

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА БИОСМЕСИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АРМИРОВАННЫХ НЕПРОРОСШИХ ТРАВЯНЫХ КОВРОВ

В.Н. Кондратьев, доктор технических наук, профессор,

Т.Г. Свиридович, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: травяной ковер, растительный покров, дерновый покров, травосмесь, откос канала, геологические условия на откосе, армированный непроросший ковер (биополотно).

Введение

Исследования показали, что надежная защита откоса от эрозийных процессов достигается созданием мощного растительного покрова, обладающего достаточной скоростью развития и образующего на откосах прочный, долговечный и дерновый покров. Поэтому правильный подбор травосмеси при изготовлении травяных ковров имеет решающее значение. Геологические условия на откосах земельных сооружений сложные: в верхней части откоса дефицит влаги, в нижней – переувлажнение, бедность почв питательными веществами, резкие колебания температуры почвы, опасность эрозийных процессов требуют включения в травосмесь видов трав, развивающих мощную корневую систему и устойчивых к отрицательным факторам окружающей среды.

Многие ученые рекомендуют включать в травосмесь многолетние корневищевые и корневищцево-рыхлокустовые злаковые травы, такие как кострец безостый, овсяница красная, канареечник тростниковидный, полевица белая, лисохвост луговой, мятлик луговой. Но в связи с тем, что многолетние травы в основном медленно развиваются в первые годы жизни, обязательным является включение в состав травосмеси быстроразвивающихся рыхлокустовых злаковых (райграс, тимофеевка, овсяница луговая) и бобовых трав (клевер) [1,2,3].

Исходя из того, что нами разрабатывается технология укрепления нижней части откоса канала, необходимо учитывать особенности укрепляемого откоса. При периодическом или постоянном переувлажнении БелНИИМиЛ [1] рекомендует следующий состав травосмеси и нормы высева семян (при 100% хозяйственной годности, кг/га):

мятлик болотный - 10;

лисохвост луговой – 18;

полевица белая - 8;

timoфеевка луговая - 10.

Государственным проектно-изыскательским институтом "Львовгипроводхоз» рекомендован состав травосмеси для изготовления в полевых условиях армированных травяных ковров, содержащих компоненты трав, способных произрастать в нижней части откосов каналов (табл.1).

Таблица 1. Состав влаголюбивой травяной травосмеси

Травы	Расход семян в г/100 м ²	Содержание в смеси, %
Канареечник тростниковидный	900	50
Мятлик болотный	180	10
Овсяница луговая	90	5
Тимофеевка луговая	90	5
Лядвенец рогатый	180	10
Овсяница красная	360	20
ВСЕГО	1800	100

Основная часть

Из приведенных примеров видно, что рекомендованные составы и нормы высева семян трав, входящих в травосмеси, имеют существенные различия.

Поэтому для выбора вида и расчета количества компонентов при изготовлении армированных травяных ковров будем исходить из методического допущения о пропорциональности между числом и равномерностью растений, которые должны вырасти на каждой единице площади ковра – с одной стороны, количеством и равномерностью распределения компонентов в травосмеси – с другой стороны.

В этом случае для выращивания прочного дернового покрова требуются следующие основные компоненты биосмеси, определяемые по формуле (1):

$$T_c = H_m + H_y + T_k, \text{ кг/га}, \quad (1)$$

где H_m – семена трав;

H_y – минеральные удобрения;

T_k – торфокрошка.

Для определения количества и видов компонентов составляющих H_m , воспользуемся методикой оценки качества дернового покрова в зависимости от числа и вида растений (такая методика разработана докт. с.-х. наук Шаиным С.С. [4]) и методическими указа-

ниями по теории расчета компонентов смеси для гидросеялок [5].

Биологические группы растений, образующих устойчивый дерновый покров подбираются в соответствии с табл. 2.

Таблица 2. Биологические группы растений и их процент в травосмеси

Биологические группы трав		Процент в травосмеси
На торфяных грунтах	Бобовые(стержневые травы)	7-13
	Корневищные злаковые травы	37- 40
	Рыхлокустовые злаковые травы	50 - 53

При выборе биологических групп растений исходим из теоретического допущения, что бобовые культуры необходимо исключить из состава травосмеси ввиду того, что после выхода семядолей на поверхность образуется сложный лист из пластинок, который не в состоянии пронизать плотный армируемый материал ковра.

