

УДК 630\*233:630.181: 630\*174.754

UDK 630\*233:630.181: 630\*174.754

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСНЫ  
ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛОВ КУРСКОЙ  
МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ**

**THE PINUS SILVESTRIS USAGE EXPERIENCE  
WHEN INDUSTRIAL EMBANKMENT  
RECUITIVATION OF KURSK MAGNETIK  
ANOMALY**

Панков Яков Владимирович  
д.с.-х.н., профессор

Pankov Yakov Vladimirovich  
Dr.Sci. Agrc., professor

Трещевская Элла Игоревна  
к.с.-х.н., доцент

Treshchevskaya Ella Igorevna  
Cand.Agrc.Sci., associate professor

Трещевская Светлана Викторовна  
аспирант  
*Воронежская государственная лесотехническая  
академия, Воронеж, Россия*

Treshchevskaya Svetlana Viktorovna  
postgraduate student  
*Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, Russia*

В статье проанализированы агрохимические свойства вскрышных пород в промышленных отвалах КМА и показатели роста на них сосны. Сделан вывод о невозможности выращивания долгосрочных сосновых насаждений без мероприятий по повышению плодородия субстратов

In this article, agrochemical properties of the mining rocks at the industrial embankment of Kursk Magnetic Anomaly and pine indices of growth have been analyzed. A conclusion has been made about the impossibility to grow long-term pine plantation without substrate fertility increase measures

Ключевые слова: ЛЕСНАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ, ОТВАЛ, ВСКРЫШНЫЕ ПОРОДЫ, ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ СУГЛИНКИ, ПЕСЧАНО-МЕЛОВАЯ СМЕСЬ, МЕЛО-МЕРГЕЛЬ, СОСНА

Keywords: FOREST RECUITIVATION, EMBANKMENT, MINING ROCKS, QUARTELY LOAM, SAND-CHALK MIXTURE, CHALK-MARL, PINE

Курская магнитная аномалия (КМА) – самый большой и богатый железорудный бассейн мира, площадь нарушенных земель которого составляет более 30 тыс. га, а запасы руды исчисляются 200-210 миллиардами тонн, т.е. 50 % мировых запасов. Нарушенные земли – неотъемлемый составной элемент ландшафтов в районах с открытой разработкой железорудных месторождений. С целью устранения их экологически опасного влияния на окружающие территории с 1969 года по настоящее время проводится биологическая рекультивация.

Опытные объекты, где проводились исследования, расположены в районе Лебединского горно-обогатительного комбината КМА. Здесь из вскрышных пород формируются отвалы путем гидравлического намыва, в процессе железнодорожной и автомобильной транспортировки и отсыпки субстратов и, частично, отсыпкой конвейерами. В гидроотвалах субстраты представляют собой наиболее бедную, сравнительно однородную

смесь; в авто- и железнодорожных отвалах горные породы смешиваются беспорядочно или слоями; конвейерные отвалы представлены горными породами и их смесями с разным гранулометрическим составом и агрохимическими свойствами.

Одним из факторов, определяющим направление рекультивации, является пригодность вскрышных пород к биологическому освоению. Наиболее распространенными вскрышными породами, складированными в промышленные отвалы в бассейне Курской магнитной аномалии, являются четвертичные суглинки, пески разного происхождения, песчано-меловые и мело-мергельные смеси. В толще отвалов встречаются куски алевроитов, фосфоритов, мела, мергеля и скальных горных пород, а также залегают прослойки келловейских глин.

Четвертичные суглинки широко распространены не только в отвалах КМА, но и в других бассейнах по добыче полезных ископаемых. В районе Лебединского ГОКа из них в 1964-1968 гг. был сформирован конвейерный отвал конусообразной формы высотой 50-70 м с крутизной откосов 40-50°.

Четвертичные суглинки по сравнению с другими субстратами в отвалах являются наиболее плодородными. По гранулометрическому составу они являются тяжелыми суглинками. Содержание органического вещества в них достигает 0,68 %. Они достаточно хорошо обеспечены подвижными формами фосфора и калия, имеют слабощелочную реакцию среды (табл. 1). К отрицательным показателям суглинков относятся: высокая твердость, которая на глубине 20-25 см 10-15-летних отвалов достигает 30 кг/см<sup>2</sup>, и неудовлетворительная скважность (49 %). Такая скважность обуславливает низкую водо- и воздухопроницаемость, и, напротив, высокую капиллярность, способствующую интенсивному физическому испарению.

