

УДК 631.618

## ОСОБЕННОСТИ ФИТОХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Голядкина И.В., Панков Я.В.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,  
Воронеж, e-mail: lesomel@yandex.ru

Техногенные ландшафты являются неотъемлемой составляющей районов с открытой разработкой месторождений полезных ископаемых. Только в районе железорудного бассейна Курской магнитной аномалии (КМА) техногенные ландшафты с развитыми процессами промышленной эрозии и дефляции занимают площадь более 40 тыс. га. Одним из наиболее эффективных способов ускоренной оптимизации лесорастительных условий антропогенных ландшафтов является интенсивная фитохимическая мелиорация. В данной работе проведен анализ результатов залужения нарушенных земель КМА с применением такого стабилизирующего препарата, как полиакриламид (ПАА), и приведены данные о влиянии ПАА на структурообразующую способность субстратов КМА, а также на продуктивность посевов многолетних трав на склоновых территориях. В заключении выявлены особенности фитохимической мелиорации нарушенных земель КМА и даны рекомендации по залужению отвалов с применением ПАА.

**Ключевые слова:** техногенный ландшафт, фитохимическая мелиорация, техногенный субстрат, полиакриламид, бобово-злаковая травосмесь

## THE SPECIFICS OF PHYTOCHEMISTRY LAND RECLAMATION OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES

Golyadkina I.V., Pankov Ya.V.

Voronezh Forestry and Technologies University named after G.F. Morozov,  
Voronezh, e-mail: lesomel@yandex.ru

Anthropogenic landscape is the main type of landscape of the post-mining areas. Only in Kursk Magnetic Anomaly Iron Range the post-mining areas with highly developed process of industrial soil erosion and deflation are covered more than 40 000 hectare. One of the most effective methods of intensive lands optimization is the phytochemistry land reclamation. We have done the analysis of the grass seeding with application such soil stabilizer as polyacrylamide (PAM). In this article we cite our findings about PAM influence on the structure of KMA substratums and on the efficiency of grass seeding on the hillslope areas. In conclusions the specifics of phytochemistry land reclamation of anthropogenic landscapes are detected and the recommendation concerning PAM application in the course of grass seeding are given.

**Keywords:** anthropogenic landscape, phytochemistry land reclamation, technogenic substratum, polyacrylamide, leguminous and gramineous grass

Техногенные ландшафты являются неотъемлемой составляющей районов с открытой разработкой месторождений полезных ископаемых. Только в районе железорудного бассейна Курской магнитной аномалии (КМА) техногенные ландшафты занимают площадь более 40 тыс. га. Необходимо отметить также, что большая часть техногенных ландшафтов представлена отвалами, уклон которых колеблется от 30 до 40°, и в связи с этим работы по восстановлению данных территорий очень сильно затруднены.

Объектом наших исследований явились крутосклонные отвалы Курской магнитной аномалии, представленные такими горными породами и их техническими смесями, как суглинок, мело-мергель и песчано-меловая смесь. В целом данные субстраты характеризуются достаточно низкой биопригодностью, за исключением суглинка. Более того, складываемые в отвалы, данные субстраты отличаются более худшими, по сравнению с зональными

ми почвами, водно-физическими свойствами, а также в сильной степени являются подверженными процессам эрозии и дефляции [2].

Многолетние исследования доказывают, что формирование продуктивных и устойчивых фитоценозов в условиях техногенных ландшафтов возможно только при использовании комплексных приемов, направленных в первую очередь на стабилизацию поверхностного слоя техногенных субстратов, а также на оптимизацию их водно-физических свойств [1, 4].

В данной работе под фитохимической мелиорацией мы рассматриваем посев многолетних трав с применением стабилизирующего и почвоулучшающего препарата – полиакриламида (ПАА), направленный на ускоренную оптимизацию лесорастительных условий нарушенных склоновых земель.

**Цель исследования** – обоснование и оценка эффективности полиакриламида в качестве стабилизирующего и почвоулучшающего

препарата при фитохимической мелиорации земель техногенных ландшафтов на примере техноземов Курской магнитной аномалии.

