

4. На основе анализа способов посева на откосах мелиоративных каналов можно утверждать: способ, наиболее предпочтительный с позиции агротехнических требований, предъявляемых к распределению семян многолетних трав на откосах мелиоративных каналов, – посев трав механическими рабочими органами.

### Литература

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 11 марта 2016 г. № 196 о государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – 5/41842.
2. Грицын, В. И. Механизированное укрепление земляного полотна травосеянием / В. И. Грицын, Б. И. Цвелодуб. – М.: Из-во «Транспорт», 1968. – 128 с.
3. Рекомендации по технологии мелкого ремонта откосов каналов без выброса почвогрунта на бермы. – Минск: РУП «Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси», 2004. – 24 с.

УДК 631.311.5

Поступила в редакцию 03.05.2017  
Received 03.05.2017

**А. Н. Басаревский, И. Е. Мажугин**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: labmkr@yandex.ru*

### **ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФРЕЗЫ-ПЛАНИРОВЩИКА С ЗИГЗАГООБРАЗНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ РОТОРОВ**

В статье обоснованы конструктивные параметры фрезы-планировщика с зигзагообразным расположением роторов.

*Ключевые слова:* конструктивные параметры, мелиоративный канал, откосы, фреза-планировщик, активный рабочий орган, почвогрунт.

**A. N. Basareuski, I. E. Mazhuhin**

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: labmkr@yandex.ru*

### **JUSTIFICATION OF DESIGN PARAMETERS OF CUTTER-SCHEDULER WITH ZIGZAG LOCATION OF THE ROTORS**

In the article justified the design parameters of the cutter-scheduler with a zigzag arrangement of the rotors.

*Keywords:* design parameters, drainage channel, slopes, cutter-scheduler, active working body, the soil.

### **Введение**

Типичными и важнейшими элементами мелиоративных систем являются различного назначения каналы и водоприемники. От состояния каналов во многом зависит работоспособность всей мелиоративной системы. При неудовлетворительном отведении воды коллекторным или магистральным каналом затрудняется выход воды из дрен, что приводит к повторному заболачиванию осушенных мелиоративной системой площадей. Основными причинами, приводящими к нарушению работоспособности каналов, являются их заиливание, зарастание древесной и травяной растительностью, сползание грунта с откосов.

На 1 января 2016 г. [1] нуждаются в реконструкции мелиоративные системы на площади 356,6 тыс. гектаров, в том числе в Брестской области – 95,3 тыс. гектаров, Витебской – 63 тыс.,

Гомельской – 54,1 тыс., Гродненской – 37,2 тыс., Минской – 61,8 тыс. и Могилевской области – 45,2 тыс. гектаров. Преимущественно это мелиоративные системы, построенные в 50–70-х годах XX века, отработавшие нормативные сроки эксплуатации и физически изношенные.

Поэтому необходимы мероприятия по созданию устойчивого поперечного и продольного профиля осушительных каналов как при новом строительстве, так и при проведении ремонтных работ. В этом плане комплексные технологические операции по укреплению откосов каналов с учетом конкретных физико-механических свойств почвогрунтов и произрастающей в канале растительности позволят ликвидировать или предупредить разрушения сооружений мелиоративных систем; укреплять откосы каналов в год их строительства или ремонта, используя при этом механизированные способы укрепления.

Анализ состояния машин и оборудования для планировочных работ показывает, что ранее созданные машины и планировочные рабочие органы не удовлетворяют необходимым агротехническим требованиям. Поэтому для планировки откосов каналов применяют машины, предназначенные для строительства и содержания осушительной сети: одноковшовые экскаваторы и каналочистители циклического действия, которые, являясь достаточно универсальными машинами, имеют низкие производительность и качество работ, способны нарушать профиль канала и повреждать крепление дна и откосов, требуют проведения дополнительных работ.

Наиболее приемлемой конструкцией для ухода за откосами мелиоративных каналов, обеспечивающей выполнение технологического процесса в соответствии с агротехническими требованиями, является конструкция многороторной фрезы-планировщика [2], однако и она не лишена существенных недостатков.

Так, при разрыхлении почвогрунта ножами роторов, расположенных на одной линии, остаются неразрыхленные полосы, поскольку остается зазор между ножами роторов, что влечет за собой снижение качества выполнения операции по разрыхлению почвогрунта на откосе канала. При вращении роторов в одном направлении часть почвогрунта остается неспланированной из-за разбрасывания почвогрунта либо к берме, либо ко дну канала.

Таким образом, необходима увязка конструктивных и технологических параметров фрезы-планировщика, которая позволит обосновать требуемую схему машины и повысить качество выполнения технологического процесса фрезерования почвогрунта на откосах мелиоративных каналов.