Потребное количество растений на гектар площади откоса определим руководствуясь методическими указаниями [5] для нечерноземной зоны (табл. 3)

Таблица 3. Потребное количество растений на гектар площади

Качество дерна	Число побегов, штук (нечерноземная зона)		
	400см ²	на 1 м ²	на гектар
Отличное	более 200	более 5*10 ³	более 5*10 ⁷
Хорошее	120 - 200	3*10 - 5*10 ³	3*10 - 5*10 ⁷
Удовлетворительное	60 - 100	1,5*10 - 2,5*10 ³	1,5*10 - 2,5*10 ⁷
плохое	менее 20	менее 1,5*10 ³	менее 1,5*10 ⁷

Посевные качества семян трав по ГОСТ 12036-66 приведены в табл. 4, а масса семян трав различных биологических групп в табл. 5.

Таблица 4. Посевные качества семян

Культура	Класс	Семена основной культуры, %	Семена других культурных растений, %	Семена сорняков (штук на 1 кг, не более)	Всхожесть, не менее, %
Овсяница луговая	1	97,0	0,5	250	90
	2	92,0	1,5	1000	85
	3	85,0	3,0	3000	75
Овсяница красная	1	96,0	0,5	250	85
	2	90,0	1,0	1000	80
	3	80,0	4,0	3000	60
Райграс пастбищный	1	97,0	0,5	250	90
	2	92,0	1,5	1000	85
	3	85,0	3,0	3000	75
Тимофеевка луговая	1	97,0	0,5	500	90
	2	95,0	1,0	4000	85
	3	90,0	2,0	12000	75
Лисохвост луговой	1	90,0	0,5	500	85
	2	80,0	2,0	2000	75
	3	75,0	4,0	4000	60
Мятлик луговой	1	95,0	0,5	500	75
	2	85,0	2,0	4000	65
	3	75,0	4,0	12000	50
Клевер красный	1	98,0	0,2	500	90
	2	96,0	1,5	2500	80
	3	92,0	3,0	6000	65
Лядвенец рогатый	1	96,0	0,5	500	85
	2	93,0	1,0	2500	75
	3	90,0	3,0	5000	60
Мятлик болотный	1	95,0	0,5	500	85
	2	85,0	1,0	2000	80
	3	75,0	2,0	4000	65

Таблица 5. Масса семян трав различных биологических групп

Биологические группы трав	Масса семян трав (1000 штук), г	Значение коэффициента, К
Рыхлокустовые злаковые травы		
Тимофеевка луговая	0,55	1,1 - 1,86
Овсяница луговая	1,50	0,5 - 1,00
Ежа сборная	1,20	0,5 - 0,75
Райграс пастбищный	5,50	0,5 - 0,75
Корневищевые злаковые травы		
Овсяница красная	1,50	0,5 - 0,75
Мятлик луговой	0,30	1,1 - 2,20
Лисохвост луговой	0,80	0,5 - 0,75
Бобовые (стержневые) травы		
Клевер красный	1,7 - 1,82	0,75 - 1,00
Лядвенец рогатый	1,0 - 1,50	1,10 - 1,40

Согласно методическим указаниям [5], норму высева одного вида семян определяем по выражению (2):

$$H_m = \frac{A \cdot B \cdot C}{D} K, \quad \text{кг / га} \quad (2)$$

где A - принятое количество растений на гектар в млн. штук (по табл. 3);

B - масса 1000 семян данного вида травы (по табл.5);

C - 100% посевная годность семян;

K - коэффициент, учитывающий климатические условия, высоту от-коса, сроки посева семян (по табл.5);

D - фактическая посевная годность семян, которая определяется путем умножения всхожести на физическую чистоту культуры.

$$D = \frac{M \cdot F}{100}, \% \quad (3)$$

где M - всхожесть семян в процентах (по табл. 4);

F - физическая чистота культуры в процентах.

