

Научная статья
УДК 631.34

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОРМОЗНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ УКЛАДЧИКА КАПЕЛЬНОЙ ЛЕНТЫ

¹Наталья Борисовна Мартынова, ²Галина Ивановна Бондарева

¹ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

²ФГБНУ Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, Москва, Россия

Аннотация. Для получения стабильных показателей урожайности необходимо поддержание оптимального водно - воздушного баланса почвы. Для этого в Центральном регионе необходимо проведение агромелиоративных мероприятий. Наиболее водосберегающим способом орошения является капельный полив, однако повсеместному распространению препятствует отсутствие современных машин для укладки капельной ленты. Закупка импортной техники экономически нецелесообразна. Для качественной укладки ленты и безаварийной работы машины необходимо ввести в конструкцию укладчика постоянно действующий тормоз для предотвращения разматывания катушки по инерции при изменении скорости машины или ее внезапной остановке. Тормозное устройство присутствует в конструкции американских машин, у европейских и отечественных постоянно действующий тормоз либо заменен на малоэффективные приспособления, препятствующие раскручиванию катушки по инерции, либо эта проблема конструктивно не решена. Разматывание ленты по инерции при торможении или остановке машины приводит к замятию ленты в укладочной трубе или ее перекручиванию в процессе укладки. В этом случае капельная линия выходит из строя, ремонтные работы дороги из-за высокой стоимости ремонтных фитингов, и, кроме того, трудоемки. Расчетами определена инерционная сила катушки. Разработана конструкция тормозного устройства, стопорящего прижимной диск катушки, предотвращая ее разматывание по инерции. Определена возвратная сила пружины, прижимающая тормозную колодку к диску держателя катушки, достаточная для ее полного стопорения в случае остановки машины и не оказывающая дополнительных растягивающих напряжений в случае повторного движения. Расчетами определены параметры тормозной пружины: диаметр, длина, а также диаметр проволоки и число рабочих витков.

Ключевые слова: капельная лента, механизированная укладка, сопротивление разработке, тормозное устройство, инерционная сила, тормозная пружина.

Для цитирования: Мартынова Н.Б., Бондарева Г.И. Определение параметров тормозного устройства для укладчика капельной ленты // Вестник Брянской ГСХА. 2026. № 1 (113). С. 65-68.

Original article

DETERMINATION THE PARAMETERS OF THE BRAKING DEVICE FOR THE DRIP TAPE STACKER

¹Natal'ya B. Martynova, ²Galina I. Bondareva

¹Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

²FSBSI Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia

Abstract. To obtain stable yield indicators, it is necessary to maintain an optimal water-air balance of the soil. To do this, it is necessary to carry out agro-reclamation measures in the Central region. Drip irrigation is the most water-saving method of irrigation, but the lack of modern machines for laying drip tape prevents widespread use. The purchase of imported equipment is economically impractical. For high-quality tape laying and trouble-free operation of the machine, it is necessary to introduce a permanent brake into the stacker design to prevent the coil from unwinding due to inertia when the speed of the machine changes or it stops suddenly. The braking device is present in the design of American cars, European and domestic permanent brakes have either been replaced with ineffective devices that prevent the coil from spinning due to inertia, or this problem has not been solved structurally. Unwinding the tape by inertia when braking or stopping the machine leads to jamming of the tape in the laying pipe or twisting during the laying process. In this case, the drip line fails, repairs are expensive due to the high cost of repair fittings, and, moreover, time-consuming. Calculations have determined the inertial force of the coil. The design of a braking device has been developed that locks the clamping disc of the coil, preventing it from unwinding due to inertia. The return force of the spring has been determined, which presses the brake pad against the disc of the coil holder, sufficient for its complete locking in the event of a machine stop and does not exert additional tensile stresses

in the event of repeated movement. The calculations determined the parameters of the brake spring: diameter, length, as well as the diameter of the wire and the number of working turns.

Keywords: Drip tape, mechanized laying, resistance to development, braking device, inertial force, brake spring.

For citation: Martynova N.B., Bondareva G.I. Determination the parameters of the braking device for the drip tape stacker // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2026. No. 1 (113). P. 65-68.

Введение. В Центральном районе Российской Федерации осадки выпадают неравномерно - многоводный и засушливый года по количеству выпавших осадков могут отличаться в 2 - 2,5 раза [1]. Для обеспечения оптимальных значений водно - воздушного баланса растения в вегетационный период необходимо проведение мелиоративных мероприятий, в том числе орошения в засушливый период [2]. Капельное орошение является наиболее водосберегающим способом, так как поливная вода доставляется непосредственно в корневую зону, практически исключены потери воды на испарение и фильтрацию в нижние слои почвы [3]. До последнего времени развитие этого метода сдерживала высокая цена оборудования - капельной ленты и фитингов, однако в последние годы выпуск всего необходимого оборудования осуществляется отечественными предприятиями, тогда как дождевальными машинами, работающие в хозяйствах нашей страны, в большинстве импортного производства, что затрудняет обслуживание машин и поставку запасных частей [4]. Другим сдерживающим фактором является отсутствие комплекса современных машин для укладки капельной ленты для строительства систем капельного полива при выращивании различных сельскохозяйственных культур [5]. Американские фирмы «Andros» и «Rain Flo Irrigation» осуществляют выпуск высокопроизводительной техники для различных схем полива большинства сельскохозяйственных культур [6]. Однако закупка данной техники экономически нецелесообразна. Качество европейских машин: итальянской «Moretto Officine Meccaniche», британской «Wrootwater Limited», голландской «ODV Techniek» по техническим характеристикам значительно уступают американским [7]. В этой ситуации необходимо создание отечественной машины, по техническим и технологическим параметрам соответствующей американской технике.

