
◆ НАУКА – ПРОИЗВОДСТВУ ◆

УДК 626.861.5:624.137

**ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
УКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ И РУСЛОВОЙ ЧАСТИ КАНАЛОВ
АРМИРОВАННЫМИ ТРАВЯНЫМИ КОВРАМИ**

В.Н. Кондратьев, доктор технических наук, профессор

Т.Г. Свиридович, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации,

г.Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: армированный травяной ковер, откос и русловая часть откоса, биополотно, жесткость, выветривание, водная эрозия

Введение

Работы по укреплению нижней части откосов одерновкой или торфодерновыми коврами существенно отстают от требований производства – все еще низкая производительность труда, высокая энергоемкость и металлоемкость технологических процессов, высок уровень ручного труда. Кроме то-го, укрепление откосов каналов одерновкой в условиях Республики Беларусь не отвечает экологическим и природоохранным требованиям. Поэтому проблему защиты нижней части откосов каналов от разрушений невозможно решить без совокупности поисковых, экспериментальных, изыскательских и конструкторских работ. Следовательно, конечной целью является усовершенствование и разработка ресурсосберегающей и природоохранной технологии, средств механизации для изготовления и укрепления нижней части откосов каналов армированными непроросшими травяными коврами, обеспечивающими в комплексе с гидропосевом трав надежную устойчивость и долговечность мелиоративных систем [1].

Объекты исследования

Исследуя типы укрепления откосов для осушительных каналов (табл. 1), можно сделать вывод, что укрепление откосов каналов таким типом непроросших травяных ковров составляет всего 10-15% от всего объема укрепительных работ. Поэтому предложенная нами конструкция машины для изготовления непроросших травяных ковров на основе биосмеси МИК-500-1 в достаточной мере удовлетворяет потребностям производства [2].

Анализ результатов исследований армируемых материалов для изготовления травяных непроросших ковров показывает, что полотно из отходов производства искусственного меха отвечает требованиям, предъявляемым к армируемым оболочкам травяных ковров. Поэтому нами разработана технология изготовления травяных непроросших ковров на основе полиэфирного волокна и отходов производства искусственного меха [2, 3].

Таблица 1 – Рекомендуемые типы укрепления каналов

Геологические условия, вид грунта	Вид деформаций профиля канала	Состав укрепительных работ	Способ укрепления
1	2	3	4
<p>1. Канал всем сечением расположен в:</p> <ul style="list-style-type: none"> • песках средних и крупных 	<p>Выветривание поверхности откоса, плоскостной смыв грунта, размыв подошвы откоса в легких грунтах.</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами. б) Покрытие биомелиоплотном (Биоп-200) или травяными коврами ТК-40. в) Покрытие слоем растительной земли всей поверхности или нижней части откоса с защитой ее спанбондом СУФ-17 (а.с.№ 2028413).</p>	<p>Биологический</p>
<ul style="list-style-type: none"> • песках средней крупности и крупных с гравием, галькой; 		<p>Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами (например, гидропосев)</p>	<p>То же</p>
<ul style="list-style-type: none"> • моренных суглинках средних и тяжелых с включениями гравия, гальки до 15-20%; 		<p>Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами</p>	<p>Биологический</p>
<ul style="list-style-type: none"> • глинах, пылеватых суглинках средних и тяжелых полу твердых; 	<p>Выветривание поверхностей откоса, плоскостной смыв грунта, размыв подошвы откоса в легких грунтах, оплывание и оползание поверхностного слоя грунта откоса в весенний период</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами с защитой засеянной поверхности спанбондом (СУФ-17). б) Покрытие биомелиоплотном (Биоп-200) или покрытие травяными коврами ТК-40. в) Покрытие биомелиоплотном или травяными коврами ТК-40 всей поверхности или нижней части откоса. г) Устройство на подошве откоса стенок высотой 150-200 мм: плетневых, дощатых, фашинных и других деревянных видов; сборных железобетонных "заборного" типа с распорными рамами; укладка на дне канала железобетонных лотков.</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>
<ul style="list-style-type: none"> • супесях средних и тяжелых твердых и пластичных; 	<p>То же</p>	<p>То же</p>	<p>То же</p>
<ul style="list-style-type: none"> • торфяниках средних и хорошо разложившихся. 	<p>Выветривание поверхности откоса; плоскостной смыв грунта</p>	<p>Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70мм и засев многолетними травами.</p>	<p>Биологический</p>

