений на гнучкій тязі розширювач. Кротові дрени нарізають переважно під рівнем ґрунтових вод (рис. 1, *a*). Це, по-перше, відповідає функціональному призначенню кротової дрени — необхідності зниження рівня ґрунтових вод, а, по-друге, перезволожений ґрунт на контакті з боковою поверхнею розширювача краще ущільнюється, ніж осушений, оскільки заповнені водою ґрунтові пори зменшують пружність (компресійні властивості) і збільшують інерційність ґрунтової маси.

Теоретичними дослідженнями процесу нарізки кротових дрен під рівнем ґрунтових вод з'ясовано основну причину їхнього швидкого замулення, яка полягає в тому, що дрена починає працювати в неусталеному режимі ще в процесі її нарізки. На рис. 1, *a* по довжині порожнини кротової дрени виділено п'ять характерних зон її утворення. Порожнина дрени має можливість заповнюватись атмосферним повітрям тільки через устя дрени в зоні 5. Після проходження розширювача через точку t_4 (рис. 1, *a*) порожнина дрени по всьому перетину заповнюється дренажною водою, яка перекидає подальше входження в нею атмосферного повітря. При цьому позаду розширювача в зоні 3 залишається зачиненим водою незначний об'єм повітря. Якщо в зоні 2 відбувається процес ущільнення стінок кротової дрени, то в зонах 3–5 від початку нарізки і до настання усталеного режиму роботи дрени відбувається процес суфозійної руйнації її стінок. В зоні 3 за розширювачем, на довжині $l_{\text{в}}$ за проміжок часу $t_2 - t_3 = l_{\text{в}} / v$ від-



Рис. 1. Схеми нарізки кротової дрени в перезволоженних ґрунтах:

a – традиційним способом; *б* – із заповненням газом порожнини дрени: 1 – зона прорізання в ґрунті вертикальної щілини; 2 – зона ушільнювання ґрунту розширювачем та утворення порожнини дрени; 3 – зона прискореного заповнення порожнини дрени водою та інтенсивної деградації дрени; 4 – зона неусталеного напірного режиму роботи дрени; 5 – зона неусталеного безнапірного режиму роботи дрени; 6 – вертикальний ніж; 7 – дрeнер; 8 – гнучка тяга; 9 – розширювач; 10 – гнучка трубка до манометра-вакуумметра; 11 – гнучка трубка подачі газу; 12 – порожнина дрени; 13 – рівень ґрунтових вод

бувається найбільш інтенсивна механічна суфозія ґрунту в стінці шойно нарізаної дрени внаслідок утворення в цій зоні вакуумметричного тиску $P_d < P_a$. Теоретичний розрахунок кількісних показників суфозійної руйнації (замулення) дрени в зоні Z базується на визначенні двох головних параметрів – довжини l_b і тиску P_d .

Довжина l_b визначається на основі сукупного дослідження для точки t_4 (рис. 1, а) кінематичних параметрів процесу переміщення в ґрунті розширювача і гідравлічних параметрів – процесу фільтраційного наповнення порожнини дрени та процесу дренажного відтоку води з дрени. Оскільки зразу ж після проходження розширювачем точки t_4 в порожнині дрени утворюється зона Z довжиною l_b^a , заповнена повітрям при $P_d = P_a$, а подальший процес розширення повітря в зоні Z можна вважати ізотермічним, то довжину l_b у будь-який момент нарізки дрени можна представити функцією $l_b = l_b^a \cdot P_a / P_d$.

Тиск P_d , необхідний для розрахунку кількісних показників швидкості фільтрації і суфозійної руйнації стінок дрени, може бути визначений таким чином. За проміжок часу Δt розширювач проходить шлях $\Delta l = v \cdot \Delta t$, вдавлюючи в ґрунтовий масив об'єм ґрунту w_0 ,

$$w_0 = \pi d_p^2 / 4 \cdot v \cdot \Delta t, \quad (1)$$

де d_p – діаметр розширювача, м; v – швидкість руху базового трактора, м/с.