Материалы и методы. Оборудование для укладки капельной ленты состоит из криволинейной трубы с сошником для размещения ленты в почве, и оси с зажимными дисками, расположенной на стойке в подшипниковом узле для установки катушки с лентой (рисунок 1).

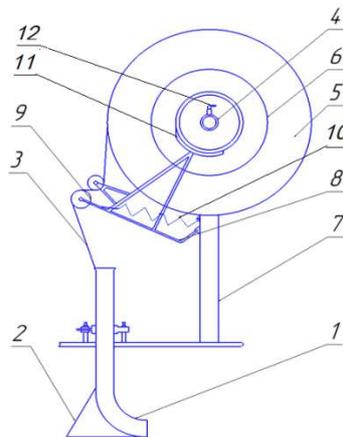


Рисунок 1 - Укладчик капельной ленты с тормозным устройством: 1 - лентоукладочная труба; 2 - сошник; 3 - капельная лента; 4 - ось с подшипниковой опорой; 5 - катушка с лентой; 6 - прижимной диск; 7 - стойка; 8 - рычаг тормоза; 9 - ролик; 10 - пружина; 11 - колодка; 12 - держатель.

Капельная лента, в процессе движения базового трактора, сматывается с катушки и помещается в лентоукладочную трубу, и далее в почву. При изменении скорости или внезапной остановке базового трактора катушка разматывается по инерции, лента, сматываясь с катушки, перекручивается или заминается в укладочной трубе, что приводит к выходу из строя капельной линии, для ликвидации возникшей аварийной ситуации требуется проведение ремонтных работ, трудоемких и требующих установки дорогостоящих ремонтных фитингов [8]. В конструкции американских машин предусмотрена установка постоянно действующего тормоза для натяжения ленты в процессе движения машины [9]. При торможении или внезапной остановке базового трактора тормоз предотвращает вращение катушки. У европейских моделей установка тормоза не предусмотрена [10].

Для проектирования параметров тормоза определим инерционную силу, действующую на катушку, размещенную на оси [11]:

$$F_{и} = 2 \cdot G_{к} \cdot v_{тр}^2 \cdot \sigma_{вр} \cdot g^{-1} \cdot d_{к}^{-1}, \quad (1)$$

где: $G_{к}$ - вес катушки, Н; $v_{тр}$ - скорость трактора, м/с; g – ускорение силы тяжести, м/с²; $\sigma_{вр}$ - коэффициент учета вращающихся масс; $d_{к}$ - диаметр катушки, м.

Вычислим возвратную силу пружины [12]:

$$F_{в} = 0,125 \cdot G \cdot d_{п}^4 \cdot f_x \cdot D_{п}^{-3} \cdot n^{-1} \quad (2)$$

где: G - модуль упругости, Па; f_x - деформация пружины, мм; $d_{п}$ - диаметр проволоки, мм; $D_{п}$ - диаметр пружины, мм; n - число витков.

Результат и обсуждение. Определим численные значения сил, действующих на тормозную пружину (рисунок 2).

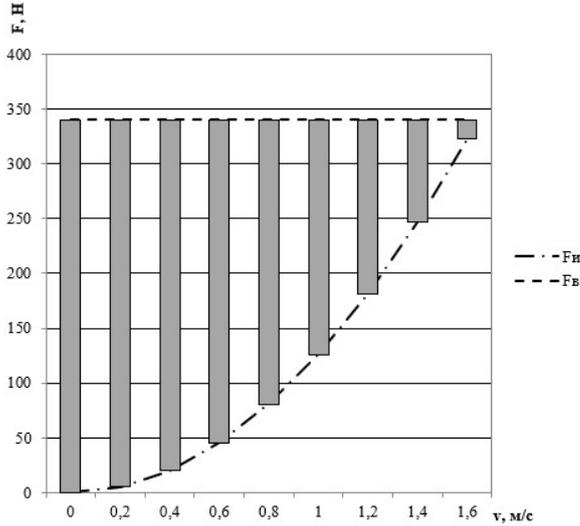


Рисунок 2 - Силы, действующие на тормозную пружину



Рисунок 3 – Укладчик капельной ленты на базе формирователя картофельных гребней Grimme GF-75/4.

Для качественной работы тормозной системы определим параметры пружины.