Продолжение таблицы 1

<p>2. Канал всем сечением расположен в:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● глинах полутвердых и пластичной консистенции; 	<p>Смывание и оползание верхнего слоя или обрушение масс грунта откоса в весенний период</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами. б) Покрытие биологичным (Вюп-200) или покрытие травяными коврами ТК-40. в) Покрытие почвосмесью (а.с.№ 2028413) всей поверхности или нижней части откоса с защитой засеянной поверхности спанбондом СУФ-17. г) Устройство на подошве откоса стенок высотой 150-200 мм: плетневых, досчатых, фашинных и других деревянных видов, сборных железобетонных «заборного» типа с распорными рамами; укладка на дне какала железобетонных лотков.</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● суглинках, средних и тяжелых от полутвердой до текучепластичной консистенции <p>3. Канал всем сечением расположен в:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● песках мелких пылеватых водонасыщенных неплыунного характера 	<p>Омывание и оползание верхнего слоя или оползание обрушение масс грунта откоса в весенний период</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетних трав с защитой поверхности спанбондом СУФ-17. б) Устройство на подошве откоса стенок высотой 300-400 мм: деревянных, сборных железобетонных «заборного» типа с распорными рамами, укладка железобетонных лотков. в) Устройство фильтрующей засыпки из песчано-гравийной смеси, щебня за пазухами стенок, лотков г) Покрытие поверхности откоса фильтрующим материалом: песчано-гравийной смесью, щебенкой, пористыми бетонными плитами.</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● супесях пылеватых легких и средних водонасыщенных. 	<p>Оползание нижней части откоса в весенний период и при затяжных дождях.</p>	<p>То же</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>

Продолжение таблицы 1

<p>4. Каналы, всем сечением расположены в:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● песках мелких пылеватых и иловатых водонасыщенных, псевдопльвунах; 	<p>Оползание нижней части откоса с обрушением вышележащей.</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами или покрытие биомелиоплотном (Биоп-200). б) Укладка на дне канала сплошных железобетонных лотков высотой 300-400 мм с разгрузочными отверстиями. Стыки лотков и отверстия защищены фильтрующим материалом. в) Покрытие поверхности фильтрующим материалом или Биоп-200.</p>	<p>То же</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● супесях пылеватых и иловатых, легких и средних водонасыщенных. 	<p>Оползание нижней части откоса с обрушением вышележащей</p>	<p>Покрытие поверхности фильтрующим материалом или Биоп-200</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>
<p>5. Канал, всем сечением расположен в двух слоях грунта.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Верхний слой торф, а нижний слой: пески крупные и средней крупности с включениями гравия гальки; 	<p>Выветривание поверхности откоса, плоскостной смыв грунта.</p>	<p>Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами с защитой засеянной поверхности спанбондом СУФ-17 по ТУ РБ 002004056096-94.</p>	<p>Биологический</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● глины твердые, тугопластичные; 	<p>То же</p>	<p>То же</p>	<p>Биологический</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● пески крупные и средней крупности; 	<p>То же</p>	<p>То же</p>	<p>То же</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● супеси средние и тяжелые твердые, пластичные; 	<p>Выветривание поверхности откоса, плоскостной смыв, оползание нижней части откоса с обрушением верхней части.</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами. б) Покрытие биомелиоплотном (Биоп-200) или травяными коврами ТК-40. в) Устройство на подошве откоса стенок высотой 150-200 мм: плетневых, дощатых, фашинных и других видов укрепления, сборных железобетонных "заборного" типа с распорными рамами, укладка на дне каната железобетонных лотков с пустотами по дну.</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>