### Материалы и методы исследования

В ходе исследования применялся синтетический анионный полимер на основе полиакриламида с содержанием активного вещества не менее 96% (Magnafloc 336, продукт фирмы Ciba Canada Ltd., Канада).

Сравнительное лабораторное изучение влияния ПАА на водно-физические свойства техногенных субстратов КМА проводилось для следующих концентраций водных растворов полимера: 0,01; 0,05; 0,5 и 1% (поверхностное нанесение раствора). Количество раствора, необходимого для поверхностной обработки 1 м<sup>2</sup> мело-мергельных, песчаных и суглинистых субстратов, составило 10 л/м<sup>2</sup>.

Полевые опыты по созданию фитоценозов закладывали микрорегионально на железнодорожном отвале и автоотвале Лебединского горно-обогатительного комбината КМА. Для создания защитного растительного покрова была использована травосмесь, в состав которой входили злаковые и бобовые травы в количестве: семена овсяницы луговой – 150, эспарцета песчаного – 400 и люцерны синегридной – 50 кг/га. Одновременно с посевом семян вносился водный раствор ПАА (без заделки) в концентрациях – 0,01; 0,05; 0,5 и 1% (10 л/м<sup>2</sup>).

Отбор образцов почв и субстратов, а также проведение лабораторных исследований осуществлялись по общепринятым в почвоведении методикам.

При закладке и проведении полевых опытов руководствовались общепринятыми методиками полевого опыта, биогеоценологических исследований и методикой проведения полевых опытов с кормовыми культурами.

Первичную обработку результатов, статистические расчеты и графические иллюстрации выполняли с использованием электронно-процессорной таблицы Microsoft Excel 2010.

### Результаты исследования и их обсуждение

В почвообразовательном процессе в условиях техногенных ландшафтов улучшение физических и водно-физических свойств субстратов приобретает, наряду с гумусообразовательными процессами, ведущее значение, поскольку определяет широкий комплекс необходимых условий жизнеобеспечения фитоценозов [3].

При нанесении водных растворов ПАА в концентрациях 0,5–1% физическое испарение субстратов по сравнению с контролем сократилось в 1,2 раза для песчано-меловой смеси и в 1,3–1,5 раза для мело-мергеля и суглинка соответственно.

В связи с этим уже в начальный период своего нанесения ПАА будет способствовать консервации влаги в субстратах и, соответственно, увеличению запасов влаги. Это особенно важно при посеве многолетних трав, когда необходимо сохранение во влажном состоянии верхнего слоя почвы как можно больше времени, в противном

случае на подсыхающих субстратах скорость прорастания и конечный процент проросших семян снижается.

С увеличением дозы оструктурирующая роль ПАА в субстратах увеличивается и возрастает процентное содержание воздушно-сухих агрономически ценных фракций более 1 мм (табл. 1).

Так, для мело-мергеля этот показатель в 1,3, для песчано-меловой смеси – в 1,4, а для суглинка – в 1,5 раза выше по сравнению с контролем. При обработке субстратов с увеличением концентрации водного раствора от 0,01 до 1% при норме внесенного раствора 10 л/м<sup>2</sup> возрастает содержание водопрочных агрегатов на 4,7% для песчано-меловой смеси, на 7,3% для мело-мергеля и на 21,2% для суглинка.

На основе полученных данных, можно сделать вывод о том, что обработка техногенных субстратов КМА водными растворами ПАА в концентрации 0,5–1% будет способствовать оптимизации водно-физического режима техногенных субстратов (слой 0–10 см), а также повышению противозерозионной и противодефляционной устойчивости вскрышных пород.

В условиях отвально-техногенных ландшафтов КМА естественное зарастание неспособно обеспечить самовоспроизводство растительного покрова в силу ряда объективных причин (высота отвалов и крутизна откосов, способствующая сносу и смыву семян и неокрепших всходов растений, а также экстремальные условия произрастания), что вызывает необходимость создания искусственных фитоценозов.