Норму высева травосмеси определяем по формуле (4):

$$H = \sum \frac{E_1 \cdot B_1^1 \cdot C_1^1}{D_1^1} K_1^1 + \sum \frac{P_1 \cdot B_1^2 \cdot C_1^2}{D_1^2} K_1^2 \quad ,\text{кг/га} \quad (4)$$

где $E_1 = \frac{A \cdot \Pi_e}{100}$ – количество растений корневищных злаков трав в травосмеси (по табл. 2);

$\Pi_1 = \frac{A \cdot \Pi_p}{100}$ – количество растений рыхлокустовых злаковых трав на гектар, млн.шт.;

Π_e – процент корневищных злаковых трав в травосмеси (по табл. 2)

Π_p – процент рыхлокустовых злаковых трав в травосмеси (по табл. 2);

B_1^1 и B_1^2 – вес 1000 шт, семян соответственно видам трав в травосмеси (по табл.5);

D_1^1 и D_1^2 – фактическая посевная годность семян соответственно данным видам трав в травосмеси, %;

K_1^1 и K_1^2 – коэффициенты идентичные коэффициенту К и относящиеся соответственно к данным видам трав (по табл. 5).

Расчет нормы высева одного вида семян и нормы высева травосмеси по данной методике приводятся в табл. 6.

Из анализа литературы необходимо отметить, что определение норм высева трав относится к наименее теоретически и практически разработанным вопросам луговодства.

Для получения травостоя необходимой густоты при оптимальном расходовании семян норма высева должна соответствовать конкретным условиям местообитания и уровню агротехники - соблюдению равномерности размещения по площади и глубины заделки семян, количеству удобрений.

Анализируя опыт укрепления откосов каналов биологическими способами в различных районах страны, можно отметить разницу в нормах высева травосмеси при изготовлении ковров, которая колеблется от 50 во 180 кг/га (табл.7) [1,2,3,5,6].

Поэтому при проведении экспериментов будем определять нормы высева отдельных видов трав по зависимостям их от количества побегов на единицу укрепляемой площади (рис.2, 3, 4), разработанным в БелНИИМВХ и БИМСХ [5].

Таблица 6. Расчет нормы высева травосмеси при различном качестве дернины

Культура	Качество дерна	Принятое количество растений на гектар в млн.штук, А	Масса 1000 штук семян, г	Количество растительных корневищевых злаков в травосмеси, Е, млн.штук	Количество растительных рыхлокустовых злаков в травосмеси, Р, млн.штук	100% посевная годность семян	Фактическая посевная годность семян, %	Норма высева одного вида семян в травосмеси, Н, кг/га
Полевица белая (овсяница красная)	Отличное	5*10 ⁷	0,18	220*10 ⁵		100	97	44,2
	Хорошее	4*10 ⁷		176*10 ⁵				35,3
	Удовлетв.	2*10 ⁷		88*10 ⁵				17,7
	Плохое	1,5*10 ⁷		66*10 ⁵				13,3
Лисохвост луговой (мятлик луговой)	Отличное	5*10 ⁷	0,80	220*10 ⁵		100	90	12,4
	Хорошее	4*10 ⁷		176*10 ⁵				9,9
	Удовлетв.	2*10 ⁷		88*10 ⁵				4,9
	Плохое	1,5*10 ⁷		66*10 ⁵				3,7
Райграс пастбищный	Отличное	5*10 ⁷	5,50		280*10 ⁵	100	97	100,0
	Хорошее	4*10 ⁷			224*10 ⁵			80,0
	Удовлетв.	2*10 ⁷			112*10 ⁵			40,0
	Плохое	1,5*10 ⁷			84*10 ⁵			30,0
Тимофеевка луговая	Отличное	5*10 ⁷	0,55		280*10 ⁵	100	97	23,5
	Хорошее	4*10 ⁷			224*10 ⁵			12,7
	Удовлетв.	2*10 ⁷			112*10 ⁵			9,4
	Плохое	1,5*10 ⁷			84*10 ⁵			7,1

Таблица 7. Норма высева травосмеси при изготовлении ковров в различных районах СНГ

Наименование	Норма высева, кг/га	Толщина ковра, см	Количество компонентов в травосмеси
Львовгипроводхоз	180	-	6
Укргипроводхоз	160 - 160	3 - 4	6
Львовский филиал гипроводхоза	160	3 - 5	7
СевНИИГИМ	70 - 100	1 - 4	3 - 4
БелНИИМил	60 - 80	2 - 4	4 - 5

Доза травосмеси для заправки одного смесителя определяется из выражения (5):

$$H_{mn} = \frac{H_m}{10^4 \cdot h_{ков}} \cdot U_{см} \cdot J, \text{ кг} \quad (5)$$

где $U_{см}$ – объем смесителя

J – коэффициент наполнения смесителя.