Продолжение таблицы 1

<ul style="list-style-type: none"> ● глины от полутвердой до текучепластичной консистенции; ● суглинки средние и тяжелые от полутвердой до текучепластичной консистенции; 	<p>То же</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной сочетаниями 150-200 мм и засева многолетними травами.</p> <p>б) Покрытие биомелиоплотном (Биоп-200) или травяными коврами ТК-40.</p> <p>в) Устройство на подошве откоса стенок высотой 150-200 мм: плетневых, дощатых, фашинных и других видов укрепления, сборных железобетонных "заборного" типа с распорными рамами, укладка на дне канала железобетонных лотков с пустотами по дну.</p>	<p>То же</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● пески мелкие, пылеватые и иловатые, водонасыщенные с плавунными свойствами, псевдоплавуну; 	<p>Выветривание верхней части откоса. Оползание нижней части откоса с обрушением верхней части.</p>	<p>а) Покрытие поверхности слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засева многолетними травами или покрытие биомелиоплотном (Биоп-200).</p> <p>б) Устройство на подошве откоса стенок высотой 300-400 мм: деревянных сборных железобетонных "заборного" типа с распорными рамами, укладка железобетонных лотков по дну канала.</p> <p>в) Устройство фильтрующей засыпки из песчано-гравийной смеси, щебня за пазухами стенок, лотков. Укладка на поверхности откосов железобетонных плит с пустотами, засыпанными гравием, щебнем.</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● супеси пылеватые, легкие и средние, водонасыщенные. 		<p>г) Покрытие поверхности откоса фильтрующим материалом: песчано-гравийной смесью, щебенкой, пористыми бетонными плитами.</p> <p>Укладка на поверхности откосов железобетонных плит с пустотами, засыпанными гравием, щебнем.</p>	

Продолжение таблицы 1

<p>6. Канал всем сечением расположен в двух минеральных слоях грунта.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Верхний слой состоит из песков мелкой и средней крупности грунта, толщиной до 1,5 м, а нижний слой составляют: моренные суглинки средние и тяжелые, тугопластичные; кембрийские глины твердые, тугопластичные; 	<p>Выветривание поверхности откосов, плоскостной смыв грунта. Оплывание и оползание верхнего слоя или оползание и обрушение масс грунта.</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами или покрытие поверхности биомелиополотном. б) Устройство за бровками на расстоянии 2-4 м параллельных каналу разгрузочных дрен. Дно дрен располагается на водоупоре или врезается в него.</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● глины, пылеватые суглинки, средние и тяжелые, полутвердые; 	<p>Оплывание и оползание верхнего слоя или оползание и обрушение масс грунта откоса в весенний период, образование продольных трещин на откосах.</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами, защита спанбондом СУФ-17. б) Покрытие биомелиополотном (Биоп-200) или покрытие травяными коврами ТК-40. в) Покрытие почвосмесью (А.с. N2028413) всей поверхности откоса. г) Устройство за бровками на расстоянии 2-4 м параллельных каналу разгрузочных дрен.</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>
<p>7. Канал всем сечением расположен в двух минеральных слоях грунта.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Верхний слой состоит из глины, пылеватых суглинков, средних и тяжелых, а нижний слой составляют: пески мелкие, пылеватые, водонасыщенные неплыунного характера; супеси пылеватые, легкие и средние, водонасыщенные пластичные; 	<p>Поверхностный смыв грунта, оползание верхней части откоса. Откосы начинают разрушаться при строительстве канала.</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами или спанбондом СУФ-17. б) Устройство на подошве откоса стенок высотой 300-400 мм: деревянных, сборных железобетонных "заборного" типа, с распорными рамами, укладка железобетонных лотков с пустотами по дну. в) Устройство фильтрующей засыпки из песчаногравийной смеси, щебня за пазухами стенок, лотков. г) Покрытие поверхности откоса фильтрующим материалом.</p>	<p>Биологический в сочетании с капитальными способами</p>

Окончание таблицы 1

<p>• пески мелкие, пылеватые и иловатые, водонасыщенные с плавучими свойствами, псевдоплывунами.</p>	<p>Поверхностный смыв грунта. Выпор грунта дна и нижней части откоса.</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами или покрытие биомелиоплотном (Биоп-200). б) Укладка на дне каната, сплошных железобетонных лотков высотой 300-400мм с разгрузочными отверстиями. в) Покрытие поверхности откоса фильтрующим материалом.</p>	<p>Биологический в сочтании с капитальными способами</p>
<p>8. Канал всем сечением расположен в грунтах, имеющих водоносные прослойки мелкого водонасыщенного песка или супеси.</p>	<p>Оплывание и оползание поверхностного слоя или оползание и обрушение масс грунта откоса.</p>	<p>а) Покрытие поверхности откоса слоем растительной земли толщиной 50-70 мм и засев многолетними травами с защитой спанбондом СУФ-17. б) Покрытие биомелиоплотном (Биоп-200) или травяными коврами ТК-40. в) Покрытие растительной землей всей поверхности или нижней части откоса с укладкой биомелиоплотна (Биоп-200) или травяных ковров ТК-40. г) Устройство на подошве откоса стенок высотой 150-200 мм. д) Устройство за бровками на расстоянии 2-4 м параллельных канату разгрузочных дрен. е) Покрытие поверхности откоса фильтрующим материалом.</p>	<p>То же</p>
<p>9. Канал всем сечением расположен в толще одного слоя грунта, под которым залегают водонасыщенные пески или супеси.</p>	<p>Выпор грунта дна и нижней части откоса.</p>	<p>То же</p>	<p>Биологический в сочтании с капитальными способами</p>