Максимальный положительный эффект при травосеянии в исследуемых вариантах наблюдался для концентраций полимерного раствора 0,5–1%. Так, для песчано-меловой смеси количество всходов овсяницы и эспарцета соответственно увеличилось в 1,3 и 1,4 раза, люцерны – в 1,6 раза. Для мело-мергеля количество всходов овсяницы увеличилось в 1,5; эспарцета в 1,4 и люцерны – в 2,2 раза (табл. 2).

Данные наблюдений, полученные на следующий год, отражают существенные изменения. В результате влияния разносторонних факторов, после перезимовки, в контрольных вариантах как на песчано-меловой смеси, так и на мело-мергеле выпало более 50% трав. С возрастанием концентрации полимерного раствора сохранность двухлетних посевов, особенно бобовых трав, увеличивается и достигает 77–93% при применении 0,5–1% раствора ПАА.

Таблица 1

Изменение структурно-агрегатного состояния субстратов под влиянием растворов ПАА (10 л/м<sup>2</sup>) различной концентрации

Номер варианта и его характеристика	Распределение субстратов по фракциям (в %) размером, мм							
	Сухое просеивание						Мокрое просеивание	
	10	10-5	5-3	3-1	1-0,25	< 0,25	> 3	3-1
Песчано-меловая смесь								
1 – контроль	19,2	15,4	6,0	16,2	8,4	34,8	11,0	27,2
2 – ПАА – 0,01 %	20,1	17,8	7,9	16,8	7,4	30,0	11,2	27,6
3 – ПАА – 0,05 %	19,6	17,8	7,7	18,9	4,8	31,2	12,6	27,2
4 – ПАА – 0,5 %	27,4	26,0	8,6	17,6	6,0	14,4	15,9	33,4
5 – ПАА – 1 %	26,8	27,1	8,4	17,4	6,6	13,7	15,7	32,8
Мело-мергель								
1 – контроль	30,3	12,5	8,6	19,8	22,1	6,7	54,1	9,2
2 – ПАА – 0,01 %	31,1	14,1	10,0	20,4	18,4	6,0	56,2	9,2
3 – ПАА – 0,05 %	30,4	14,5	10,1	21,0	18,2	5,8	58,4	9,0
4 – ПАА – 0,5 %	34,2	20,7	11,0	21,1	9,6	3,4	72,3	11,9
5 – ПАА – 1 %	34,6	21,1	11,9	21,6	7,6	3,2	76,4	12,8
Суглинок								
1- контроль	8,1	9,2	10,4	19,4	36,7	16,2	17,2	10,2
2 – ПАА – 0,01 %	10,0	13,2	12,2	24,1	30,1	10,4	24,6	10,8
3 – ПАА – 0,05 %	10,4	12,4	12,0	23,9	31,2	10,1	23,9	12,1
4 – ПАА – 0,5 %	14,6	13,3	12,0	27,6	24,8	7,7	37,1	14,6
5 – ПАА – 1 %	14,0	13,9	13,4	27,2	23,6	7,9	38,4	19,3

Таблица 2

Количество растений в однолетних посевах, 2011 г.

Номер варианта и его характеристика	Количество всходов трав на различных субстратах тыс.шт/м <sup>2</sup>				
	Овсяница луговая	Эспарцет песчаный	Люцерна синегридная	Итого	$t_{\text{факт}}$
Песчано-меловая смесь					
1 – контроль	0,446 ± 0,013	1,021 ± 0,036	0,142 ± 0,004	1,609 ± 0,053	–
2 – ПАА – 0,01 %	0,513 ± 0,018	1,007 ± 0,036	0,202 ± 0,007	1,722 ± 0,061	1,4
3 – ПАА – 0,05 %	0,486 ± 0,022	1,108 ± 0,041	0,184 ± 0,008	1,778 ± 0,071	1,9
4 – ПАА – 0,5 %	0,568 ± 0,020	1,424 ± 0,050	0,319 ± 0,011	2,311 ± 0,081	7,3*
5 – ПАА – 1 %	0,550 ± 0,019	1,520 ± 0,053	0,298 ± 0,010	2,368 ± 0,082	7,8*
Мело-мергель					
1 – контроль	0,525 ± 0,018	1,040 ± 0,036	0,212 ± 0,006	1,777 ± 0,06	–
2 – ПАА – 0,01 %	0,551 ± 0,019	1,126 ± 0,052	0,274 ± 0,012	1,951 ± 0,083	1,7
3 – ПАА – 0,05 %	0,548 ± 0,023	1,156 ± 0,042	0,258 ± 0,009	1,962 ± 0,074	1,9
4 – ПАА – 0,5 %	0,624 ± 0,025	1,306 ± 0,055	0,367 ± 0,013	2,297 ± 0,093	4,7*
5 – ПАА – 1 %	0,630 ± 0,022	1,442 ± 0,055	0,377 ± 0,014	2,449 ± 0,091	6,17*