За цей самий проміжок часу Δt об'єм порожнини дрени збільшується на об'єм Δw :

$$\Delta w = \pi d_d^2 / 4 \cdot v \cdot \Delta t; \quad \Delta w = k^2 \cdot \Delta w_0, \quad (2)$$

де d_d – діаметр кротової дрени після проходження розширювача, м; $k = d_d / d_p$ – коефіцієнт зменшення діаметра дрени після проходження розширювача, який визначається компресійними властивостями ґрунту та умовами його стиснення.

Об'єм порожнини дрени на довжині l_b за проміжок часу Δt збільшується на Δw внаслідок кінематики процесу нарізки дрени і одночасно зменшується на Δw завдяки гідродинамі-

ці процесу наповнення порожнини дрени водою і мулом. Для зони 3 за період Δt :

$$\Delta w = \Delta w_1 + \Delta w_2 + \Delta w_3, \quad (3)$$

де Δw_1 – об'єм фільтраційного надходження води через стінку дрени, м³; Δw_2 – об'єм надходження води із зони 4 в зону 3 вздовж дрени під дією різниці тиску, м³; Δw_3 – об'єм суфозійного заповнення зони 3 частинками ґрунту, м³.

На основі врахування конкретних параметрів ґрунтів і застосування відомих з літератури [4, 5] методів теоретичного та експериментального визначення параметрів фільтраційного наповнення дрени, руху води вздовж порожнини дрени, суфозії ґрунтів, об'єми Δw_1 ; Δw_2 ; Δw_3 можуть бути представлені у вигляді зв'язаних між собою параметром P_ρ функцій: $\Delta w_1 = \Phi_1(l_b, P_\rho)$; $\Delta w_2 = \Phi_2(P_\rho)$; $\Delta w_3 = \Phi_3(l_b, P_\rho)$. Таким чином, на основі сумісного розглядання кінематики механічного процесу нарізки порожнини дрени та гідродинаміки заповнення цієї порожнини водою можна спочатку визначити тиск газоповітряної рідини P_ρ в зоні 3, а потім розрахувати швидкість фільтрації і ступінь суфозійного замулення дрени.

Проте наукові результати теоретичного визначення кількісних показників негативних ефектів процесу нарізки кротового дренажу традиційним способом мають більш пізнавальне, ніж практичне значення. Тому подальші дослідження були спрямовані на усунення негативних ефектів процесу нарізки кротового дренажу та практичне розв'язання проблеми підвищення його довговічності. Ця проблема розв'язувалась завдяки інноваційному вдосконаленню кротового дренажу, основна суть якого полягає в здійсненні заходів (рис. 1, б) підвищення тиску в порожнині дрени шляхом підведення в дрену атмосферного повітря або стиснених газів, якими можуть бути вихлопні гази від двигуна базового трактора [6].

Для експериментальної перевірки інноваційно-вдосконалених способів і засобів механізованої нарізки кротового дренажу в майстерні Зноб-Новгородської дільниці ПМК-94 тресту «Сумиводбуд» у 1991 р. була переобладнано кротодренажну машину на базі болотного трактора С-100БХ (рис. 2). На трак-