### Основная часть

На основании анализа конструктивных особенностей рабочих органов для фрезерования откосов мелиоративных каналов разработана схема рабочего органа фрезы-планировщика с зигзагообразным расположением роторов, которая приводится в действие гидромоторами или через ременную передачу (рисунок 1). При этом роторы могут вращаться с различными скоростями. В таком случае во избежание столкновения ножей окружности траекторий концов ножей не должны соприкасаться или тем более накладываться друг на друга.

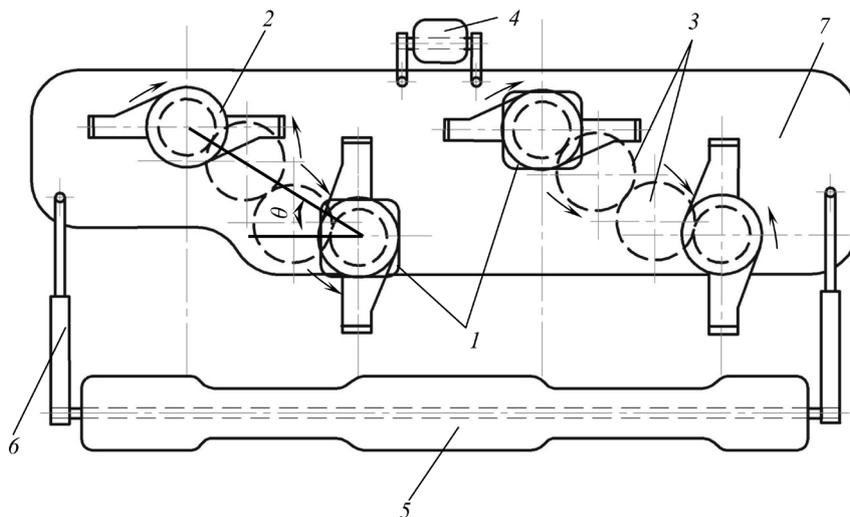
Для предотвращения возможных огрехов (пропущенных растений и неразрыхленных полос почвогрунта) из-за появления зон, неохватываемых ножами роторов, которые частично перекрывают друг друга, центры роторов смещены от перпендикуляра к направлению движения под углом  $\theta$  (рисунок 1). Таким образом, роторы располагаются зигзагообразно.

Благодаря установленным между роторами зубчатым парам, роторы имеют встречное вращение. При этом разрыхленный почвогрунт накапливается между парами двух крайних роторов и не загрязняет дно и берму канала.

Для уменьшения массы рабочего органа фрезы вместо дисков используются фланцы с консолями. Для упрощения расчетной схемы определим конструктивные параметры на примере двух роторов. Расчетная схема рабочего органа приведена на рисунке 2.

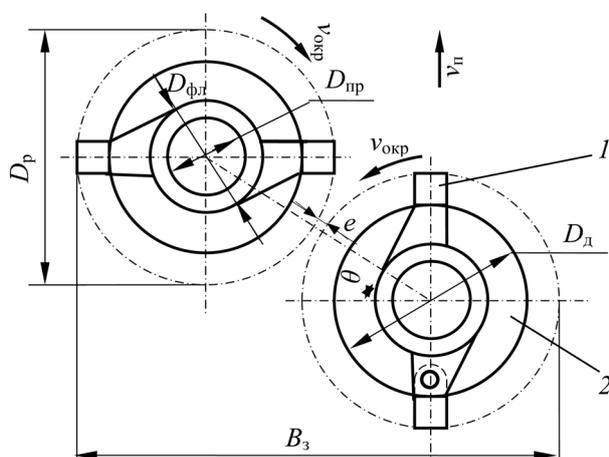
Диаметры привода  $D_{пр}$  и его фланца  $D_{фл}$  (или диаметр диска  $D_d$ ) определяются конструктивно.

Фреза-планировщик работает по принципу бесподпорного резания. По данным экспериментальных исследований проф. В. Н. Кондратьева многороторной фрезы-планировщика, окружная скорость роторов  $v_{окр}$  для данного типа фрез составляет 14 м/с с оптимальной скоростью передвижения  $v_n = 1,01$  км/ч [3].



1 – гидромотор; 2 – ротор; 3 – зубчатая пара; 4 – прикатывающий каток; 5 – опорный каток; 6 – механизм подъема и опускания прикатывающего катка, 7 – редуктор

Рисунок 1. – Схема фрезы-планировщика с зигзагообразным расположением роторов



1 – фланец с консолью; 2 – диск

Рисунок 2. – Схема к определению конструктивных параметров фрезы-планировщика

роторов. На рисунке 3 штриховкой обозначена зона, в которой возможен пропуск неразрыхленных полос почвогрунта [4].

Второй ротор, движущийся параллельно, оставляет такую же зону. Следовательно, минимальная величина перекрытия должна быть равна  $2l$ .