Примечание. Здесь и далее  $1 - * - t_{\text{факт}} \geq t_{\text{табл}}$  (различие по сравнению с контролем достоверно при  $NSP_{05}$ );  $2 - t_{\text{табл}} = 2,78$ .

Количество всходов многолетних трав в обычных условиях и без применения ПАА колебалось от 0,142 до 1,040 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Показатели всхожести растений на мело-мергеле оказались в 1,2–1,5 раза выше, чем на песчано-меловой смеси.

Учет запасов сухой надземной и подземной биомассы овсяницы, эспарцета и люцерны в двухлетних посевах по-

казал, что применение 0,5–1 % водных растворов ПАА в комплексе с посевом многолетних трав способствовало увеличению продуктивности искусственного фитоценоза в 1,6–1,7 раза (табл. 3). При этом необходимо отметить также, что во всех вариантах большая часть биомассы травостоя была представлена корневыми системами.

Таблица 3

Характеристика продуктивности бобово-злаковой травосмеси, средний показатель за два года вегетации растений

Номер варианта и его характеристика	Надземная фитомасса, сухая, ц/га	$t_{\text{факт}}$	Процент от контроля	Подземная фитомасса, сухая, ц/га	$t_{\text{факт}}$	Процент от контроля
Песчано-меловая смесь						
1 – контроль	30,39 ± 1,04	–	100,0	37,78 ± 1,51	–	100,0
2 – ПАА – 0,01 %	31,18 ± 1,10	0,52	102,6	38,27 ± 1,44	0,23	101,3
3 – ПАА – 0,05 %	32,19 ± 1,24	1,11	105,9	39,06 ± 1,50	0,6	103,4
4 – ПАА – 0,5 %	49,30 ± 2,23	7,7*	162,2	56,33 ± 1,71	8,1*	149,1
5 – ПАА – 1 %	51,37 ± 1,83	9,9*	169,0	57,68 ± 1,73	8,7*	152,7
Мело-мергель						
1 – контроль	24,87 ± 0,84	–	100,0	28,87 ± 1,37	–	100,0
2 – ПАА – 0,01 %	25,84 ± 0,97	0,76	103,9	30,51 ± 1,31	0,87	105,7
3 – ПАА – 0,05 %	27,41 ± 1,02	1,92	110,2	31,81 ± 1,06	1,7	110,2
4 – ПАА – 0,5 %	42,43 ± 1,50	10,2*	170,6	49,89 ± 1,50	10,3*	172,8
5 – ПАА – 1 %	43,18 ± 1,69	9,7*	173,6	49,99 ± 1,58	10,1*	173,2

Наряду с улучшением водно-физических свойств техноземов в виде сокращения потерь влаги на испарение и оструктуривание субстрата, варианты с применением ПАА могли иметь дополнительную стимуляцию роста растительности благодаря высвобождению в почвенный раствор части молекулярного азота ПАА [5, 6].

Общеизвестно, что азотные удобрения стимулируют рост злаковых трав, бобовым культурам в первоначальный период роста на бедных, плохо структурированных почвах также необходим азот.

Проведенные опыты также свидетельствуют о том, что благоприятное воздействие ПАА на субстраты способствовало более глубокому проникновению корней опытных растений по сравнению с контрольными. Так, средняя длина корня увеличилась в 1,6–1,7 раза на песчано-меловом субстрате и в 1,6–1,8 раза – на мело-мергеле. В то время как высота растений увеличилась на песчано-меловой смеси и на мело-мергеле в 1,2–1,4 раза.