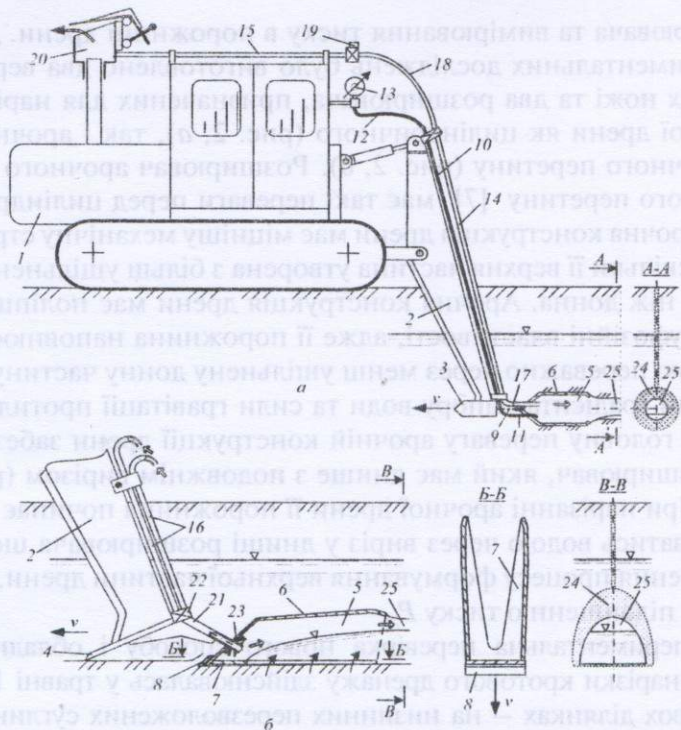


Рис. 2. Експериментальні робочі органи для нарізки кротового дренажу з підведенням газу в порожнину дрени:

- a* – робочий орган для нарізки циліндричної дрени;
б – робочий орган для нарізки арочної дрени з плоским дном;
 1 – трактор С-100БХ; 2 – вертикальний ніж; 3 – дреноер;
 4 – долото; 5 – розширювач; 6 – ушільнювальна поверхня розширювача; 7 – днище розширювача; 8 – ніж розширювача;
 9 – гнучка тяга; 10 – металева трубка до манометра;
 11, 12 – гнучкі трубки до манометра; 13 – манометр-вакуумметр МВП4-У;
 14, 15, 16 – металеві трубки подачі газу;
 17, 18 – гнучкі трубки подачі газу; 19 – триходовий кран;
 20 – газорозподільний пристрій; 21 – порожниста тяга;
 22 – штуцер; 23 – кульовий шарнір; 24 – зона ушільнення ґрунту;
 25 – порожнина дрени

тор було змонтовано експериментальне обладнання для відбору і підведення незначної (близько 0,008%) частини вихлопних газів від двигуна трактора до порожнини пустотного

розширювача та вимірювання тиску в порожнині дрени. Для експериментальних досліджень було виготовлено два вертикальних ножі та два розширювача, призначених для нарізки кротової дрени як циліндричного (рис. 2, а), так і аروحного поперечного перетину (рис. 2, б). Розширювач аروحного поперечного перетину [7] має такі переваги перед циліндричним. Аrouchна конструкція дрени має міцнішу механічну структуру, оскільки її верхня частина утворена з більш ущільненого ґрунту, ніж донна. Аrouchна конструкція дрени має поліпшені протисуфозійні властивості, адже її порожнина наповнюється водою переважно через менш ущільнену донну частину, де напрями градієнта напору води та сили гравітації протилежні. Але головну перевагу аrouchній конструкції дрени забезпечує розширювач, який має днище з подовжнім вирізом (рис. 2, б). При нарізанні аrouchної дрени її порожнина починає наповнюватись водою через виріз у днищі розширювача ще до завершення процесу формування верхньої частини дрени, що сприяє підвищенню тиску P_d .

Експериментальна перевірка нового способу і обладнання для нарізки кротового дренажу здійснювалась у травні 1991 р. на двох ділянках – на низинних перезволожених суглинчастих землях Зноб-Новгородського лісництва біля с. Рудня, а також на торф'яниках Зноб-Новгородського торфопідприємства Середино-Будського району Сумської області. Для порівняння нарізувались кротові дрени традиційним і новим способом, який передбачає заповнення газом порожнини дрени. Польові дослідження довговічності кротового дренажу здійснювались протягом наступних шести років. Результати експериментальних та польових досліджень було оброблено та зведено в таблицю, в яку для порівняльного аналізу було внесено розрахункові техніко-економічні показники інших варіантів дренажу перезволожених земель – трубчастого, траншейного і безтраншейного.

