

УДК 622.882 (470.11)

**НАКВАСИНА Елена Николаевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и почвоведения лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор более 250 научных и научно-методических публикаций, в т. ч. 7 монографий

**ЗЕМЦОВСКАЯ Ольга Николаевна**, аспирант кафедры лесоводства и почвоведения лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 4 научных публикаций

**ДЕНИСОВА Анастасия Ивановна**, ассистент кафедры открытых горных работ института нефти и газа Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 6 научных публикаций

## **ВЛИЯНИЕ САПОНИТСОДЕРЖАЩИХ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВ НА СВОЙСТВА ТОРФЯНЫХ СУБСТРАТОВ**

Проблема постоянно растущего количества промышленных отходов и их утилизации является актуальной для Архангельской области. В статье рассмотрена возможность использования отходов производства предприятия ОАО «Севералмаз» (хвостов обогащения переработки алмазов) с целью создания субстратов для рекультивации нарушенных территорий. Сапонит, входящий в состав отходов заготовки алмазов, – высокомагнезиальный глинистый материал, обладающий свойствами бентонитов и уникальными свойствами: высокой физико-химической активностью, гидрофильностью, набуханием и способностью повышать влагоемкости грунтов. Авторами рассмотрены агрофизические и агрохимические свойства субстратов, созданных на основе торфа с разной долей сапонитсодержащих хвостов обогащения, на опытном объекте института нефти и газа в зоне деятельности Ломоносовского горно-обогатительного комбината (Приморский район Архангельской области). Установлено, что сапонитсодержащие хвосты обогащения в сильной степени влияют на агрофизические и агрохимические свойства торфяных субстратов. Добавление хвостов обогащения к субстрату значительно повышает плотность твердой фазы. Насыщенные кальцием и магнием, они оказывают сильное подщелачивающее воздействие на кислый торфяной субстрат. Внесение хвостов обогащения позволяет увеличить низкую плотность сложения торфа и улучшить водно-воздушный режим субстрата. Их способность удерживать влагу позволяет обеспечить стабильный баланс жидкой фазы в субстратах с разным содержанием хвостов обогащения. Реакция среды, плотность сложения и общая скважность являются наиболее важными показателями для оценки субстратов. Для них характерна высокая достоверная корреляционная связь с долей хвостов обогащения. Изучение свойств торфо-сапонитовых субстратов позволит подобрать лучшие варианты композиций для роста растений.

**Ключевые слова:** сапонит, хвосты обогащения, торфяной субстрат, рекультивация.

В настоящее время проблема утилизации отходов горно-обогатительного производства приобретает важное значение. К 2011 году на предприятиях Архангельской области накоплено 38 430,545 тыс. т отходов. Три четверти из них составляют вскрышные породы и отходы обогащения двух предприятий по добыче полезных ископаемых – Североонежского бокситового рудника и ОАО «Севералмаз» [1, 2]. Способность к самовосстановлению техногенно нарушенных территорий, в т. ч. отвалов вскрышных пород, хранилищ отходов, сводится практически к нулю, т. к. с утратой почвенно-растительного покрова развиваются водная и ветровая эрозии, ухудшаются водно-физические свойства, разрушается гумус почв и др. Требуется меры рекультивации, и прежде всего фиторекультивации, с почвоулучшающими субстратами [3, 4].

На месторождении алмазов имени М.В. Ломоносова основными производственными объектами, представляющими угрозу экологической безопасности, являются карьер и связанная с ним система водоотведения, отвалы вскрышных пород, горно-обогатительный комбинат (ГОК), хвостохранилище. Полигон хранения хвостов обогащения добычи алмазов представляет наиболее весомую экологическую угрозу, что связано с высоким содержанием сапонита в хвостах обогащения [5].

Хвостохранилище на Ломоносовском месторождении имеет емкость 140 млн м<sup>3</sup> [5, с. 44]. Производственный цикл по получению алмазов построен так, что в результате обогащения руды на фабрике получается два продукта: концентрат и хвосты обогащения. Отходы процессов обогащения по пульпопроводу направляются в хвостохранилище – устройство для приема и хранения отходов обогащения [6]. Крайне низкая плотность сапонитового осадка вынуждает периодически увеличивать объем и площадь хвостохранилища в процессе разработки месторождения.