Сущность технологии заключается в формировании биополотна, представляющего собой иглоскрепленный холст толщиной 1,5-2,5 мм и изготовлений путем укладки относительно друг друга в перпендикулярном направлении слоев волокнистой смеси полиэфирного волокна и отходов производства искусственного меха с последующим внесением между слоями семян трав и иглоскрепления образующегося холста (рис.1).



Рисунок 1. Установка для изготовления армированных травяных ковров (биополотна) с использованием полиэфирного волокна и отходов иглопробивного полотна по ТУ РБ 05899235.001-97


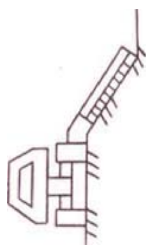

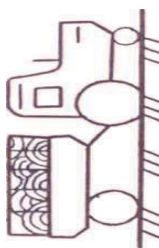
Семена трав вводятся в биополотно в процессе производства холста путем дозированного их посева оборудованием, разработанным на базе секции сеялки ОЗУ-3,6, на сформированный нижний слой волокнистой смеси, движущейся вместе с лентой продольного транспортера. Затем нижний слой волокнистой смеси с семенами закрывают верхним слоем из волокнистой смеси, уложенным перпендикулярно нижнему слою. Сформированный холст с семенами трав подается на иглопробивную машину для сшивания, после чего наматывается в рулоны.

Технология изготовления биополотна внедрена на Жлобинском ОАО "Бел ФА", кроме того, результаты исследований использованы в разработке оборудования для посева семян травосмеси при изготовлении волокнистого материала из полиамидных нитей на Гродненском ПО "Химволокно", а также в конструкции оборудования ОКА-0,5.

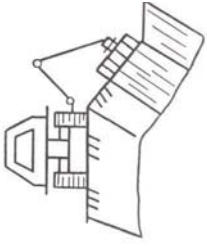
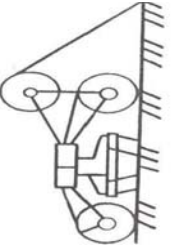
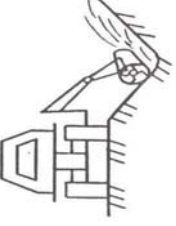

Анализ рекомендуемых типов укрепления осушительных каналов (табл.2), возможных конструкций травяных ковров, результатов их исследований в лабораторных и производственных условиях показывает, что наиболее эффективным для внедрения в мелиорации является биополотно на основе полиэфирного волокна и отходов производства искусственного меха. Поэтому в дальнейшем разработку механизированной технологии укрепления русловой части каналов осуществим с использованием травяных ковров, армированных оболочками, изготовленными из полиэфирного волокна и отходов производства искусственного меха [4].

На основании лабораторных и полевых опытов нами установлено, что армируемые оболочки травяных ковров должны изготавливаться в виде полотна из смеси полиэфирных волокон и отходов производства искусственного меха или отходов иглопробивного волокна. При этом травяные ковры, армированные этим материалом, удовлетворяют экологическим и техническим требованиям СТБ 10 30-96. Из всех типов разработанных нами ковров наиболее дешевым является травяной ковер, выполненный в виде биополотна по ТУ РБ 05.899235.001-97. Нами разработана и внедрена в мелиоративное производство технология укрепления откосов каналов и других гидротехнических сооружений биополотном.

Таблица 2 – Технологические схемы механизированной технологии укрепления русловой части каналов, проложенных в торфяных и минеральных почвогрунтах, армированными коврами

№	Наименование и последовательность выполнения технологических операций	Условия применения	Операции	Схемы	Машины и механизмы	Обслуживающий персонал
1	2	3	4	5	6	7
1	Известкование	Откосы каналов, проходящие в торфяниках	Нанесение суспензии на откос		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросеялкой ПО-2А	Тракторист IV разряда
2	Планировка и рыхление откосов каналов	То же	Поверхностная планировка и рыхление почвогрунта на глубину до 100 мм		Сменное навесное оборудование НО-10 к каналочистителю МР-14	Тракторист IV разряда
3	Внесение удобрений и полив	Откосы каналов, проходящие в торфяниках	Внесение удобрений с поливом взрыхленного почвогрунта		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросеялкой ПО-2А	Тракторист IV разряда
4	Подвозка биополотна	То же	Транспортирование биополотна и воды к месту работы на расстоянии 500 м		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросеялкой ПО-2А	Тракторист IV разряда