У таблиці для 14 порівнюваних між собою варіантів дренажу наведено технічні параметри, експлуатаційні та економічні показники, які визначались за такими принципами.

Глибину дренажу H та відстань між дренами B для кожного варіанта обирали за умовою забезпечення однакового ефекту – однакової норми осушення, яка дорівнювала 0,6 м.

Зведені експериментальні та розрахункові техніко-економічні показники варіантів осушення перезволожених земель кротовим і трубчастим дренажем

Грунт	Варіант дренажу	Глибина дренажу H , м	Відстань між дренами B , м	Варіант робочого органу	Робоча швидкість базової машини v , км/год	Тиск у порожнині дрени P_d , кг/см ²	Продуктивність Π_d , га/год	Загальні витрати B_d^2 , грн /га	У тому числі		Довговічність $[t]$, рік	Показник конкурентоспроможності, рік · га/тис. грн	
									матеріали, B_d^n	паливо, B_d^n		загальний, $K_n^2 = [t]/B$	по паливу, $K_n^n = [t]/B^n$
М	1	1,0	10	K-1	2,3	0,58	1,61	192	-	74	1,6	8,3	21,6
	2			K-1	1,0	0,77	0,7	442	-	170	3,5	7,9	20,6
	3			K-2	2,3	0,88	1,61	192	-	74	3,1	16,1	41,9
	4			K-3	2,3	1,16	1,52	204	-	79	4,7	23,0	59,5
	5			K-4	2,3	0,91	1,61	192	-	74	3,6	18,8	48,6
Т	6	1,2	12	K-1	2,3	0,61	1,91	161	-	62	3,2	19,9	51,6
	7			K-1	1,1	0,84	0,89	346	-	133	5,1	14,7	38,3
	8			K-2	2,3	0,91	1,91	161	-	62	4,9	30,4	79,0
	9			K-3	2,3	1,19	1,84	167	-	64	5,8	34,7	90,6
	10			K-4	2,3	0,95	1,91	161	-	62	5,2	32,3	83,9
М	11	1,3	25	Тр	0,11	-	0,31	4041	2880	231	40	9,9	173,2
Т	12		30	Тр	0,16	-	0,38	3300	2353	190	40	12,1	210,5
М	13		25	БТр	0,29	-	0,57	3777	2880	328	35	9,3	106,7
Т	14		30	БТр	0,36	-	0,76	3029	2353	247	35	11,6	141,7

Примітки: М – мінеральний грунт (суглинок) із вмістом у 15–18% фракцій 0,05–0,005 мм за мікроагрегатним аналізом за способом Н.А. Качинського [8]; Т – торф потужністю понад 1,2 м та ступенем розкладання до 40%; К-1 – кротовий робочий орган (рис. 1,

а) з циліндричним розширювачем діаметром 180 мм без штучного з'єднання порожнини дрени з атмосферою; К-2 — те саме, з штучним з'єднанням порожнини дрени з атмосферою за допомогою трубки діаметром $d_y=25$ мм; К-3 — те саме, з нагнітанням через трубку діаметром $d_y=25$ мм вихлопних газів у порожнину дрени (рис. 2, а); К-4 — кротовий робочий орган (рис. 2, б) з арочним поперечним профілем площею $2,5 \text{ дм}^3$ з порожниною, з'єднаною з атмосферою двома трубками діаметром $d_y=25$ мм; Тр — траншейний робочий орган екскаватора ЕТЦ-202; БТр — безтраншейний робочий орган дреноукладача МД-4.