Одним из путей утилизации отходов разработки алмазных месторождений является их использование для производства субстратов на

основе торфа с целью последующей фиторекультивации объектов. Для этого необходимо провести исследования влияния сапонитсодержащих материалов хвостов обогащения кимберлитов на свойства смешанных торфяных субстратов. Сапонит, входящий в состав отходов заготовки алмазов, представляет собой высокомагнезиальный глинистый материал, имеющий свойства бентонитов. Он обладает высокой физико-химической активностью (емкость катионного обмена – 100–120 мг/100 г), низкой скоростью осаждения и плотностью осадка (1,05–1,17 г/см<sup>3</sup>). Его слоистая структура позволяет впитывать воду, легко набухать и повышает влагоемкость грунтов [7, с. 217].

**Материалы и методы.** В 2009 году на территории Ломоносовского ГОКа ОАО «Севералмаз» на площади болота переходного типа кафедрой открытых горных работ института нефти и газа Северного (Арктического) федерального университета заложен опытный участок площадью 120 м<sup>2</sup>. Торфяная подстилка была снята, и участок разбит на 33 деланки размером 1,5 × 1,5 м [8, с. 92].

На одном контрольном участке (с трехкратным повторением) был вскопан чистый торф, на другом торф был вынут на глубину 20 см и уложены хвосты обогащения кимберлитовой породы. В оставшиеся 27 деланок в определенной последовательности также с трехкратным повторением внесены хвосты обогащения в следующих процентных соотношениях по объему торфа и хвостов: 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 и перемешаны с торфом на штык лопаты. Расчет соотношения торфа и хвостов обогащения делали по объему, исходя из толщи перекапываемого слоя 20 см. В 2010 году на опытном участке посеяли злаковые травы.

Агрофизические и химические свойства (плотность сложения, скважность, скважность аэрации, рН водной вытяжки, плотность твердой фазы почвы, полевая влажность) изучали в 2011 году по каждому варианту в отдельности по общепринятым методикам [9].

Полевую влажность и плотность сложения определяли в образцах с ненарушенным сложе-

нием, отобранных с помощью стальных буров с режущим краем с глубины 5–10 см. Плотность сложения рассчитывали через массу сухой пробы и объем бура по формуле:

$$OM = m_{\text{сух}}/V, \quad (1)$$

где  $OM$  – плотность сложения,  $г/см^3$ ;  $m_{\text{сух}}$  – масса сухой почвы,  $г$ ;  $V$  – объем бура,  $см^3$ .

Общую пористость рассчитывали по формуле:

$$P_{\text{общ}} = (1 - OM/\rho) \cdot 100, \quad (2)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – пористость общая, %;  $\rho$  – плотность твердой фазы,  $г/см^3$ .

Пористость аэрации рассчитывали по разности общей пористости и доли пор, занятых водой, по формуле:

$$P_{\text{аэр}} = P_{\text{общ}} - W_{\text{пол}} \cdot OM \quad (3)$$

где  $P_{\text{аэр}}$  – скважность аэрации, %;  $P_{\text{общ}}$  – пористость общая, %;  $W_{\text{пол}} \cdot OM$  – доля пор, занятых водой, %.

Плотность твердой фазы почвы определяли пикнометрическим способом, водородный показатель ( $pH$  водной вытяжки) – потенциометрическим методом на приборе «Эксперт-001».

**Результаты и обсуждение.** Показатели агрохимических свойств субстратов с различным содержанием торфа и хвостов обогащения приведены в *табл. 1*.

Субстрат из чистого торфа характеризуется кислой средой, крайне низкой плотностью сложения, высокой общей скважностью и весьма низкой скважностью аэрации, связанной с повышенной влажностью, что свойственно торфам олиготрофных болот [10]. Это, как правило, низкозольные торфа, обладающие влагоемкостью до 1500 % на сухое вещество. Для торфа опытного участка плотность твердой фазы составляет  $1,58 г/см^3$ , что говорит об его высокой минерализации. При этом торф имеет крайне рыхлое сложение (плотность сложения  $0,09 г/см^3$ ) за счет большого количества пустот.