Если сравнить четвертичные суглинки конвейерного отвала КМА с естественными суглинистыми обнажениями в Томаровском участковом

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика субстратов в промышленных отвалах КМА без улучшения почвенно-экологических условий (в метровом слое)

Отвал	Субстрат	Показатели										
		гран. состав	плотность скелета, г/см <sup>3</sup>	твердость в слое 0-25 см, кг/см <sup>2</sup>	скважность, %	рН* солевой	гумус, т/га	Nлегкогид	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	МГВ, %	влага завядания, %
Конвейерный	четвертичный суглинок	тяжелый суглинок	1,41	0-29	49	7,2	97	56	261	2256	8,4	12,6
Гидроотвал Березовый лог	песок	рыхлый песок	1,54	0-11	45	7,6	15-62	0	116	431	0,9	1,4
Отвал рыхлой вскрыши	песчано-меловая смесь	супесь	1,47	0-11	47	7,5	40	следы	110	735	2,3	3,5
Конвейерный	мело-мергельная смесь	легкая глина	1,38	0-28	47	8,5	15	0	276	552	5,3	8,0

\*Примечание: для мело-мергельных смесей приводится рН водной вытяжки

лесничестве Грайворонского лесничества Белгородской области, то видно, что по ряду показателей они сходны. Так, например, суглинки отвалов содержат в метровом слое всего на 2 т/га гумуса меньше, а калия – на 1,4 т, чем суглинки естественных обнажений (табл. 2). Однако суглинки в Грайворонском лесничестве имеют более легкий гранулометрический состав и более низкую твердость. Поэтому проводить полную аналогию между ними нельзя.

Из песков и песчано-меловых смесей в бассейне КМА формируют гидро- и железнодорожные отвалы (отвалы рыхлой вскрыши). Более благоприятные условия складываются на железнодорожных отвалах, где из субстратов не вымывается физическая глина [1]. Они имеют слабощелочную реакцию среды, но в гидроотвалах характеризуются худшей обеспеченностью элементами питания. В метровом слое песка на гидроотвале Березовый лог содержание гумуса не превышало 15 т/га.

Песчано-меловая смесь на отвале рыхлой вскрыши относится к легким супесям; содержание гумуса в ней в 2,7 раза выше, чем в песках гидроотвала (табл. 1).

Показатели, приведенные в таблице 2, позволяют сделать сравнительную характеристику песков и песчано-меловых смесей в отвалах с зональными песчаными почвами в Семено-Александровском участковом лесничестве Бобровского лесничества Воронежской области и Фащевском участковом лесничестве Ленинского лесничества Липецкой области. Из таблицы видно, что зональные светло-серые песчаные почвы характеризуются более высокой твердостью, которая в 4 раза превышает твердость субстратов в отвалах; имеют кислую реакцию среды, что связано с произрастающими на них сосновыми насаждениями; характеризуются повышенным содержанием гумуса, которое в 5,2-7,4 раза выше, чем в песках гидроотвала и в 1,9-2,8 раза выше по сравнению с песчано-меловой смесью отвала рыхлой вскрыши. По гранулометрическому составу они

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика зональных почв ЦЧР (в метровом слое)

Объект	Почва (порода)	Показатели										
		гран. состав	плотность скелета, г/см <sup>3</sup>	твёрдость в слое 0-25 см, кг/см <sup>2</sup>	скважность, %	рН водной	гумус	Нобщий	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	МГВ, %	влага завядания, %
							т/га		кг/га			
Грайворонское л-во Белгородской области (пп* 1г)	суглинистое обнажение	средний суглинок	1,43	0-27	47	6,1	99	6	429	810	7,1	10,7
Бобровское л-во Воронежской области (пп 1х)	светло-серая лесная песчаная	рыхлый песок	1,51	0-40	43	5,4	78	3	350	1993	0,4	0,6
Ленинское л-во Липецкой области (пп 2л)	светло-серая лесная песчаная	рыхлый песок	1,50	0-39	44	5,2	111	7	75	330	0,2	0,3
Острогожское л-во Воронежской обл. (пп 2о)	перегнойно-карбонатная	тяжелый суглинок	1,37	0-32	45	7,2	115	13	164	342	4,7	7,0

\*Примечание: пп – пробная площадь

являются, также как и пески гидроотвала, рыхлыми песками.

