

4. Алексеенко В.А., Алещукин А.С. Цинк и кадмий в окружающей среде. – М.: Наука, 1992. – 200
5. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Экотоксикология тяжелых металлов: учеб. пособие. – Н.Новгород: Изд-во НГСХА, 2002. – 135 с.
6. Казаков А.Л., Хацуков Б.Х. Биологически активные вещества целебных и пищевых растений и их фармакологическая активность. – Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2000. – 68 с.
7. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 688 с.



УДК 631.618

А.В. Назаркина, Л.Т. Крупская,
А.М. Дербенцева, В.П. Зверева, О.М. Морина

АРТИИНДУСТРАТЫ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ОЦЕНКА ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ

В статье представлены результаты исследования физико-механических свойств артииндустрантов, оценка их противоэрозионной стойкости.

По результатам исследований разработаны предложения по рекультивированию и мониторингу территорий, приуроченных к ТЭЦ.

Ключевые слова: *теплоэлектростанция, техногенно поверхностные образования, Дальний Восток, плотность почвы, пластичность, эрозионные свойства.*

A.V. Nazarkina, L.T. Krupskaya,
A.M. Derbentseva, V.P. Zvereva, O.M. Morina

THERMAL POWER PLANT ARTIINDUSTRATES IN THE FAR EAST SOUTH: PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES, EROSION -PREVENTIVE RESISTANCE ESTIMATION, RECULTIVATION

The research results of the artiindustrate physical and mechanical properties, estimation of their erosion-preventive resistance are given in the article.

The proposals on recultivation and monitoring of the territories that are correlated with TPP are developed on the basis of the research results.

Key words: *thermal power plant, technogenic superficial formations, the Far East, soil density, plasticity, erosive properties.*

Введение. Анализ и обобщение литературных данных [1, 2; 4–6; 10–12; 14–20] свидетельствуют о том, что главными факторами формирования техногенных поверхностных образований (ТПО) являются: производство электроэнергии, промышленность, транспортно-дорожный комплекс. В почвоведении долгое время оставался дискуссионным вопрос о том, являются ли почвой в традиционном понимании те образования, которые сформировались в регенерационных биогеосистемах [14]. В новой классификации почв России [13] определено понятие ТПО, обоснованы их таксономические единицы, объединенные в отдельный ствол. Принципы выделения групп и подгрупп ТПО позволяют применять соответствующие меры по их рекультивации.

В настоящее время ТПО занимают значительные площади на юге Дальнего Востока и оказывают негативное влияние на объекты окружающей среды. В Хабаровском крае остро стоит вопрос экологического мониторинга нарушенных земель в результате горнодобывающего и горноперерабатывающего комплексов. В Приморском крае ТПО изучались в связи с рекультивацией угольных отвалов, изучению ТПО золоотвалов ТЭЦ в Приморском крае ранее не уделялось внимания.

В связи с этим целью исследования явилось изучение физико-механических свойств ТПО и оценка их противоэрозионной стойкости. В задачи входило: 1) изучение физико-механических свойств артииндустрантов; 2) оценка их противоэрозионной стойкости; 3) разработка предложений по рекультивации и мониторингу территорий, приуроченных к ТЭЦ.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования служили артииндустраты, расположенные вблизи теплоэлектростанций на территории Приморского и Хабаровского краев. Артииндустраты являются подгруппой из группы артифабрикатов и представляют собой материал отвалов промышленной переработки естественных материалов: шлаки, зола и пр. [13].

Золоотвал Партизанской ТЭЦ, расположенной на IV террасе р. Партизанской, у ж/д станции Лазовая, представляет собой искусственно насыпной материал промышленного происхождения, залегающий на аллювиальной серогумусовой почве. По структуре насыпь слоистая, с преобладанием серого цвета. Сверху до 30–50 см сухая, ниже свежая. Большая часть занятой золоотвалами территории покрыта буро-оранжевым веществом – латексом, используемым при рекультивации поверхностей ТПО. Но проливные муссонные дожди разрушают как полимерное покрытие, так и само тело золоотвала, вызывая эрозионные процессы.

Золоотвал Владивостокской ТЭЦ-2, расположенный в районе бух. Тихой территории г. Владивостока, представлен артииндустратами в виде сырой, легкой, серой, однородной по текстуре дисперсной массы. Масса поставляется в виде пульпы, которая в дальнейшем перемещается бульдозерами в золоотвал.

Золоотвал Хабаровской ТЭЦ-3, размещенной на пойменной террасе между рекой Амур (Хохлатская протока) и левым берегом реки Березовой, находится в районе с. Федоровка на расстоянии 2,5 км северовосточнее от ТЭЦ-3. Представлен артииндустратами в виде темной дисперсной массы с обломками шлака. Чаще всего цвет золы темно-серый, почти черный, по текстуре однородный, сырой и легкий. Четко выделяются горизонтальные прослойки более темного цвета на глубине 20 и 40 см (образуются в зависимости от подачи пульпы на золошлакоотвал).