Хвосты обогащения характеризуются щелочной средой. Спустя год исследования  $pH_{\text{вод}}$  составляет  $8,57$ , тогда как изначально хвосты обогащения обладали сильнощелочной средой ( $pH 9,79$ ), которая со временем расщелачивается под действием воздуха и промывания осад-

Таблица 1

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУБСТРАТОВ НА ОСНОВЕ ТОРФА И САПОНИТСОДЕРЖАЩИХ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВ (2011 год)**

Содержание хвостов обогащения в субстрате, %	Плотность твердой фазы, $г/см^3$	$pH_{\text{вод}}$	Плотность сложения, $г/см^3$	Скважность общая, %	Полевая влажность, %	Скважность аэрации, %
0	1,58	$4,78 \pm 0,70$	$0,09 \pm 0,03$	$94,6 \pm 1,81$	$747,0 \pm 173,2$	31,4
10	2,37	$6,86 \pm 0,53$	$0,30 \pm 0,15$	$87,3 \pm 6,54$	$103,3 \pm 48,2$	55,5
20	2,37	$6,41 \pm 0,63$	$0,39 \pm 0,09$	$83,7 \pm 3,84$	$103,0 \pm 41,0$	44,0
30	2,38	$7,73 \pm 0,61$	$0,43 \pm 0,09$	$82,0 \pm 3,84$	$63,7 \pm 24,1$	54,9
40	2,38	$7,99 \pm 0,16$	$0,52 \pm 0,21$	$78,2 \pm 8,67$	$61,3 \pm 14,6$	46,0
50	2,67	$8,02 \pm 0,24$	$0,71 \pm 0,26$	$73,3 \pm 9,77$	$54,7 \pm 36,0$	33,8
60	2,67	$8,11 \pm 0,10$	$0,85 \pm 0,21$	$68,1 \pm 8,05$	$47,3 \pm 23,5$	27,5
70	2,74	$8,12 \pm 0,14$	$1,03 \pm 0,18$	$62,3 \pm 6,60$	$35,7 \pm 3,8$	25,6
80	2,74	$8,33 \pm 0,03$	$0,98 \pm 0,18$	$64,1 \pm 6,58$	$28,0 \pm 16,3$	36,5
90	2,74	$8,53 \pm 0,20$	$1,06 \pm 0,57$	$61,2 \pm 20,90$	$23,7 \pm 7,6$	35,6
100	2,77	$8,57 \pm 0,20$	$1,30 \pm 0,06$	$53,2 \pm 2,31$	$22,3 \pm 6,3$	24,2

ками. Щелочная реакция хвостов обогащения обеспечена наличием в них сапонита – глинистого минерала смектитовой группы, содержащего  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . Отмечается бурное вскипание грунтового материала от 10-процентной соляной кислоты, что подтверждает его карбонатность. В контрольном блоке хвосты обогащения имеют близкие к оптимуму для роста растений показатели плотности сложения и скважности ( $1,1\text{--}1,4 \text{ г/см}^3$  и  $55\text{--}60 \%$  соответственно), но крайне низкие показатели полевой влажности и скважности аэрации, что связано с провальной фильтрацией воды в гравитационной форме из-за большой доли (более  $80 \%$ ) фракции песка в гранулометрическом составе. Плотность твердой фазы почвы ( $2,77 \text{ г/см}^3$ ) соответствует показателям минеральных грунтов [11, с. 159].