Комплексна оцінка конкурентоспроможності кожного варіанта дренажу здійснювалась за функціонально-вартісними показниками — нормою осушення, довговічністю дренажу та вартістю витрат. Оскільки для кожного варіанта норма осушення приймалась однаковою, відносна конкурентоспроможність варіантів дренажу оцінювалась такими показниками:

$$K_{\partial}^z = [t]/B_{\partial}^z; K_{\partial}^n = [t]/B_{\partial}^n; K_{\partial}^e = [t]/B_{\partial}^e, \quad (4)$$

де K_{∂}^z , K_{∂}^n , K_{∂}^e — показник відносної конкурентоспроможності варіанта дренажу відповідно за загальними будівельними витратами, витратами на паливо для машин, загальними енергетичними витратами, рік · га/тис. грн; $[t]$ — строк служби (довговічність) певного варіанта дренажу, рік; B_{∂}^z , B_{∂}^n , B_{∂}^e — витрати на спорудження 1 га дренажу, відповідно загальні будівельні, на паливо для машин, загальні енергетичні, тис. грн /га.

Довговічність $[t]$ кротового дренажу, нарізаного як традиційним, так і новим способом, визначали за результатами багаторічних польових досліджень за такою методикою.

Дослідні дрени нарізували за розрідженою схемою (рис. 3) з відстанню між ними $B=50-60$ м. Для кожної дрени розмічали два створи спостережних свердловин: створ свердловин C_{ij}^e — на відстані 25–30 м від дрени для визначення рівня h_{ij}^e ґрунтових вод поза зоною дії дрени, створ свердловин C_{ij}^d — по трасі нарізаної дрени для визначення рівня h_{ij}^d ґрунтових вод над дреною. На початку експлуатації дрени маємо $h_{ij}^d = H_r$. У

наступний період дрена поступово замулюється, але вважається працездатною, якщо $H_i > h_{ij}^d > h_{ij}^k$, де h_{ij}^k – критичний для кожної свердловини рівень ґрунтових вод. Роботоздатність дрена оцінювали коефіцієнтом k_j^d , який обирали за мінімальним значенням коефіцієнта k_{ij}^d роботоздатності дрена на свердловинах створу, тобто $k_j^d = (k_{ij}^d)^{\min}$. На кожній свердловині C_{ij}^d коефіцієнт k_{ij}^d визначали за формулою:

$$k_{ij}^d = (h_{ij}^d - h_{ij}^c) / (H_i - h_{ij}^c). \quad (5)$$

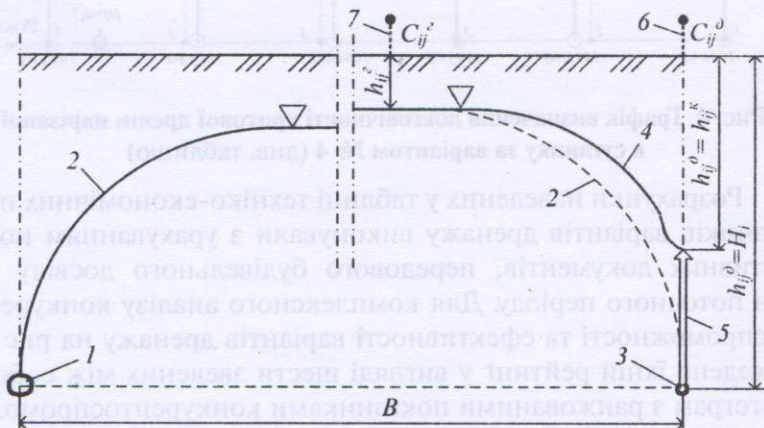


Рис. 3. Динаміка зниження у часі функціональних властивостей кротового дренажу:

1, 2 – кротова дрена і депресійна крива на початку експлуатації дрена; 3, 4 – те саме, при деградації у часі властивостей дрена; 5 – вектор-характеристика деградації у часі властивостей дрена; 6, 7 – створи спостережних свердловин визначення рівня поверхні ґрунтових вод у площині i -го поперечного перерізу дрена у j -му році відповідно над дреною і поза зоною дії дренажу

Для критичного рівня h_{ij}^k приймалось $k_j^d = 0,5$. Для кожної дрена будувався графік (рис. 4). Довговічність дрена $[t]$ визначалась у точці $k_{ij}^d = 0,5$ методом інтерполяції.