Методы исследования. Отбор проб ТПО проводился методом квартования. Физико-механические и водные свойства артииндустратов определены по [3,23]. Материалы обработаны в STATISTICA 8.0 с учетом [9]. Определение сцепления частиц артииндустратов естественной влажности – по методу Н.А. Цытовича [22]. В определении сцепления частиц ТПО, нормативной усталостной прочности на разрыв использовались формулы Ц.Е. Мирцхулавы [21] и Н.А. Цытовича [22]. Названия ТПО даны по [13].

Результаты и обсуждения. Изученные артииндустраты значительно различаются по плотности твердой фазы (табл.). Наиболее плотными 2,56 г/см³ являются артииндустраты Владивостокской ТЭЦ-2. Значения плотности артииндустратов Хабаровской ТЭЦ-3 оказались в данном исследовании минимальными – 2,27 г/см³. С одной стороны, это объясняется их разными способами формирования, а с другой – содержанием илистых частиц. Артииндустраты Владивостокской ТЭЦ-2 отличаются повышенным содержанием ила по сравнению с другими изученными объектами.

С особенностями содержания илистой фракции связана и пластичность артииндустратов. В соответствии с числом пластичности, ТПО Владивостокской ТЭЦ-2 непластичны, Партизанской ТЭЦ – определены как супеси с числом пластичности 3–7, Хабаровской ТЭЦ-3 – как супеси с числом пластичности 2–7 до глубины 60 см, а ниже они непластичны.

Для ТПО Партизанской ТЭЦ, имеющих менее плотное сложение, нижняя граница текучести находится в пределах 52–47%, а верхняя граница текучести – в диапазоне 53–55%. Нижняя граница текучести артииндустратов Хабаровской ТЭЦ-3 в верхнем двадцатисантиметровом слое составляет 76%, уменьшаясь к глубине 70 см до 60%. Верхняя граница текучести, находясь в диапазоне 89–64%, также имеет тенденцию к уменьшению с глубиной. Такие показатели связаны, по всей видимости, со значительной мелкопесчаной фракцией в суглинках.

Сравнительная характеристика физико-механических и противозэрозионных свойств артииндустратов ТЭЦ

НГТ	НПП	ВГТ	ГКЛ	ЧПЛ	ИЛ	ПТФ	СЧ	НУПР	ДНСП
%						г/см ³	кг/см ²		м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Владивостокская ТЭЦ-2									
0–20 см									
60	нет	67	57	0	3	2,58	0,0014	0,0005	0,102
30–40 см									
60	нет	68	58	0	5	2,55	0,0007	0,0002	0,098

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Партизанская ТЭЦ									
0–19 см									
52	47	55	52	5	2	2,35	0,0002	0,0001	0,091
19–37 см									
52	46	60	57	7	2	2,25	0,0002	0,0001	0,091
37–60 см									
49	46	55	50	3	1	2,28	-	-	-
60–70 см									
47	47	53	51	0	1	2,20	-	-	-
Хабаровская ТЭЦ-3									
0–19 см									
76	69	86	54	7	1	2,28	0,0002	0,0001	0,087
19–37 см									
69	67	79	70	2	2	2,20	0,0002	0,0001	0,086
37–60 см									
60	56	64	59	4	1	2,25	0,0002	0,0001	0,087
60–70 см									
52	нет	59	50	0	1	2,3	-	-	-

Примечание. НГТ – нижняя граница текучести; НПП – нижняя граница пластичности; ВГТ – верхняя граница текучести; ГКЛ – граница клейкости; ЧПЛ – число пластичности; ПТФ – плотность твердой фазы; СЧ – сцепление частиц; НУПР – нормативная усталостная прочность на разрыв; ДНСП – допустимая неразрывающая скорость водного потока.

Весьма ценными показателями при рассмотрении эрозионных процессов являются величина влажности на границе скатывания артииндустратов в шнур, которая характеризует нижний предел пластичности, и граница клейкости, характеризующая содержание свободной воды. Значения нижнего предела пластичности индивидуальны для изученных ТПО. Так, у артииндустратов Владивостокской ТЭЦ-2 эта величина равна 0, Партизанской ТЭЦ – в пределах 46-47%, Хабаровской ТЭЦ-3 – 67-69%. Граница клейкости на несколько процентов ниже верхней границы текучести, соответствует влажности около 57-59%. В изученных почвах значения влажности, соответствующие границе клейкости, на 3-4 % ниже, чем значения, характерные для верхнего предела пластичности. Такая закономерность обусловлена особенностями гранулометрического состава.

Противоэрозионная стойкость артииндустратов оценивается как способность их противостоять смывающему действию водного потока или совместному действию потока воды и ливневым осадкам. Судя по результатам, в которых илистая фракция составляет 1-5%, а допустимая неразрывающая скорость водного потока находится в пределах около 0,086-0,102 м/с, противоэрозионные свойства артииндустратов низкие. Между физико-механическими и противоэрозионными свойствами изученных объектов прослеживаются тесные коррелятивные зависимости (рис.). Увеличение плотности твердой фазы артииндустратов обуславливает увеличение содержания ила в объектах и сцепления почвенных частиц, тем самым повышает противоэрозионные свойства. Кроме того, повышение плотности ТПО приводит к снижению их нижнего предела пластичности, что в свою очередь обуславливает повышение значений допустимых неразрывающих скоростей водного потока. Полученные зависимости показывают, что одним из наиболее значимых показателей является плотность твердой фазы почвы, поэтому мероприятия, направленные на улучшение противоэрозионных свойств артииндустратов, должны строго учитывать изменение этого показателя.