Необходимое количество каждого вида удобрений для заправки одного смесителя рассчитывают по формуле (6):

$$Y = \frac{A}{B} \cdot \frac{U_{см} \cdot J}{10^4 \cdot h_{ков}}, \text{ кг} \quad (6)$$

где Y - количество удобрений, кг;

A - количество требуемого питательного вещества, кг/га;

B - содержание этого вещества во вносимом удобрении, %,

При этом необходимо знать содержание в почве основных элементов питания, доступных для растений, Ориентировочно почвы по обеспечен-ии фосфором и калием делятся на четыре группы (табл.8) [7].

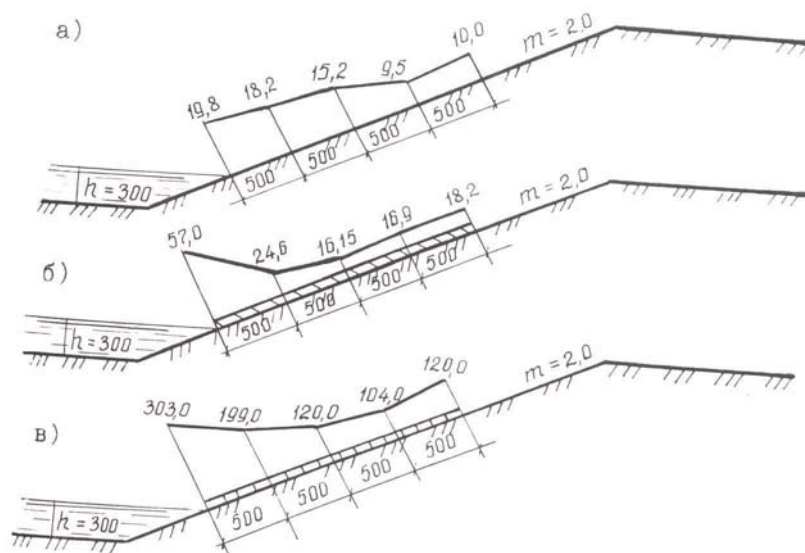


Рисунок 1. Эпюры распределения влажности (весовые,%) для разных видов крепления откосов [8]: а – земляной откос до прорастания семян; б – одерновка; в – травяной ковер

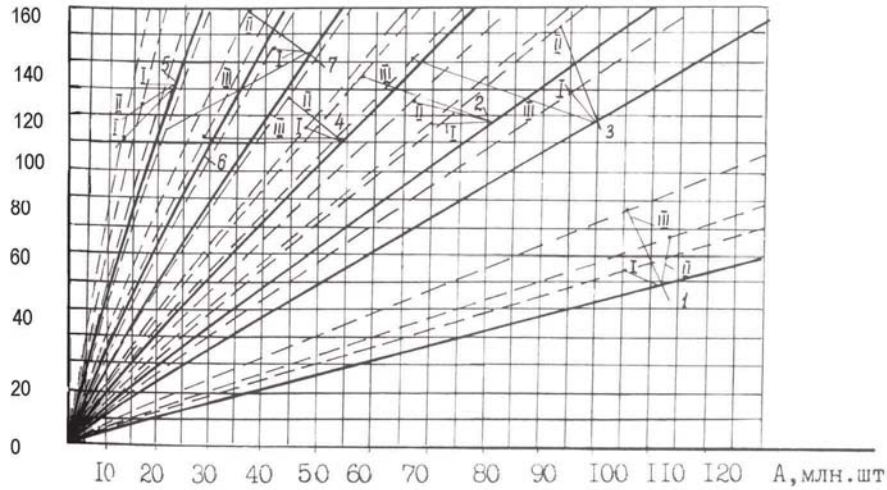


Рисунок 2. Зависимость норм высева семян рыхлокустовых злаковых трав от количества побегов на гектар укрепляемого откоса (I, II и III – нормы высева семян классов) при $K=1$.
 1 – тимофеевка луговая; 2 – овсяница луговая; 3 – ежа сборная; 4 – житняк; 5 – райграс пастбищный; 6 – пырей бескорневищный или регнерия; 7 – райграс высокий.