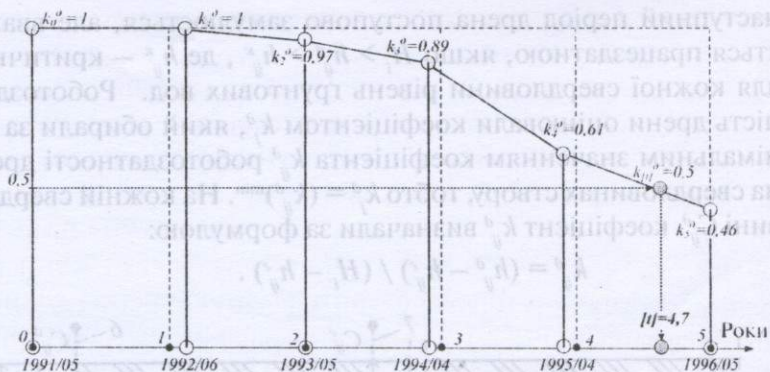


Рис. 4. Графік визначення довговічності кротової дрени, нарізаної в суглинку за варіантом № 4 (див. таблицю)

Розрахунки наведених у таблиці техніко-економічних показників варіантів дренажу виконували з урахуванням нормативних документів, передового будівельного досвіду та цін поточного періоду. Для комплексного аналізу конкурентоспроможності та ефективності варіантів дренажу на рис. 5 наведено їхній рейтинг у вигляді шести зведених між собою гістограм з ранжованими показниками конкурентоспроможності K_d^z , K_d^e і K_d^n . Гістограми за показниками K_d^n (для суглинку і торф'янику) зображені частково, оскільки вони відрізняються від гістограм за показниками K_d^e тільки для варіантів трубчастого матеріального дренажу. Для системної оцінки енергозбереження при осушенні земель слід віддавати перевагу показнику K_d^e , в якому враховано енерговитрати на виготовлення та постачання дренажних матеріалів.

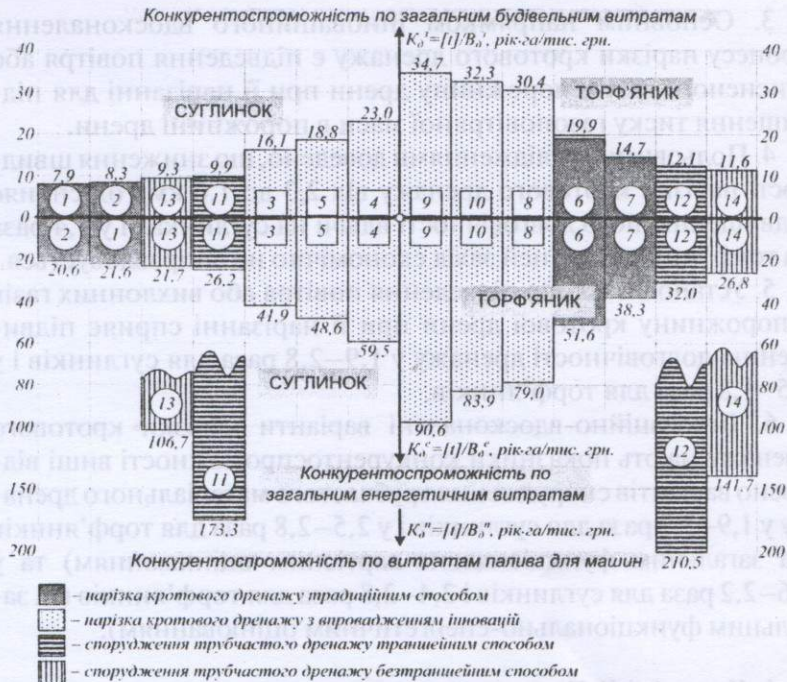


Рис. 5. Рейтинг варіантів спорудження горизонтального дренажу за показниками конкурентоспроможності K_d^1 , K_d^e і K_d^n :

1–14 — варіанти дренажу (таблиця)

Висновки. 1. Сучасний стан розвитку меліорації в Україні потребує інноваційного вдосконалення та практичного використання найбільш простих та дешевих способів осушення перезволожених земель, до яких відносять кротовий дренаж.