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
5	Укладка биополотна на откос	Откосы каналов, проходящие в торфяниках	Расстил рулонов биополотна на подготовленном откосе в направлении продольной оси канала. Операцию можно совместить с планировкой и рыхлением		Сменное навесное оборудование НО-10 к каналочистителю МР-14	Тракторист IV разряда и рабочий III разряда
6	Закрепление биополотна на откосе	То же	Биополотно крепится к откосу путем вдавливания материала в почвогрунт		Специальный каток к каналочистителю КМ-82	Тракторист IV разряда и рабочий III разряда
7	Присыпка биополотна тонким слоем почвогрунта (2-3 мм)	Откосы каналов, проходящие в торфяниках	Нанесение почвогрунта на укрепленный биополотном откос (операция совмещается с подчисткой)		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросеялкой ПО-2А	Тракторист IV разряда
8	Периодический полив (по необходимости)	То же	Полив в период всхода семян и развития растений		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросеялкой ПО-2А	Тракторист IV разряда

Широкое внедрение этой технологии осуществлялось на мелиоративных системах Гомельской, Брестской и Витебской областей.

В соответствии с проектом до начала укладки биополотна должны быть укреплены подошва откоса (табл.1), устроены водосбросные воронки, разгрузочные дрены и др. гидротехнические элементы.

Перед укладкой биополотна проверяли кислотность почвогрунта на откосе и при необходимости нейтрализовали его кислотность путем внесения доломитовой муки из расчета 1,5-1,8 т/га CaCO_3 .

Планировку-рыхление откосов осуществляли сменным оборудованием.

НО-10 к каналочистителю МР-14. Выполнение планировки-рыхления производили при движении агрегата вдоль канала со скоростью 0,28-0,32 м/с. При этом проход начинали снизу, строго следя за тем, чтобы рабочие фрезы планировщика-рыхлителя не задевали крепления подошвы, а также не допуская осыпания грунта в русло канала. Оптимальная глубина рыхления поддерживалась в пределах 50-100 мм, которая регулировалась путем поднятия фрез прикатывающим и опорным катком [4].

Планировку-рыхление откосов каналов на осушительно-увлажнительной системе Полесской опытно-мелиоративной станции (ПОМС) Брестской области производили зубowymi боронами, навешенными на рукоять стрелы каналочистителя КМ-82А.

На объекте "Спутник" Логойского района Минской области 3 июня 1987 г., 26 сентября 1996 г. на каналах объекта "Переброды" Витебской области и 15 июля 1997 г. на объекте "Махновичи-5" Мозырского района эти работы выполняли вручную. В этом случае укреплялись биополотном водосбросные воронки, разгрузочные дрены и др. элементы гидросооружений (рис.2, 3).

Следовательно, на основании экспериментальных работ нами сделан вывод, что в местах гидросооружений с объемом укрепительных работ до 50 м², где невозможно применение предлагаемой механизированной технологии, допускаются отдельные ручные операции (рис.2).



Рисунок 2 – Объект «Переброды» Витебской области, подготовка откоса у трубы-переезда к укреплению



Рисунок 3 - Объект «Махновичи-5» Мозырского района, укрепленная биополотном труба-переезд

Перед укладкой биополотна на подготовленные откосы, сложенные из грунтов, бедных питательными веществами, вносили минеральные удобрения [2].

В зависимости от длины закрепляемой части откоса ленты биополотна укладывали как параллельно оси канала, так и перпендикулярно. Укладывая ленты на откосе, не допускали зазоров между нижней стороной биополотна и поверхностью откоса. Укладку лент биополотна вели снизу вверх, плотно стыкуя их между собой. Ленты закрепляли на откосе путем вдавливания материала в почвогрунт, используя его свойство растягиваться под воздействием внешней нагрузки равной 0,8-0,6 кН. Закрепление производилось с шагом защемляемых петель равным 700 мм (рис.4.). Откосы каналов с оползанием поверхностного слоя или обрушением масс почвогрунта (табл.1) закрепляли биополотном с защемлением петель в продольных и поперечных направлениях так, чтобы образовывались квадраты 700 x 700 мм (рис. 5). Опытами определено, что этот вариант сцепления биополотна с почвогрунтом самый надежный для защиты откосов от водной и ветровой эрозии. Глубина защемления петель в почвогрунте была в пределах 100-150 мм.