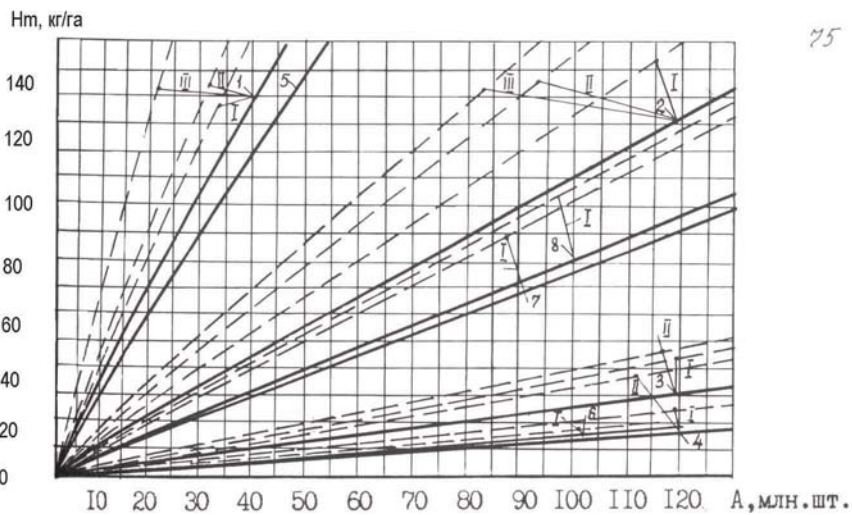


Рисунок 3. Зависимость норм высева семян корневищных злаковых трав от количества побегов на гектар укрепляемого откоса (I, II и III – нормы высева семян I-III классов) при $K=1$. 1 – кострец безостый, 2 – овсяница красная, 3 – мятлик луговой, 4 – мятлик болотный, 5 – пырей ползучий, 6 – полевица белая или обыкновенная, 7 – лисохвост луговой, 8 – канареечник.

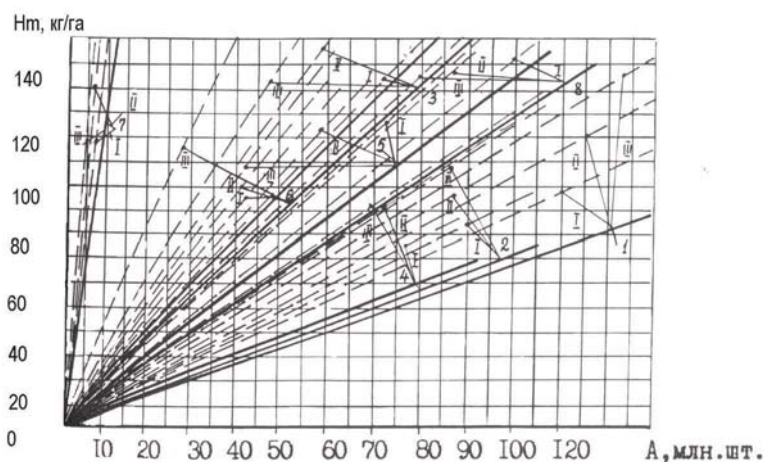


Рисунок 4. Зависимость норм высева семян бобовых трав от количества побегов на гектар укрепляемого откоса (I, II и III – нормы высева семян I-III классов по ГОСТ 317-55) при $K=1$.
 1 – клевер белый, 2 – клевер розовый, 3 – клевер красный, 4 – люцерна голубая,
 5 – люцерна желтая, 6 – люцерна синяя, 7 – эспорцет посевной, 8 – люцерна рогатый.

Таблица 8. Группы обеспеченности почве фосфором и калием

Обеспеченность	Содержание (в мг на 100 г) сухой почвы	
	P_2O_5 (по Кирсанову)	K_2O (по Масловой)
Очень низкая	Меньше 5	Меньше 15
Низкая	6 - 10	16 - 25
Средняя	12 - 17	26 - 35
Высокая	Больше 17	Больше 35

Примерные дозы внесения минеральных удобрений (кг/га действующего вещества) в зависимости от обеспеченности почвы усвояемыми формами фосфора и калия при ежегодном отчуждении урожая 30...40 ц/га сена приведены в таблице 9 [9].

Таблица 9. Примерные дозы внесения минеральных удобрений

Удобрения	Обеспеченность подвижными формами		
	Очень низкая	Низкая	Средняя
Фосфорные	25 - 30	20 - 25	20
Калийные на торфяных почвах	90 - 100	60 - 80	40 - 60
Азотные на травосмесях с преобладанием злаков	60 - 90	50 - 60	30 - 45

В результате теоретического анализа пришли к выводу, что с целью успешного решения поставленной задачи необходимо частично использовать результаты научной работы, выполненной в Государственном проектно-исследовательском институте «Львовгипроводхоз». Рекомендованный состав травосмеси для изготовления армированных травяных ковров содержит компоненты трав, способных произрастать в нижней части откосов каналов (см.табл.1).

