

УДК 631.01.020.05

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЛОЖБИНОДЕЛАТЕЛЯ

Наталья Борисовна Мартынова

доцент, кандидат технических наук, доцент

nmartinova@rgau-msha.ru

Артём Светославович Куликов

студент

18artemkulikov55@mail.ru

Богдан Борисович Якобсон

магистр

jacobson_bb@rgau-msha.ru

Российский государственный аграрный университет –

МСХА имени К.А. Тимирязева

г. Москва, Россия

Аннотация. В статье оценивается перспектива строительства временной осушительной сети ложбиноделателями пассивного типа. Доказано, что параболическая форма ложбиноделателя позволит увеличить пропускную способность осушительной сети, что позволит оградить мелиоративную сеть от притока талых вод во время весенних паводков и ликвидировать вероятность вымывания плодородного почвенного слоя в период вегетации.

Ключевые слова: временная осушительная сеть, ложбиноделатель, параболическая форма, трапецидальная форма.

Ложбины относятся к временным сооружениям на мелиоративной сети и отличаются большими уклонами откосов. Даже при небольшой глубине ложбины (0,3-0,5м) объем земляных работ получается значительный. Следовательно, оптимальная форма поперечного сечения ложбины увеличит ее пропускную способность и продлит срок службы ложбины. Ложбины трапецеидального сечения характеризуются отсутствием технических сложностей при строительстве, имеют ряд недостатков: в нижней части откосы оплывают и происходит их заиление. По этой причине сечение ложбины, а, следовательно, и ее пропускная способность уменьшается. В верхней части откоса разрушений практически не наблюдается, но слишком большие территории выводятся из севооборота [7,8].

Ложбины криволинейного сечения помогают избежать этих недостатков. Отсутствие углов в основании ложбины ликвидирует зоны заиления. В верхней части откоса укол к горизонту увеличивается, поэтому ширина ложбины по верху не будет достигать таких больших значений, как при строительстве трапецеидальных ложбин. Следовательно, сечение русла будет использоваться более эффективно. Эффективность данного сечения будет доказана в период паводка, во время затяжных дождей и во время коротких ливневых дождей [5,6].

Можно также предположить, что отсутствие углов и, как следствие, низкая размываемость сечения будет способствовать увеличению устойчивости данного поперечного сечения во времени, а, соответственно, повышению срока службы осушительных ложбин криволинейного сечения. Рассмотрим параболическое сечение ложбины. Для данного сечения определим основные показатели [1].

Рассчитаем поперечное сечение ложбины параболического профиля

Для установления наивыгодного сечения ложбины определим расход в открытом русле:

$$Q = w \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (1)$$

Где: w – живое сечение ложбины, m^2 ; C – коэффициент, зависящий от режимов движения; R – гидравлический радиус, m ; i – уклон ложбины.

Рассчитаем поперечное сечение ложбины параболического профиля:

$$w = \frac{2}{3} \cdot B \cdot h \quad (2)$$

Где: B – ширина ложбины по верху, m ; h – глубина ложбины, m .

Определим величину гидравлического радиуса:

$$R = \frac{2}{3} \cdot h \quad (3)$$

Определение коэффициента Шези:

$$C = 17,72 \cdot \left(\frac{0,056}{n} + \lg R \right) \quad (4)$$

Где: n – коэффициент шероховатости русла

Определим расход параболической ложбины:

$$Q = 0,109 \cdot B \cdot C \cdot h^{1,5} \cdot \sqrt{i} \quad (5)$$

Следовательно, у наиболее выгодного гидравлического сечения расход, характеризующий пропускную способность, будет выше.

В исследовании оценено трапецидальное сечение ложбины, как единственно используемое, и параболическое сечение по таким параметрам, как пропускная способность и устойчивость поперечного сечения против размыва. При приблизительно равном запасе устойчивости параболическое сечение будет обладать большей пропускной способностью. Следовательно, параболическое сечение ложбины может быть рекомендовано для строительства осушительной сети.

Сравним значения расходов параболического сечения с трапецидальным, как наиболее часто используемым.

Определим поперечное сечение трапецидальной ложбины:

$$w = (b + m \cdot h) \cdot h \quad (6)$$

Где: b – ширина ложбины по дну, m ; m – коэффициент заложения откосов.

Определим величину смоченного периметра:

$$\chi = b + 2 \cdot h \sqrt{(1 + m^2)} \quad (7)$$

Определим гидравлический радиус для трапецеидального профиля:

$$R = \frac{W}{\chi} \quad (8)$$

Определим коэффициент Шези для трапецеидального профиля:

$$C = R^{\frac{1}{6}} \quad (9)$$

Рассчитаем расход трапецеидальной ложбины:

$$Q = C \cdot w \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (10)$$

Пропускная способность параболической ложбины выше, чем трапецеидальной. Следовательно, параболическое сечение ложбины может быть рекомендовано для строительства осушительной сети (рис. 1).