Рисунок 4 – Закрепление биополотна с шагом защемляемых почвогрунтом петель равным 700 мм

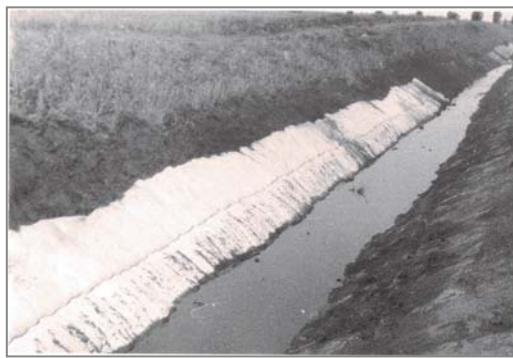


Рисунок 5 – Закрепление биополотна к откосу с защемлением петель в продольных и поперечных направлениях

С целью избежания деформации поверхности спланированных откосов, сложенных из рыхлых почвогрунтов, рабочие, укладывающие биополотно при укреплении небольших площадей, пользовались лестницей или стремянкой, которая представляет собой доску с прикрепленными к ней поперечными планками. Длина доски должна быть равной длине откоса, ширина 200-300 мм. Правила транспортирования и хранения биополотна на мелиоративном объекте соответствовали требованиям ТУ РБ 05899235.001-97.

Уложенное и закрепленное на откосе биополотно в течение рабочего дня было полито водой и присыпано слоем почвогрунта толщиной 2-3 мм. При этом использовали каналочиститель КМ-82, а при малых объемах работ операции производились вручную (рис.6, 7).

Уход за непроросшими травяными коврами в год укладки сводился к периодическому их осмотру и устранению недостатков, скашиванию травостоя и, при необходимости, подкормке минеральными удобрениями и поливу.



Рисунок 6 – Вид откоса канала, укрепленно-го биополотном с последующей присыпкой его почвогрунтом на мелиоративном объекте «Махновичи-5» Мозырского района Гомельской области



Рисунок 7 – Вид откоса канала, укрепленно-го биополотном с последующей присыпкой его почвогрунтом на мелиоративном объекте ПОМС Брестской области

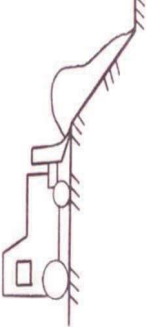
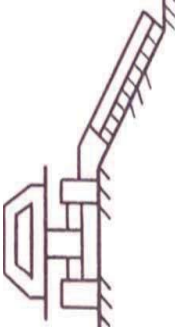
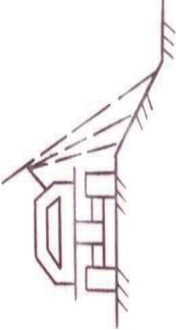
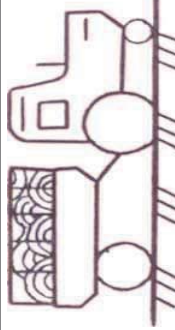
На основании полученных теоретических и практических результатов исследований нами разработан и внедрен ряд вариантов технологий укрепления нижней части каналов в зависимости от геологических условий и вида почвогрунтов на мелиоративных объектах (табл.2,3,4,5).

Нами осуществлялось определение степени влияния непроросших армированных травяных ковров (биополотна) при укреплении нижней части откосов каналов на образование дернового покрова и развитие растений, способных надежно противостоять водной и ветровой эрозии, нарушению местной устойчивости, т.е. разрушению откосов в зоне высачивания грунтовых вод; воздействию климатических факторов: промерзанию и оттаиванию почвогрунтов; воздействию атмосферных осадков, ветров и т.п.

Определено, что биополотно увеличивает устойчивость откосов от разрушений в 1,5-2 раза за счет образования растительности с густой корневой сетью и армируемого материала, увеличивающего устойчивость на размыв и механическую прочность, образованного травяного ковра. Взаимодействие наземных органов растений совместно с армируемым материалом увеличивают коэффициент шероховатости, уменьшают скорость отекания воды с откосов в зависимости от расхода воды ($Q=7-8,4$ л/с) и высоты травостоя ($h=50-200$ мм) в 0,9-1,6 раза, а также препятствуют ее концентрации в отдельные струи. Определено, что сразу после укладки биополотна на поверхность откоса последняя надежно защищается от разбрызгивающего воздействия дождевых капель.