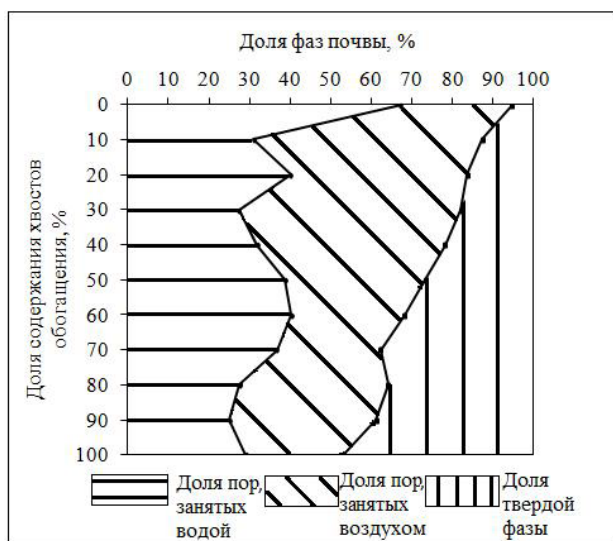
При добавлении хвостов обогащения к торфу свойства субстрата заметно меняются. Особенно существенны изменения в реакции среды. Внесение всего лишь 10-процентной доли хвостов обогащения в кислый торф резко подщелачивает его, повышая значения pH до слабокислой и близкой к нейтральной реакции. Значения pH первого варианта и контроля (торф) различаются достоверно ( $t_{\phi} = 2,37$  при  $t_{st} = 2,26$ ) на 5-процентном уровне значимости. Каждая последующая добавка 10 % хвостов обогащения повышает значения pH, однако различия между вариантами при этом не достоверны, а по сравнению с контролем усиливаются до  $t_{\phi} = 5,45$ .

По показателю плотности сложения, определяющему агрофизические свойства сформированных субстратов, достоверные различия с контролем (торф) заметны при внесении большей доли хвостов обогащения (20 %), хотя показатель возрастает втрое уже при добавлении 10 % минеральной части субстратов. При этом, так же как и по реакции среды, каждое последующее увеличение доли сапонитсодержащей фракции заметно не меняет различия между вариантами, но значимо отличает субстраты от контроля, достигая по плотности сложения 10-кратных различий по сравнению с первым вариантом.

Аналогично меняется и плотность твердой фазы почвы: при добавлении 10 % минеральной компоненты субстрата показатель повышается в 1,5 раза (с  $1,58$  до  $2,37 \text{ г/см}^3$ ), прежде всего за счет входящих в состав отходов переработки обломков горных пород, представленных кварцем, арагонитом, тремолитом и др., имеющими удельную плотность  $2,5\text{--}4,0 \text{ г/см}^3$ . Еще большие изменения происходят с влажностью субстрата, что связано, видимо, также и с различной впитывающей способностью компонентов. Сапонит способен сорбировать влагу из торфа, подсушивая субстрат.

Итак, результаты исследований показали, что внесение хвостов обогащения в состав торфа при формировании субстратов заметно изменяет его свойства за счет уникальности агрохимических особенностей входящего в его состав сапонита. При добавке незначительной доли хвостов обогащения (10–20 %) резко меняется реакция среды, что связано с включением в обменные реакции тонкодисперсной окисленной части. Повышается плотность субстрата, присущая торфу, что ведет к уменьшению доли пор и увеличению доли твердой фазы. В этом механизме изменений преимущественно участвуют высокоплотные частицы первичных минералов породы. При этом высокая скважность, присущая торфу, сохраняется в субстратах дольше и начинает стабильно и достоверно (на уровне значимости 5 %) отличаться от контроля (торф) лишь при добавках к нему более 50 % хвостов обогащения.

Механизм действия сапонитсодержащих хвостов обогащения кимберлитов с известной долей условности показывает графическое отображение состава субстратов (см. рисунок). Доля твердой фазы субстрата возрастает закономерно в соответствии с добавлением минеральных компонентов. Но при этом внесение сапонитсодержащих грунтов обеспечивает достаточно стабильный баланс жидкой фазы в субстратах разного компонентного состава (25–40 %), в какой-то мере обезвоживая торф. Это может происходить как за счет сорбирующих свойств сапонита и его способности впитывать воду



Долевой фазовый состав субстратов на основе торфа и сапонитсодержащих хвостов обогащения кимберлитов

в межпакетные пространства минерала (1-3 монослоя воды), а летом при прогреве почвы (субстрата) отдавать ее [12], так и за счет увеличения фильтрации торфяной массы за счет добавки крупнодисперсной части хвостов обогащения (песчаная фракция).