Диаметр проволоки вычислим по формуле:

$$d_{п} = 1,6 \cdot \sqrt{k \cdot F_{в} \cdot c \cdot [\tau]^{-1}} \quad (3)$$

где: k - коэффициент концентрации напряжений; c - индекс пружины; τ - допускаемые касательные напряжения, Па.

Диаметр пружины определим:

$$D_{п} = c \cdot d_{п} \quad (4)$$

Число рабочих витков вычислим:

$$n = 0,125 \cdot G \cdot d_{п} \cdot f_x \cdot F_{в} \cdot c^{-3} \quad (5)$$

Определим рабочую длину пружины:

$$L = n \cdot D_{п}^3 \cdot F_{в} \cdot d_{п}^{-4} \cdot G^{-1} \quad (6)$$

Определив параметры пружины (таб. 1), установили тормоз на лентоукладочное оборудование.

Таблица 1 – Параметры тормозной пружины

Параметр	Обозначение	Величина
Возвратная сила пружины, Н	$F_{в}$	340
Диаметр проволоки, мм	$d_{п}$	3
Диаметр пружины, мм	$D_{п}$	20
Число витков	n	40
Длина пружины, мм	L	63

Оборудование разместили на формирователе картофельных гребней Grimme GF-75/4 и произвели укладку капельной ленты для последующего монтажа системы капельного орошения (рисунок 3).

Выводы. Процесс укладки капельной ленты следует механизировать, установив оборудование для укладки капельной ленты на сеялках и формирователях гребней. Для предотвращения разматывания катушки с капельной лентой по инерции, в оборудование встроена тормозная система с пружиной, обеспечивающей постоянное натяжение ленты. При торможении или внезапной остановке машины разматывание катушки прекратится, это предотвратит перекручивание или замятие ленты в процессе укладки.

Список источников

1. Актуальные вопросы развития мелиоративной отрасли и использования водных ресурсов в АПК / В.Н. Щедрин, А.В. Колганов, Г.А. Сенчуков, В.Д. Гостищев // Мелиорация и водное хозяйство. 2021. № 4. С. 8-11.
2. Дубенок Н.Н., Ольгаренко Г.В., Калиниченко Р.В. Перспективы и общественная значимость развития мелиорации в Московской // Мелиорация и водное хозяйство. 2022. № 5. С. 6-11.
3. Жалнин Э.В., Зубина В.А. Обоснование типовых сельскохозяйственных территорий для разработки региональных систем машин // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16, № 2. С. 82-89.
4. Карпов М.В., Жиздюк А.А. Картофелесажалка для посадки пророщенных // Сельский механизатор. 2023. № 4. С. 8-9.
5. Капов С.Н., Хаустов П.А. Влияние расстояния между рабочими органами плоскореза-щелевателя на тяговое сопротивление сельскохозяйственного орудия // Вестник аграрной науки Дона. 2023. Т. 16, № 1 (61). С. 29-38.
6. Мартынова Н.Б., Щербаков А.О., Журавлева Л.А. Перспективы механизации внутрпочвенной укладки капельной ленты // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 1 (79). С. 446-454.
7. Посевной комплекс как объект исследования / С.Н. Капов, А.В. Бобрышов, А.Н. Петенев и др. // Сельский механизатор. 2025. № 4. С. 3-5.
8. Бондарева Г.И., Сапожников И.И. Выявление типизации технологических элементов оросительных систем // Сельский механизатор. 2020. № 11. С. 26-27.
9. Лебедев А.С., Хаджиди А.Е., Хаширова Т.Ю. Имитационное моделирование процесса подпочвенного полива // Природообустройство. 2025. № 4. С. 6-13.
10. Дубенок Н.Н., Гжибовский С.А., Гемонов А.В. Динамика запасов почвенной влаги при комбинированном поливе // Мелиорация и водное хозяйство. 2024. № 6. С. 4-10.
11. Определение оптимальных параметров капельной ленты для механизированной укладки / Н.Б. Мартынова, В.И. Балабанов, П.А. Михеев, М.В. Карпов // Мелиорация и водное хозяйство. 2024. № 3. С. 24-28.
12. Мартынова Н.Б., Балабанов В.И., Журавлева Л.А. // Укладчик капельной ленты с тормозным устройством // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2024. № 2. С. 140-146.

Информация об авторах

Н.Б. Мартынова - кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сельскохозяйственного строительства Российского государственного аграрного университета имени К.А. Тимирязева, yourim2@rambler.ru.

Г.И. Бондарева - доктор технических наук, профессор, заместитель директора по инвестициям Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, boss2569@yandex.ru.

Information about the authors:

N.B. Martynova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural Engineering of the Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev, yourim2@rambler.ru.

G.I. Bondareva - Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Investment Director of the A.N. Kostyakov Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, boss2569@yandex.ru.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 22.12.2025, одобрена после рецензирования 15.01.2026, принята к публикации 21.01.2026.

The article was submitted 22.12.2025, approved after reviewing 15.01.2026, accepted for publication 21.01.2026.

© Мартынова Н.Б., Бондарева Г.И.