Окончательную оценку эффективности применения предложенных технологий дали по результатам исследований укрепленного канала на Полесской опытной мелиоративной станции (ПОМС) Брестской области. При этом эффективность применения вариантов технологий обуславливали инженерной оценкой, т.е. показателями механической прочности дернового покрова устойчивостью его на размыв и энергетическими показателями.

Таблица 3 – Технологические схемы механизированной технологии укрепления русловой части каналов, проходящих в песчаных грунтах, биополотном с подсыпкой почвогрунта

№	Наименование и последовательность выполнения технологических операций	Условия применения	Операции	Схемы	Машины и механизмы	Обслуживающий персонал
1	Подсыпка почвогрунта слоем 30-50 мм	Откосы каналов, проходящие в песках	Используется снятый почвогрунт с трассы каналов		Бульдозер или каналоочиститель КМ-82 со сменным рабочим органом-бульдозером	Тракторист IV разряда
2	Планировка, рыхление и прикатывание откосов каналов	То же	Поверхностная планировка, рыхление и прикатывание подсыпанного почвогрунта		Семенное навесное оборудование НО-10 к каналоочистителю МР-14	Тракторист IV разряда
3	Внесение удобрений и полив	То же	Внесение удобрений с поливом взрыхленного почвогрунта		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросеялкой ПО-2А	Тракторист IV разряда
4	Подвозка биополотна	Откосы каналов, проходящие в песках	Транспортирование биополотна и воды к месту работы на расстоянии 500 м		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросеялкой ПО-2А	Тракторист IV разряда

Окончание таблицы 3

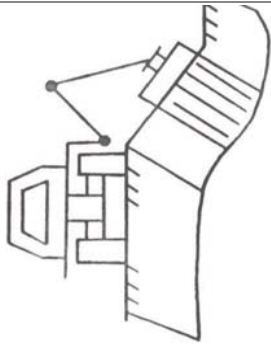
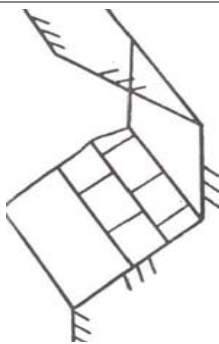

1	2	3	4	5	6	7
5	Укладка биоплотна на откос	То же	Расстил рулонов биоплотна на подготовленном откосе в направлении продольной оси канала. Операцию можно совместить с планировкой и рылением		Сменное навесное оборудование НО-10 к каналочистителю МР-14	Тракторист IV разряда рабочий разряда
6	Закрепление биоплотна на откосе	То же	Биоплотно крепится к откосу путем вдавливания матриала в почвогрунт		Специальный каток к каналочистителю КМ-82	Тракторист IV разряда рабочий разряда
7	Присыпка биоплотна тонким слоем почвогрунта (2-3 мм)	То же	Нанесение почвогрунта на укрепленный биоплотном откос (операция совмещается с подчисткой дна канала)		Каналоочиститель КМ-82 с ротором-метателем или МР-14	Тракторист IV разряда
8	Периодический полив (по необходимости)	То же	Полив в период всхода семян и развития растений		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросейлкой ПО-2А	Тракторист IV разряда

Таблица 4 – Технологические схемы механизированной технологии укрепления русловой части каналов, проходящих в песчаных грунтах, армированными непроросшими травяными коврами с биосмесью

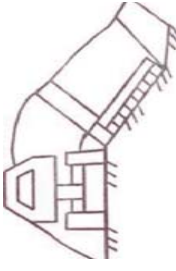
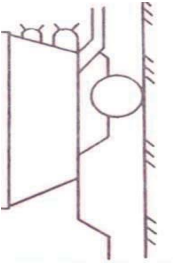
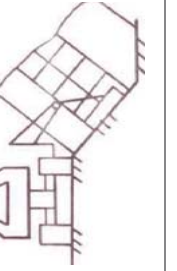