В целом по опыту показана высокая достоверная [13, с. 50] корреляционная связь между долей хвостов обогащения в субстрате и показателями рН, плотности сложения и общей скважности (средняя, но не достоверная для плотности сложения), скважности аэрации и влажности, что и обусловлено сорбирующими свойствами тонкодисперсной части хвостов обогащения (табл. 2). Самая слабая корреляционная связь отмечена для показателя плотности твердой фазы, который резко меняется при внесении малой доли минеральной составляющей.

Значительная связь основных показателей субстратов с их вещественным составом подтверждается высоким  $\eta^2$  – показателем силы влияния фактора (доли хвостов обогащения) при проведении дисперсионного анализа, который достигает 0,99 и достоверен на всех уровнях значимости. Более низкий показатель Плохинского [14] установлен только для скважности аэрации – доля его влияния в общей сумме факторов составляет в среднем 57 %, достигая в отдельных случаях 77 %.

**Выводы.** Таким образом, добавление сапонитсодержащих хвостов обогащения кимберлитов, складываемых как отходы в хвостохранилище при разработке месторождения

Таблица 2

**СВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ СУБСТРАТОВ С СОДЕРЖАНИЕМ В НИХ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ**  
( $T_{5\%} = 2,26$ )

Показатели	Связь	$r \pm Sr$	$t_{\text{факт}}$
Плотность сложения	Сильная	<b>0,99±0,05</b>	18,48
Скважность общая	Сильная	<b>-0,99±0,05</b>	19,28
Скважность аэрации	Средняя	-0,59±0,27	2,18
Полевая влажность	Средняя	-0,52±0,28	1,84
$pH_{\text{вод}}$	Сильная	<b>0,86±0,17</b>	5,08
Плотность твердой фазы	Слабая	0,11±0,33	0,33

Примечание: жирным шрифтом выделен достоверный коэффициент корреляции;  $r$  – коэффициент корреляции,  $Sr$  – ошибка коэффициента корреляции,  $t_{\text{факт}}$  – фактическое значение критерия Стьюдента.

имени М.В. Ломоносова (Приморский район Архангельской области), в торфяную массу меняет основные физико-химические свойства создаваемых субстратов. Резко повышается плотность твердой фазы почвы за счет присутствия в ней обломков минералов горных пород. Происходит заметное подщелачивание за счет высокой физико-химической активности сапонитсодержащей тонкодисперсной части, насыщенной магнием и кальцием. Эта

фракция хвостов обогащения повышает присущую торфу низкую плотность сложения и стабилизирует водно-воздушный режим субстратов. Наиболее значимыми показателями для оценки таких смесей являются: реакция среды, плотность сложения и общая скважность. Изучение свойств субстратов на основе торфо-сапонитовых смесей позволит подобрать лучшие варианты композиционного состава для роста растений.