Конвейерный мело-мергельный отвал формировался, также как и суглинистый, в период с 1964 по 1968 гг. Из таблицы 1 видно, что мело-мергельная смесь плохо обеспечена гумусом, фосфором и калием. В ней полностью отсутствует азот. Мело-мергельные субстраты имеют высокую твердость и плохую воздухообеспеченность, которая колеблется в пределах от 16 до 9 %. По гранулометрическому составу – это легкие глины. Содержание физической глины в среднем в метровом слое составляет 62,59 %.

При сравнении с зональными почвами в Коротоякском участковом лесничестве Острогожского лесничества Воронежской области выяснилось, что перегнойно-карбонатные почвы имеют более легкий гранулометрический состав, являясь тяжелыми суглинками. рН водной вытяжки у них приближается к нейтральной. Содержание гумуса в основном корнеобитаемом слое мощностью 1 м в 10 раз превышает его количество в мело-мергеле конвейерного отвала (табл. 2). Это связано с формированием рыхлого перегнойно-аккумулятивного горизонта мощность 20-40 см с достаточно высоким для этих почв содержанием гумуса – 1,42 %.

Таким образом, из наиболее распространенных в отвалах КМА субстратов лучшими почвенно-экологическими условиями, без дополнительных мероприятий по повышению их плодородия, характеризуются четвертичные суглинки.

Изначальной гипотезой считалось, что сосна обыкновенная является основной породой, пригодной для проведения биологической рекультивации промышленных отвалов во многих регионах как малотребовательная к почвенно-грунтовым условиям древесная порода. Она растет на бедных песчаных почвах, меловых склонах и суглинистых обнажениях. Поэтому степень плодородия вскрышных пород и их смесей

целесообразно рассмотреть на примере сосновых насаждений. Для прогнозирования их роста были проведены исследования в сосновых насаждениях, произрастающих в сходных зональных условиях.

В 1970 г. на суглинистом конвейерном отвале было заложено насаждение сосны без подготовки субстрата, под меч Колесова с размещением посадочных мест  $2,5 \times 0,5$  м. В связи с отсутствием травянистой растительности уход за насаждением не проводился. В возрасте 5 лет насаждение имело сохранность 56 %, в дальнейшем с каждым годом она падала. Данные таблицы 3 указывают на замедленный рост сосны как в возрасте 12, так и 19 лет, что связано с неблагоприятными водно-физическими свойствами субстрата.

Раскопки показали, что корневая система проникла в глубину до 180 см. В исследуемом насаждении отмечается благоприятное соотношение между подземной и надземной частями. Однако мелкие корни составляют всего 3 % от массы крупных корней; их росту препятствует высокая твердость субстрата.

Что касается надземной массы, то можно отметить обильное охвоение: хвоя 14-летнего модельного дерева составляет 43 % от ее массы в сыром состоянии, а в воздушно-сухом – 32 %.

Несмотря на некоторые различия в свойствах суглинков на нарушенных землях и суглинистых обнажениях в Грайворонском лесничестве Белгородской области, можно судить о возможном повышении энергии роста сосны в последующие годы. Об этом свидетельствуют данные, полученные при исследовании 22-24-летних насаждений сосны в Томаровском участковом лесничестве, где в отдельные годы прирост сосны в высоту достигал 90 см. Сосна растет по Ia классу бонитета и имеет запас  $130-202 \text{ м}^3/\text{га}$  (табл. 3). В первые пять лет сосна на зональных почвах также имела замедленный рост. Однако ее высота в возрасте 14 лет была на 4 м больше по сравнению

Таблица 3 – Характеристика насаждений сосны в техногенных ландшафтах и на зональных почвах