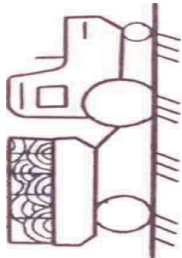
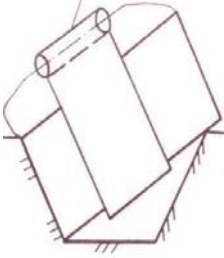
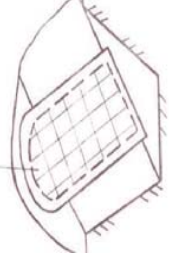
№	Наименование и последовательность выполнения технологических операций	Условия применения	Операции	Схемы	Машины и механизмы	Обслуживающий персонал
1	2	3	4	5	6	7
1	Планировка и рыление откосов каналов	Откосы каналов, проходящие в песках	Поверхностная планировка и рыление почвы на глубину до 100 мм		Сменное навесное оборудование НО-10 к каналоочистителю МР-14	Тракторист IV разряда
2	Изготовление армированных травяных ковров	То же	Перемешивание, распределение по оболочкам ковра (см.табл.2.1)		Машина МИК-500 в агрегате с трактором МТЗ-9- или МТЗ-82	Тракторист IV разряда и рабочий III разряда
3	Укладка армированных непроросших травяных ковров на откос	То же	Укладка		Каналоочиститель КМ-82 со сменными рабочими органами	Тракторист IV разряда
4	Периодический полив (по необходимости)	То же	Полив в период всхода семян и развития растений		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросеялкой ПО-2А	Тракторист IV разряда

Таблица 5 – Технологические схемы укрепления открытых воронок биополотном

№	Наименование и последовательность выполнения технологических операций	Условия применения	Операции	Схемы	Машины и механизмы	Обслуживающий персонал
1	2	3	4	5	6	7
1	Транспортировка воды и биополотна к открытой воронке	Откосы каналов, проходящие в торфяниках	Транспортировка		Трактор МТЗ-80 или МТЗ-82 в агрегате с гидросеялкой ПО-2А	Тракторист IV разряда
2	Подготовка открытой воронки к укреплению	То же	Выравнивание поверхности, растил биополотна	Рулон биополотна 	Вручную	Два рабочих III разряда
3	Укрепление биополотна	То же	Защемление биополотна вдавливанием в почвогрунт, присыпка тонким слоем (2-3 мм) почвогрунта и полив водой	Биополотно 	Вручную лопатой и полив водой гидросеялкой ПО-2А	Два рабочих III разряда и тракторист IV разряда

Выводы

Выявлена возможность улучшения названных показателей путем дальнейшего усовершенствования средств механизации и технологии укрепления русловой и нижней части откосов каналов армированными непроросшими травяными коврами, применение которых позволяет в 2 раза сократить период разрушающего воздействия дождевых и грунтовых вод на незакрепленные откосы, сократить в 5 раз число технологических операций, уменьшить в 2,5 раза количество применяемых разномарочных машин и средств механизации, повысить уровень интенсификации технологического процесса.

Установлено, что основными факторами, значительно влияющими на технико-экономические показатели всего технологического процесса укрепления русловой и нижней части откосов каналов, являются технология изготовления армированных травяных ковров, композиционные составы биосмесей, применяемые в зависимости от плодородия и вида почвогрунтов; материал арматуры ковров и средства механизации.

Библиографический список

1. Свиридович, Т. Г. Технология укрепления русловой части каналов армированными коврами: дис.канд. техн. наук /Т. Г. Свиридович. – Минск, 1998. – 303 с.
2. Кондратьев, В. Н. Обоснование технологических режимов и конструктивных параметров перемешивающего устройства / В. Н. Кондратьев, Т. Г. Свиридович, Я. В. Панков // Мелиорация. – 2014. - №1 (71). – С.132-146.
3. Кондратьев, В. Н. Теоретическое обоснование количественного состава биосмеси для изготовления армированных непроросших травяных ковров / В. Н. Кондратьев, Т. Г. Свиридович // Мелиорация. – 2014. - №2 (72). – С.89-102.
4. Кондратьев, В. Н. Результаты исследований свойств составных элементов армированных непроросших травяных ковров / В. Н. Кондратьев, Т. Г. Свиридович // Изобретатель. – 2014. - №12 (180). – С.29-36.

Summary

V. Kondratyev, T. Sviridovich

GENERALIZED RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES RELATED TO SLOPE AND RIVERBED CHANNEL PROTECTION USING REINFORCED GRASS MATS

The authors gave generalized results of experimental studies related to slope and riverbed channel protection according to recommended types of drainage channel enhancement.

Represented types can be widely used in local repair activities and reconstruction of reclamation systems.

Поступила 20.02.2015г.