### Список литературы

1. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области в 2012. URL: [http://portal.dvinaland.ru/upload/iblock/2cb/sbornik\\_2012.pdf](http://portal.dvinaland.ru/upload/iblock/2cb/sbornik_2012.pdf) (дата обращения: 14.04.2015).
2. Тельминов И.В., Невзоров А.Л., Заручевных И.Ю., Корзова М.А. Искусственные почвогрунты из отходов обогащения кимберлитовой руды // Вестн. МГСУ. 2012. № 1. С. 128–132.
3. Месяц С.П., Волкова Е.Ю. Восстановление техногенных ландшафтов в соответствии с концепцией естественного почвообразования // Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева: Всерос. с междунар. участием науч. конф. «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования». Кн. 3. Петрозаводск; М., 2012. С. 556–558.
4. Рождественский Ю.Ф., Сарапульцев И.Е. Использование местных торфов и вскрышных пород для рекультивации земель Крайнего Севера // Освоение Севера и проблема рекультивации: докл. II Междунар. конф. Сыктывкар, 1994. С. 322–323.
5. Шевелёва А.В., Шварцман Ю.Г. Проблемы экологической безопасности при разработке месторождения алмазов имени Ломоносова // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2012. № 2. С. 40–46.
6. Производственная деятельность в настоящее время. URL: <http://www.severalmaz.ru/work/production/> (дата обращения: 16.02.2013).
7. Толковый словарь по почвоведению / отв. ред. докт. с.-х. наук проф. А.А. Роде. М., 1975. 286 с.
8. Иванов А.К., Денисова А.И., Наквасина Е.Н., Ивко В.Р. Исследование агрофизических свойств субстратов на основе торфа и хвостов обогащения кимберлитов месторождения им. М.В. Ломоносова // Горн. журн. 2012. № 7. С. 91–94.
9. Наквасина Е.Н. Агрохимические свойства почв: учеб. пособие. Архангельск, 2009. 101 с.
10. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск, 2004. 342 с.
11. Вальков В.Ф., Елисеева Н.В., Имгрунт И.И., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Справочник по оценке почв. Майкоп, 2004. 234 с.
12. Бетехтин А.Г. Минералогия. М., 1950. 956 с.
13. Дворецкий М.Л. Пособие по вариационной статистике (для лесохозяйственников). М., 1971. 102 с.
14. Плохинский Н.А. Биометрия. М., 1970. 368 с.

### References

1. *Sostoyanie i okhrana okruzhayushchey sredy Arkhangel'skoy oblasti v 2012* [Status and Environment of the Arkhangelsk Region in 2012]. Available at: [http://portal.dvinaland.ru/upload/iblock/2cb/sbornik\\_2012.pdf](http://portal.dvinaland.ru/upload/iblock/2cb/sbornik_2012.pdf) (accessed 14.04.2015).

2. Tel'minov I.V., Nevzorov A.L., Zaruchevnykh I.Yu., Korzova M.A. Iskusstvennye pochvogrunty iz otkhodov obogashcheniya kимберлитовой руды [Artificial Soils of Kimberlite Ore Tailings]. *Vestnik MGSU*, 2012, no. 1, pp. 128–132.
3. Mesyats S.P., Volkova E.Yu. Vosstanovlenie tekhnogennykh landshaftov v sootvetstvii s kontseptsiei estestvennogo pochvoobrazovaniya [Restoration of Man-Made Landscapes in Accordance with the Concept of Natural Soil Formation]. *Materialy dokladov VI s"ezda Obshchestva pochvedov imeni V.V. Dokuchaeva: Vserossiyskaya s mezhdunarodnym uchastiem nauchnaya konferentsiya "Pochvy Rossii: sovremennoe sostoyanie, perspektivy izucheniya i ispol'zovaniya"* [Proc. VI Congress of Soil Sci. Society Named After V.V. Dokuchaev: All-Union Sci. Conf. with Int. Involving "Soils of Russia: Current Status and Perspectives of Studying and Use"]. Petrozavodsk; Moscow, 2012, pp. 556–558.
4. Rozhdestvenskiy Yu.F., Sarapul'tsev I.E. Ispol'zovanie mestnykh torfov i vskryshnykh porod dlya rekultivatsii zemel' Kraynego Severa [The Use of Local Peat and Overburden for the Far North Land Reclamation]. *Osvoenie Severa i problema rekultivatsii: doklad II Mezhdunarodnoy konferentsii* [The Problem of Reclamation of the North: Rep. II Int. Conf.], Syktyvkar, 1994, pp. 322–323.
5. Sheveleva A.V., Shvartsman Yu.G. Problemy ekologicheskoy bezopasnosti pri razrabotke mestorozhdeniya almazov imeni Lomonosova [Problems of Ecological Safety in the Lomonosov Diamond Deposit Development]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki*, 2012, no. 2, pp. 40–46.
6. *Proizvodstvennaya deyatel'nost' v nastoyashchee vremya* [Production Activity at the Moment]. Available at: <http://www.severalmaz.ru/work/production> (accessed 16.02.2013).
7. *Tolkovyy slovar' po pochvovedeniyu* [Glossary of the Soil Science]. Ed. by A.A. Rode. Moscow, 1975. 286 p.
8. Ivanov A.K., Denisova A.I., Nakvasina E.N., Ivko V.R. Issledovanie agrofizicheskikh svoystv substratov na osnove torfa i khvostov obogashcheniya kимберлитов mestorozhdeniya imeni M.V. Lomonosova [The Study of Substrates Agrophysical Properties Based on Peat and Kimberlite Mine Tailings of the Lomonosov Mining and Processing Division]. *Gornyy zhurnal* [Mining Journal], 2012, no. 7, pp. 91–94.
9. Nakvasina E.N. *Agrokhimicheskie svoystva pochv: ucheb. posobie* [Agrochemical Soil Properties]. Arkhangelsk, 2009. 101 p.
10. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and Diagnostics of Soils of Russia]. Smolensk, 2004. 342 p.
11. Val'kov V.F., Eliseeva N.V., Imgrunt I.I., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. *Spravochnik po otsenke pochv* [Guide on Soils Estimation]. Maikop, 2004. 234 p.
12. Betekhtin A.G. *Mineralogiya* [Mineralogy]. Moscow, 1950. 956 p.
13. Dvoretzkiy M.L. *Posobie po variatsionnoy statistike (dlya lesokhozyaystvennikov)* [Textbook of the Analysis of Variance]. Moscow, 1971. 102 p.
14. Plokhinskiy N.A. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, 1970. 368 p.