Объект	Субстрат (порода, почва)	Возраст, лет	Густота посадки, шт./га	Сохранность, %	H <sub>ср.</sub> , м	*D <sub>ср.</sub> , см	Ср.прирост по высоте, см	Запас, м <sup>3</sup> /га	Бонитет
Конвейерный отвал	четвертичный суглинок	12	8000	23,1	1,83	1,63 ± 0,14	15,25	0,70	IV
		14	---«---	13,5	2,13	1,91 ± 0,15	15,21	0,43	IV
		19	---«---	11,8	3,50	3,00 ± 0,13	18,42	1,70	IV
Грайворонское л-во (пп 1г)	суглинистое обнажение	23	10000	22,8	11,45	11,74 ± 0,15	49,78	150	Ia
---«--- (пп 4 г)		22	8000	50,5	10,92	10,30 ± 0,17	49,64	202	Ia
---«---(пп 6г)		24	8000	30,2	12,00	10,60 ± 0,17	50,00	130	Ia
Гидроотвал Березовый лог	песок	7	8000	9,2	0,57	1,10 ± 0,06	8,14	-	-
		12	8000	6,8	0,85	1,64 ± 0,07	7,08	-	IV
Отвал рыхлой вскрыши	песчано-меловая смесь	12	8000	8,8	1,23	1,65 ± 0,08	10,25	-	IV
		17	8000	2,8	2,90	1,70 ± 0,08	17,06	0,11	IV
Бобровское л-во (пп 1х)	светло-серая лесная песчаная	88	10000	4,7	23,00	26,70 ± 0,46	26,14	276,00	II
Ленинское л-во (пп 2л)	светло-серая лесная песчаная	72	6000	9,5	25,00	27,50 ± 0,33	34,72	323,00	I
Конвейерный отвал	мело-мергельная смесь	10	8000	84,7	0,56	1,50 ± 0,04	5,6	-	V
		11	8000	66,5	1,10	3,68 ± 0,11	10,0	-	IV
		12	8000	36,6	1,25	3,78 ± 0,12	10,4	-	IV
Острогожское л-во (пп 1о)	перегнойно-карбонатная	22	22000	47,8	4,43	5,22 ± 0,13	20,1	68	IV
---«---( пп 2о)	перегнойно-карбонатная	22	16700	63,3	5,54	5,43 ± 0,17	25,2	95	III

Примечание: диаметр сосны на гидроотвале измерялся на высоте 0,1 м, на мело-мергеле конвейерного отвала – у корневой шейки, на остальных опытных объектах – на 1,3 м.

с конвейерным отвалом, что, безусловно, связано с более легким гранулометрическим составом и меньшей твердостью суглинком естественных обнажений. К 1987 году конвейерный отвал прекратил свое существование в связи с дополнительным отводом земель под карьер по добыче железистых кварцитов.

На песчаных субстратах отвалов Лебединского ГОКа не удалось вырастить устойчивое насаждения сосны обыкновенной в связи с сильной дефляцией, вызывающей выдувание и засекание сосны. Сохранившиеся единичные экземпляры сосны имели в возрасте 7-12 лет замедленный рост и росли по IV классу бонитета (табл. 3). В возрасте 13 лет они полностью погибли в связи с плохими водно-физическими и химическими свойствами субстрата.

На песчано-меловой смеси отвала рыхлой вскрыши насаждение сосны было заложено в 1972 году на откосе юго-западной экспозиции с размещением посадочных мест  $2,5 \times 0,5$  м. Приведенные различия в почвенно-экологических показателях песков и песчано-меловых смесей сказались на росте и состоянии сосны.

Раскопки показали, что корневая система 12-летней сосны на песке гидроотвала проникла в глубину до 130 см, в стороны – до 200 см. Мелкие корни размещаются преимущественно в верхнем 20-сантиметровом слое, который обладает более благоприятными водно-физическими свойствами.

На песке гидроотвала масса подземной части к надземной в сыром состоянии относится как 1,0:2,5; в воздушно-сухом состоянии это соотношение еще более благоприятное. Сосна здесь имеет хоть и укороченную хвою, но ее масса составляет 63 % от массы надземной части. Такое соотношение в зональных условиях указывает на достаточно высокую устойчивость насаждений.

Об этом свидетельствуют исследования, проведенные в Бобровском лесничестве Воронежской области (Хреновской бор), где на светло-серой

песчаной почве со слабо развитым плодородным слоем (5 см) сосна растет по II классу бонитета и в 88 лет имеет запас 276 м<sup>3</sup>/га.

В Ленинском лесничестве Липецкой области на аналогичной почве, но в условиях лучшего гидрологического режима, создано еще более продуктивное насаждение сосны, которая в 72 года имеет запас 323 м<sup>3</sup>/га (табл. 3). Сохранность сосны в обоих случаях низкая и не превышает 9,5 %.

В более благоприятных условиях отвала рыхлой вскрыши на песчано-меловой смеси 12-летняя сосна имеет глубину проникновения корней до 150 см, причем в более глубокие слои проникло несколько корней, что связано с наличием в них суглинистых прослоек. Боковые корни размещены в слое от 15 до 30 см. Масса подземной части к общей в этих условиях составляет 22 %. Несмотря на то, что сосна имеет темную хорошо развитую хвою, которая составляет 36 % от массы надземной части, она характеризуется также как и на песках, замедленным ростом.