2. Теоретичними дослідженнями процесу нарізки кротової дрени в перезволожених ґрунтах установлено основну причину їхнього швидкого замулення, яка полягає в тому, що дрена в процесі її нарізки починає працювати в неусталеному режимі з утворенням вакуумметричного тиску в її порожнині, що призводить до збільшення швидкості фільтрації та прискореної суфозійної руйнації стінок дрени.

3. Основним напрямком інноваційного вдосконалення процесу нарізки кротового дренажу є підведення повітря або стисненого газу в порожнину дрени при її нарізанні для підвищення тиску газоповітряної маси в порожнині дрени.

4. Польовими дослідженнями доведено, що зниження швидкості нарізки кротового дренажу від 2,3 до 1,0 км/год сприяє підвищенню його довговічності вдвічі на суглинках і у 1,4 раза на торф'яниках, але цей захід економічно не виправдовується.

5. Установлено, що підведення повітря або вихлопних газів у порожнину кротової дрени при її нарізанні сприяє підвищенню довговічності дренажу у 1,9–2,8 раза для суглинків і у 1,5–1,8 раза для торф'яників.

6. Інноваційно-вдосконалені варіанти нарізки кротового дренажу мають показники конкурентоспроможності вищі відносно варіантів спорудження трубчастого матеріального дренажу у 1,9–2,7 раза для суглинків і у 2,5–2,8 раза для торф'яників (за загальним функціонально-вартісним оцінюванням) та у 1,6–2,2 раза для суглинків і 2,4–2,8 раза для торф'яників (за загальним функціонально-енергетичним оцінюванням).

1. *Ивицкий А.И.* Принципы проектирования закрытого дренажа в Белорусской ССР. — Минск: Изд-во АН БССР, 1954. — 99 с.

2. *Кротовый дренаж*: сборник / под ред. акад. А.Н. Костякова. — М.: Сельхозгиз, 1943. — 146 с.

3. *Игнатенко Ф.В.* Закрытый дренаж почв. — М.: Колос, 1965. — 200 с.

4. *Богомолов А.И., Михайлов К.А.* Гидравлика. — М.: Стройиздат, 1972. — 648 с.

5. *Кондратьев В.Н.* Фильтрация и механическая суффозия в несвязных грунтах. — Симферополь: Крымиздат, 1958. — 75 с.

6. *А. с. 641045.* Кротодренажная машина / В.И. Петроченко. — Оpubл. в Б.И. — 1979. — Бюл. №1.

7. *Пат. України на корисну модель № 33747.* Робочий орган кротодренажної машини / В.І. Петроченко. — Оpubл. в Бюл. — 2008. — №13.

8. *Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М.* Практикум по земледелию. — 2-е изд. — М.: ВО «Агропромиздат», 1987. — 383 с.

Рассматривается проблема повышения конкурентоспособности кротового дренажа на основе инновационного совершенствования процесса его нарезки. Приведены результаты многолетних полевых исследований долговечности кротового дренажа, нарезанного экспериментальными рабочими органами с подводом воздуха и выхлопных газов в полость дрены, а также результаты сравнительного анализа эффективности и конкурентоспособности кротового и трубчатого дренажа.

We consider the problem of increasing the competitiveness of mole drainage on the basis of the innovation process to improve its cut. The results of long-term field studies of durability mole drainage, chopped experimental working bodies to supply air and exhaust gas into the cavity of the drains, as well as results of a comparative analysis of efficiency and competitiveness of the mole and pipe drainage.