Тогда легко получить следующую формулу для расчета  $l_{п}$ :

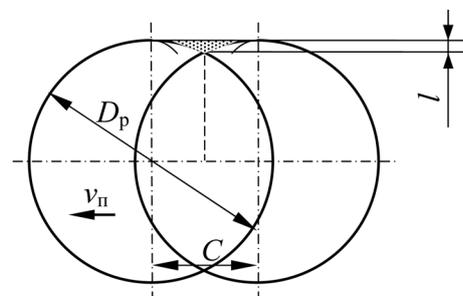


Рисунок 3. – Схема к определению необходимой величины перекрытия

Тогда техническую производительность  $\Pi_T$ ,  $m^3/ч$ , можно определить из выражения:

$$\Pi_T = v_n B_з,$$

где  $B_з$  – ширина захвата рабочего органа, м.

Ширина захвата  $B_з$  рабочего органа зависит от ширины фрезеруемого откоса.

Условие неосприкосновения концов ножей может быть записано в следующем виде:

$$B_з \geq D_p + D_p \cos \theta,$$

где  $D_p$  – диаметр ротора, м.

Траектория ножей описывает циклоиду, которую упрощенно можно заменить окружностями с центрами, смещенными на величину  $C$  (рисунок 3). Эта схема используется для определения необходимой величины перекрытия  $l_{п}$

$$l_{п} = D_p - \sqrt{D_p^2 - C^2}.$$

На основании рисунка 4 можно получить формулу для расчета необходимого минимального угла отклонения ротора  $\theta$ :

$$\theta = \arccos[(D_p - l_n - e) / (D_p + e)] \quad (1)$$

или

$$\theta = \arccos[(B_з - D_p) / (D_p + e)], \quad (2)$$

где  $e$  – минимально допустимое расстояние между траекториями концов ножей, равное 10...20 мм.

Получив выражение для расчета минимальной величины  $\theta$  и приняв  $e$ , можно из (2) вывести следующую формулу для уточненного расчета  $D_p$ :

$$D_p = (B_3 - e \cos\theta) / (1 + \cos\theta).$$

Здесь  $\theta$  должно быть больше или равно значению, рассчитанному по формуле (1) или (2), но при этом находиться в диапазоне  $15...30^\circ$  [4].

Рассчитанные и принятые значения  $D_p$ ,  $l_n$  и  $\theta$  должны обеспечивать требуемое значение ширины захвата  $B_3$  и расстояние между траекториями концов ножей  $10...22$  мм.

### Заключение

1. Для предотвращения возможных огрехов при обработке откосов каналов ввиду появления зон, неохватываемых ножами роторов, принята схема с зигзагообразным расположением роторов, которая имеет следующие конструктивные особенности:

- центры роторов смещены от перпендикуляра к направлению движения под углом  $\theta$ , т. е. роторы располагаются зигзагообразно;

- благодаря установленным между роторами зубчатым парам, роторы имеют встречное вращение. При этом разрыхленный почвогрунт накапливается между парами двух крайних роторов и не загрязняет дно и берму канала.

2. Рассчитанные и принятые значения диаметр ротора  $D_p$ , зона перекрытия  $l_n$  и угол отклонения ротора  $\theta$  должны обеспечивать требуемое значение ширины захвата  $B_3$  и расстояние между траекториями концов ножей  $10...22$  мм.

3. Для обеспечения зоны перекрытия  $l_n$  оптимальный угол отклонения роторов  $\theta$  должен находиться в диапазоне  $15...30^\circ$ .

### Литература

1. О государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – 5/41842.
2. Кондратьев, В. Н. Теоретические исследования работы горизонтально вращающейся фрезы, определение мощности на ее привод / В. Н. Кондратьев // Мелиорация. – 2008. – № 1 (59). – С. 75–83.
3. Кондратьев, В. Н. Обоснование выбора сменного оборудования к экскаватору ЭО-3223 / В. Н. Кондратьев // Изобретатель. – 2012. – № 4. – С. 21–25.
4. Мажугин, Е. И. Машины для эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов: учеб. пособие / Е. И. Мажугин. – Горки: БГСХА, 2010. – 333 с.

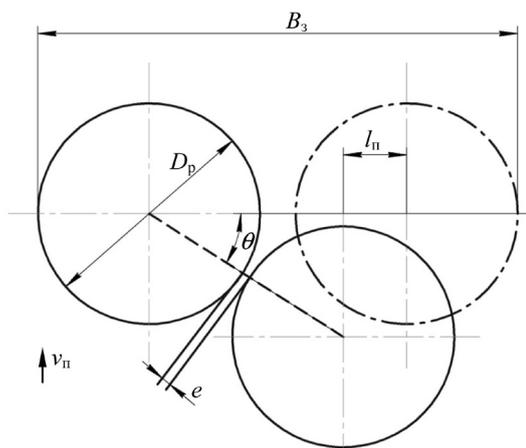


Рисунок 4. – Схема к определению необходимого угла отклонения  $\theta$  ротора