Из приведенного состава были выбраны семена влаголюбивых трав и составлена четырехкомпонентная смесь, включающая следующие виды трав:

- тимофеевку луговую – 12;
- овсяницу луговую - 10;
- овсяницу красную - 14;
- райграс пастбищный - 6 кг/га.

При этом толщину ковров возьмем 2-3 см из условия максимальной глубины заделки семян в почву.

Вторым важным элементом непроросшего ковра является материал оболочки или арматура, известно, что необоснованный выбор материала арматуры приводит или к гибели всходов семян, или вымыванию компонентов смеси из ковров, уложенных на откос. В этом случае снижаются технологические показатели непроросших ковров,

В целом, правильный выбор материала для арматуры имеет решающее значение в технологическом процессе укрепления каналов. Поэтому выбор материала арматуры осуществим посредством проведения ряда лабораторных опытов.

С целью снижения затрат нами были изготовлены экспериментальные образцы ковров размером 100х100х30 мм, армированных технической марлей, стеклохолстом, капроном, нетканым клееным полотном и др.

Основные характеристики этих материалов приводятся в табл. 10,11,12.

Таблица 10. Основные характеристики материалов, используемых для изготовления непроросших травяных ковров

Материал	Толщина, мм	Единица измерения	Стоимость единицы, руб. (в ценах до 1991г.)	Масса 100 см ² материала, г
Мешковина	0,9 - 1,0	–	-	1,50
Мешковина плотная	1,0 - 1,1	–	-	2,90
Ткань капроновая	0,4	–	-	0,30
Сетка бытовая	0,5	–	-	0,40
Сетка безузловая полиэтиленовая	2,0	–	-	1,30
Сетка полиэтиленовая	1,0 - 1,2	–	-	0,20
Полиэтиленхолст	1,0 - 1,3	–	-	1,70
Полотно нетканое для пищевой промышленности	0,2	м ²	0-44	0,20
Марля техническая	0,2	м ²	0-22	0,25
Стеклохолст	0,4 - 0,5	–	0-20	0,20
Искусственное полотно	0,5	–	-	1,60
Ткань воздушная	5,0 - 10,0	кг	0-55	0,20

Таблица 11. Физико-механический показатели полотна нетканого клееного мелиоративного из отходов производства (по ТУ 17-0589923 5-107-92)

Показатели	Норма
Ширина, см	270 - 3
Толщина при нагрузке 20 кПа, мм, не менее	1,0
Поверхностная плотность, г/м ²	170 - 50
Разрывная нагрузка в сухом состоянии, Н, не менее по длине	50
Коэффициент фильтрации, м/с, не менее	5 * 10
Неравномерность по массе, не более, %	7,0

Таблица 12. Техническая характеристика спанбонда (нетканый термоскрепленный полипропиленовый материал) по ТУ РБ 00204 056

Показатели	Ассортимент
Поверхностная плотность, г/ м ²	17-10
Продольная прочность на разрыв, Н/5 см	25
Поперечная прочность на разрыв, Н/5 см	15
Максимальное продольное удлинение, %	120
Максимальное поперечное удлинение, %	120
Толщина волокна, текс	0,25 - 0,4
Точка тиснения	33,4
Площадь тиснения, %	19
Светопроницаемость, %	84
Максимальная ширина материала, см	420

В качестве клеящего вещества используем водные растворы геля ПАА, широко применяемые в сельском и коммунальном городском хозяйствах для структурообразования почв и очистки питьевой воды. Физико-механические свойства геля ПАА приведены в табл.13.

С целью определения норм расхода минимального времени смачивания арматуры ковра и процентного соотношения геля ПАА в растворе воды проведем поисковые лабораторные и полевые опыты.