Исходя из полученных данных, можно предположить, что внесение ПАА, способствующее консервации влаги и оструктурированию субстрата, оказывает большее влияние на глубину проникновения корней, чем на высоту сте-

бля. В связи с этим уже в первый год в вариантах с применением ПАА увеличивается мощность слоя дернины в среднем на 2–4 см по сравнению с чистым травосеянием.

В условиях техногенных земель ключевую роль играют процессы биологического выветривания, способствующие формированию плодородного слоя. Наши опыты показали, что применение ПАА в комплексе с посевом многолетних трав способствовало увеличению продуктивности фитоценоза в 1,6–1,7 раза, а следовательно, и увеличению количества качественной биомассы, что является стимулирующим фактором накопления гумуса и питательных элементов в молодых почвах. Кроме того, более интенсивное накопление надземной и подземной биомассы повышает защитные свойства искусственно созданного растительного покрова.

#### Заключение

Таким образом, применение 0,5–1 % водных растворов ПАА при норме внесенного раствора 10 л/м<sup>2</sup> позволит повысить противозерозивные свойства техногенных субстратов КМА и сократить вынос твердой фазы за счет сокращения физического испарения, а также повышения процентного

содержания воздушно-сухих агрономически ценных фракций и водопрочных макроагрегатов.

Более того, водные растворы ПАА в концентрациях 0,5 и 1 % при залужении песчано-меловой смеси и мело-мергеля способствуют увеличению общего количества всходов в 1,4–1,5 раза; более глубокому проникновению корней опытных растений в техногенные субстраты, в связи с этим уже в первый год в вариантах с применением ПАА увеличивается мощность слоя дернины в среднем на 2–4 см по сравнению с чистым травосеянием. При этом сохранность двухлетних посевов, особенно бобовых трав, увеличивается и достигает 77–93 %. В целом, благодаря комплексному влиянию ПАА, продуктивность исследуемого фитоценоза увеличилась в 1,6–1,7 раза.

На основе проведенных исследований могут быть предложены следующие рекомендации. Для создания защитного растительного покрова на нарушенных землях следует применять бобово-злаковую травосмесь, состоящую из овсяницы луговой (150), люцерны синегибридной (50) и эспарцета песчаного (400 кг/га). При этом эффективно применение водных растворов полиакриламида в концентрации 0,5–1 % при норме внесенного

раствора 10 л/м<sup>2</sup> (или 500–1000 кг/га сухого вещества).

В производственных масштабах мы рекомендуем на участках со сложным рельефом и экстремальными условиями произрастания осуществлять фитохимическую мелиорацию с помощью технологии гидропосева.

#### Список литературы

1. Малинина Т.А. Применение полимеров для закрепления эродируемых субстратов при рекультивации техногенных ландшафтов Курской магнитной аномалии / Т.А. Малинина, А.Н. Дюков, И.В. Голядкина // Лесотехнический журнал. – 2012. – № 3 (7). – С. 50–54.
2. Навалихин С.В. Роль биологической рекультивации в защите отвалов Лебединского горно-обогатительного комбината КМА от эрозии: автореф. канд. с.-х. наук. – Волгоград, 2009. – 19 с.
3. Панков Я.В. Опыт использования полимеров при рекультивировании бросовых и нарушенных земель / Я.В. Панков, В.Н. Кондратьев, И.В. Голядкина // Разработка комплекса технологий рекультивации техногенно нарушенных земель: материалы международной молодежной конференции (Воронеж, 4–6 июля 2012 г.). – Воронеж, 2012. – С. 164–168.
4. Панков Я.В. Фитомелиорация нарушенных земель Курской магнитной аномалии // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель: материалы Международной научной конференции (Минск, 2000 г.). – Минск, 2000. – С. 158–163.
5. Levy G.J. Polyacrylamide adsorption and aggregate stability / G.J. Levy, W.P. Miller // Soil and Tillage Research. – 1999. – № 51. – P. 121–128.
6. Lentz R.D. Field results using polyacrylamide to manage furrow erosion and infiltration / R.D. Lentz, R.E. Sojka // Soil Science. – 1994. – № 158. – P. 274–282.