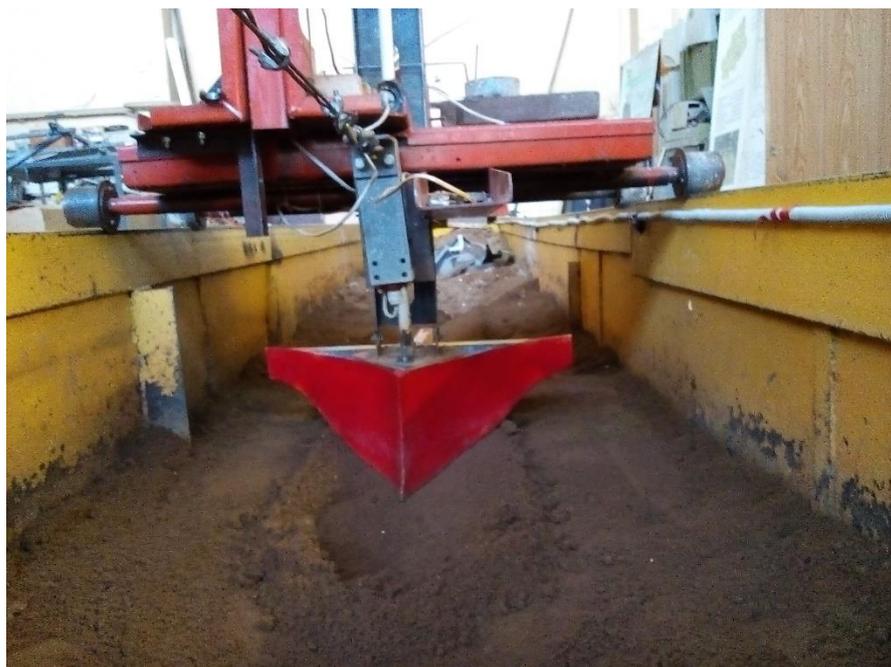


Рисунок 1 – Лабораторные исследования с моделью параболического ложбиноделателя

Исследования показали, что переход на параболическую форму не приведет росту тяговых сопротивлений (табл. 1).

Таблица 1

Определение сопротивления грунта копанию для трапецеидальной и параболической ложбины.

Виды ложбин	Сопротивление грунта копанию, кН	
	Грунты I категории,	Грунты II категории,

	$k_k = 150$ кПа	$k_k = 250$ кПа
Трапецеидальная ложбина, $S=1\text{м}^2$	150	250
Параболическая ложбина, $S=1,07\text{м}^2$	161	268

Ложбины характеризуются пологими откосами и трапецеидальным сечением, но он имеет ряд существенных недостатков [2]. Сечение трапецеидальной ложбины неэффективно с точки зрения гидравлики, так как слишком большие площади в верхней части канала выводятся из севооборота. Такие ложбины имеют также невысокую устойчивость к размыву, так как верхние пласты грунта размываются под действием атмосферных осадков и паводковых вод, а стык дна и откоса быстро заиливается, изменяя поперечное сечение ложбины и уменьшая ее пропускную способность [3,4].

Параболическое сечение ложбины гидравлически более выгодное благодаря криволинейной поверхности откоса, пропускная способность такого сечения выше, чем у трапецеидальной. Следовательно, ложбины параболического профиля могут быть эффективно использованы для строительства осушительных сетей.

Список литературы:

1. Дубенок Н. Н., Ольгаренко Г. В. Перспективы восстановления мелиоративного комплекса Российской Федерации // Вестник российской сельскохозяйственной науки, 2021. № 2. С. 56-59.
2. Mikheev P.A., Cheshev A.S., Alrksandrovskaya L.A. Bases of Interaction of Melioration and Environment // Engineering Studies, 2016. Т. 8. № 3-2. с.507
3. Жалнин Э.В. О фундаментальности земледельческой механики // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина", 2017. № 6(82) С.10-14.

4. Голубев И. Г., Апатенко А. С., Севрюгина Н. С. Состояние и перспективы вовлечения залежных земель в оборот // Мелиорация. 2021. № 3 (97). С. 67-74

5. Абдулмажидов Х. А., Матвеев А. С. Комплексное проектирование и прочностные расчеты конструкций машин природообустройства в системе Inventor Pro // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина", 2016. 2. С. 40-46.

6. Балабанов В.И. Актуальная техника. Обзор инновационных разработок для посева и почвообработки // Агротехника и технологии, 2019. №1. С.18-19

7. Мартынова Н. Б., Балабанов В. И., Абдулмажидов Х. А. Машины и оборудование для производства культуртехнических работ: Учебно-методическое пособие // Москва: Издательство "Перо", 2021. 84 с.

8. Мартынова Н. Б. Обоснование конструкции многостоечного двухрядного рыхлителя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, 2017. № 1(45). С. 271-276. EDN YSLFPB.

UDC 631.01.020.05

DETERMINING THE OPTIMAL DESIGN OF A HOLLOW MAKER

Natalya B. Martynova

associate professor, candidate of technical sciences

nmartinova@rgau-msha.ru

Artyom S. Kulikov

student

18artemkulikov55@mail.ru

Bogdan B. Yakobson

master

jacobson_bb@rgau-msha.ru

Russian State Agrarian University –
MSHA named after K.A. Timiryazev
Moscow, Russia

Annotation. The article evaluates the prospects for the construction of a temporary drainage network by passive type ditch makers. It has been proven that the parabolic shape of the hollow maker will increase the capacity of the drainage network, which will protect the reclamation network from the influx of melt water during spring floods and eliminate the possibility of washing out the fertile soil layer during the growing season.

Key words: temporary drainage network, trough maker, parabolic shape, trapezoidal shape.

Статья поступила в редакцию 03.05.2024; одобрена после рецензирования 13.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.

The article was submitted 03.05.2024; approved after reviewing 13.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.