К 1992 году в возрасте 20 лет сосна на опытных участках отвала рыхлой вскрыши полностью выпала из-за неблагоприятных почвенно-экологических условий в техногенных ландшафтах.

На мело-мергеле конвейерного отвала сосна в возрасте 10 лет имеет высоту всего 56,3 см (табл. 3). В большинстве случаев текущий прирост в высоту не превышает 10 см. Однако сохранность сосны в первые годы на этих субстратах высокая – до 85 %. В возрасте 11-12 лет энергия роста сосны несколько повысилась.

Корневая система проникает в субстрат неглубоко. В отличие от других вскрышных пород, на мело-мергельной смеси отмечается неблагоприятное соотношение между надземной и подземной массой. Подземная часть составляет всего 18 % от общей биомассы.

Слаборазвитая корневая система и обильное охвоение (больше 50 % от надземной массы) указывают на низкую устойчивость этих насаждений.

Об этом свидетельствуют также показатели хода роста сосны в высоту: на протяжении 12 лет прирост в высоту не превышал 10 см. Это связано не только с низким плодородием субстрата, но и с плохими водно-физическими свойствами.

Для сравнения были исследованы культуры сосны в Коротоякском участковом лесничестве Острогожского лесничества. В 1970 г. в возрасте 9 лет высота сосны колебалась от 0,48 до 2,00 м, а сохранность – от 20 до 75 % [2].

Результаты повторных исследований показали, что в 22 года при достаточно высокой сохранности сосна на всех пробных площадях с глубиной залегания мела менее 40 см имеет замедленный рост (табл. 3). Например, на пробной площади 1о на склоне западной экспозиции крутизной около 40<sup>0</sup>, где плитчатый мел залегает ближе к поверхности, а мощность перегнойно-аккумулятивного горизонта составляет 20 см и почти отсутствует травянистая растительность, высота сосны равна 4,43 м, прирост в высоту в возрасте 22 лет составляет 20,1 см. Культуры растут по IV классу бонитета.

На пробной площади 2о плитчатый мел залегает на глубине 40 см. Здесь энергия роста культур несколько выше: сосна растет по III классу бонитета. Но и это насаждение имеет лишь санитарно-гигиеническое и эстетическое значение. В первые 12 лет прирост сосны в высоту не превышал 15 см. Повышение энергии роста наблюдается с 13 до 22 лет, когда в отдельные годы прирост достигал 50 см.

На мело-мергеле конвейерного отвала наблюдается худший рост сосны даже по сравнению с ростом сосны на меловых обнажениях, отличающихся более благоприятными почвенно-экологическими условиями.

Таким образом, изучив степень плодородия вскрышных пород и их смесей в промышленных отвалах Курской магнитной аномалии, без

проведения мероприятий по повышению их плодородия, на примере сосновых насаждений, можно сделать следующие выводы:

1. Четвертичные суглинки являются наиболее плодородными из всех пород вскрыши в бассейне КМА, хотя имеют более тяжелый гранулометрический состав и более высокую твердость по сравнению с естественными обнажениями (соответственно тяжелые суглинки – средние суглинки; 0-0,29 и 0-0,27 кг/см<sup>2</sup>). Их необходимо складировать во временные отвалы для последующего землевания на горнотехническом этапе сельскохозяйственной рекультивации.

2. Суглинки и мело-мергельные смеси пригодны для выращивания насаждений сосны IV класса бонитета, которые имеют санитарно-гигиеническое и эстетическое значение. Говорить о высокопродуктивных насаждениях не приходится, т.к. эти субстраты характеризуются неблагоприятными водно-физическими свойствами.

3. Показатели роста сосны на песках указывают на то, что эти субстраты без предварительного улучшения являются непригодными для выращивания сосновых насаждений даже защитного назначения.

4. На отвалах из песчано-меловых смесей необходимо отказаться от создания долгосрочных сосновых насаждений и отдавать предпочтение другим, особенно почвоулучшающим, породам [2].

#### Библиографический список

1. Трещевский И.В. Трещевская Э.И. Тихонова Е.Н. Почвоулучшающая роль лесных культур на отвалах Курской магнитной аномалии // Мат. V съезда Всерос. общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Ростов-на Дону, 2008. С. 457.

2. Попов В.К., Панков Я.В. Опыт облесения меловых обнажений и бедных карбонатных почв ЦЧО // Защитное лесоразведение в Центрально-Черноземных областях. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. С. 70-80.