***Nakvasina Elena Nikolaevna***

Forestry Engineering Institute, Northern (Arctic)  
Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

***Zemtsovskaya Ol'ga Nikolaevna***

Forestry Engineering Institute, Northern (Arctic)  
Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

***Denisova Anastasiya Ivanovna***

Institute of Oil and Gas, Northern (Arctic)  
Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

## **INFLUENCE OF SAPONITE-CONTAINING KIMBERLITE REFINEMENT TAILINGS ON THE TURFY SUBSTRATES PROPERTIES**

The problem of the increasing number of industrial waste and disposal is relevant in the Arkhangelsk region. The paper covers the aspects of the company "Severalmaz" waste recycling (refinement tailings of

diamond processing) to create bedrock for the derelict lands recultivation. Saponite, included in waste of diamond mining, is a high-magnesia douk with the bentonite properties and other unique characteristics, such as a high physico-chemical activity, hydrophilicity, swelling and increased soil moisture capacity. The authors consider the agrophysical and agrochemical properties of bedrocks based on peat with varied proportion of saponite-containing refinement tailings in the test area of the Institute of Oil and Gas in the zone of the Lomonosov mining and concentration complex (Primorsky district of the Arkhangelsk region). The saponite-containing refinement tailings have an effect on the agrophysical and agrochemical properties of the turfy substrate. The refinement tailings addition to the bedrock increases the density of a solid body. Calcium and magnesium saturated refinement tailings have an alkalizing effect on the acid turfy substrate. The refinement tailings addition allows increasing a low density of the bedrock composition and stabilizing the water-air regime of substrates. Their moisture-binding capacity allows providing a stable balance of a liquid phase in the substrates of different assay of refinement tailings. The reaction of the medium, density of composition and total pore space are the most significant factors of the substrate assessment. They are characterized by a high authentic correlation with the share of refinement tailings. Studying the properties of substrates based on peat-saponite mixtures will pick the best composition options for plant growth.

**Keywords:** *saponite, refinement tailings, turfy substrate, recultivation.*

*Контактная информация:*

Наквасина Елена Николаевна

*адрес:* 163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17;

*e-mail:* e.nakvasina@narfu.ru

Земцовская Ольга Николаевна

*адрес:* 163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17;

*e-mail:* zemcovskayaolga@gmail.com

Денисова Анастасия Ивановна

*адрес:* 163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 14;

*e-mail:* a.i.denisova@narfu.ru