С целью широкого внедрения биополотна в народном хозяйстве в БелНИИМил

Таблица 13. Данные физико-механических свойств геля ПАА

Наименование показателей	Требования по ТУ-6-01-1049-91		
	Сорт высший	I сорт	II сорт
Внешний вид и цвет	Гелеобразная вязкая масса от светло-желтого до голубого или зеленого цвета		
Содержание основного вещества, %, не менее	6,000	6,000	5,000
Кинематическая вязкость 0,25% ПАА в 3% растворе хлористого натрия при 30°С, мм ² /с, не менее	4,600	3,000	2,200
Количество нерастворенного, % не менее	0,100	0,100	0,100
Скорость осаждения по оксиду меди, мм/с, не менее	12,000	8,000	4,000
Содержание остаточного мономера в растворе на 1% основного вещества, %, бромид-броматным методом, не более	0,025	0,025	0,025

разработана и внедрена соответствующая технология укрепления откосов инженерных сооружений. Укладка и крепление биополотна на откосах не требует больших затрат труда и времени. Кроме того, отпадает необходимость в применении специальной техники. Значительно снижаются транспортные расходы [9].

Технология укрепления биополотном осуществлена на мелиоративных системах Гомельской, Брестской и Витебской областей. Укреплено более 5000 м² откосов каналов. Биополотно и технология демонстрировались на семинарах и выездном совещании Совета концерн «Белмелиоводхоз» (г.Калинковичи), получила одобрение Совета и рекомендована к внедрению.

Следует отметить, что все разработки БелНИИМиЛ выполнены на уровне изобретений и запатентованы в Российской Федерации и Республике Беларусь [10].

Выводы

Преимущество непроросших травяных ковров (биополотна) заключается в том, что они могут изготавливаться сразу перед укладкой на откос, не требуют много места для выращивания, могут заготавливаться впрок, храниться в складских помещениях зимой, а укладываться ранней весной. При их применении расширяются сроки укрепитель-

ных работ на мелиоративных объектах, сокращается число технологических операций. Стоимость работы уменьшается в 1,5-1,8 раза по сравнению с укреплением каналов дерном или торфодерновыми коврами.

Библиографический список

1. Шнип, С.А. Биологические способы крепления откосов каналов, плотин и дамб. – Мн.: Ураджай, 1980. – С.94.
2. Шаговенко, П.И. Биологическое крепление выемок и насыпей канала Северский Донец-Донбасс. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 4.06.71 / Харьк. ордена Трудового Красного знамени с.-х. ин-т им. В.В. Докучаева. – Харьков, 1971. – С.20.
3. Травяные ковры для крепления осушительных каналов, ВДНХ СССР. – Львов: Львовгипроводхоз, 1976. – С. 4.
4. Шаин, С.С. Методические указания по подсчету побегов и растений трав в полевых опытах. – М.: ВНИИК им.В.Р.Вильямса, 1957. – С. 8.
5. Скотников, В.А. Размыслович И.Р., Кондратьев В.Н. Методические указания по теории расчета компонентов смеси для гидросеялок. - Мн.: БИМСХ, 1976. – 30 с.
6. Рекомендации по производству и использованию торфодерновых ковров в мелиоративном строительстве. – Л.: СевНИИГиМ, 1980. – 26 с.
7. Зубец, В.М., Шнип С.А., Халявкин Ф.Г. Методические указания по креплению откосов мелиоративных каналов, плотин и дамб гидросеялкой трав. – Мн.: БелНИИМиВХ, 1975. – 70 с.
8. Курбатов, Н.Д. Новое в технологии крепления дерном откосов осушительных систем // Гидротехника и мелиорация. – 1977. - №2. – С.75-77.
9. Свиридович, Т.Г. Технология укрепления русловой части каналов армированными коврами: дис. ...канд. техн. наук: Т.Г. Свиридович. – Минск, 1998. – 303 с.
10. Биополотно: пат. 7950 Республика Беларусь, МПК 7Е02Д 17/20, АО/С 1/04/ Кондратьев В.Н., Райкевич Н.Г., Прокопович Н.Н.; заявитель Республиканское унитарное предприятие «Институт мелиорации и луговодства» НАН Беларуси.

Summary

V. Kondratyev, T. Sviridovich

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF BIOMIX QUANTITATIVE COMPOSITION IN MANUFACTURE OF REINFORCED UNGERMINATED GRASSY CARPETS

Theoretical and experimental analysis in the selection and justification of component elements of reinforced non-germinated grassy carpets shows unlimited possibilities in manufacturing of grassy carpets at the enterprises of the Republic of Belarus and in reclamation production environment as well.

Selected component elements of reinforced non-germinated grassy carpets allow us to create environmentally sound technologies for slope strengthening in channels which are appropriate in all Belarusian regions.

Поступила 18.09.2014