Опыт показывает [8], что положительным приемом, направленным на предупреждение негативного влияния эрозионных процессов, является покрытие поверхности золоотвалов химическим полимером – латексом. Кроме этого, рекомендуется проведение ряда работ природоохранного характера. В частности, сохранение на прилегающей к ТЭЦ территории (в радиусе 500-1000 м) естественного растительного покрова, создание в этой же зоне лесопосадок: 5-6-рядных лесополос из региональных видов деревьев и кустарников под углом к активн действующим ветрам. Некоторые авторы [7] рекомендуют использование промышленных шлаков при получении дисперсно-армированных бетонов.

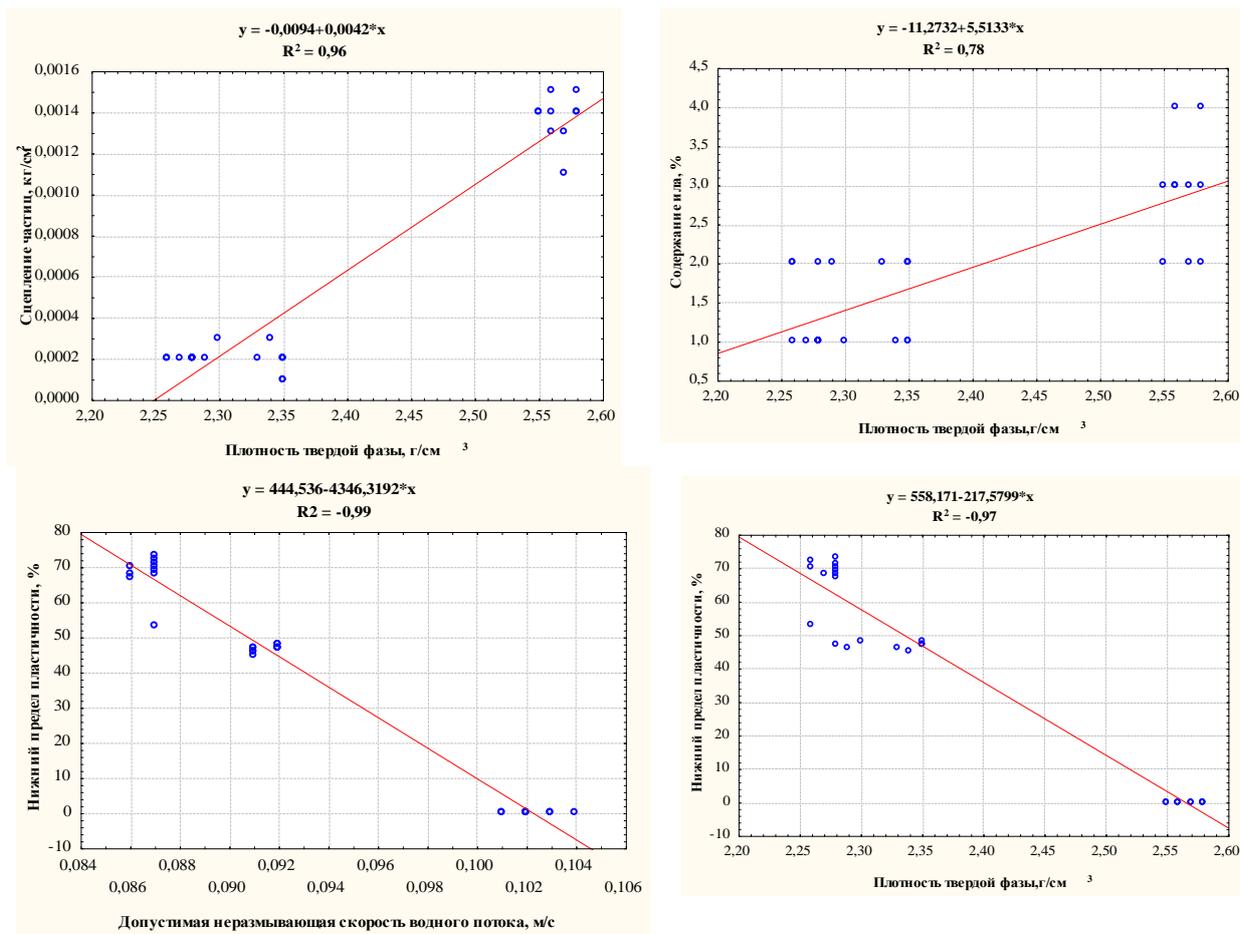


Рис. 1. Зависимость некоторых физико-механических и противозерозионных свойств артиндустратов

Выводы

Артиндустраты Владивостокской ТЭЦ-2 не способны к набуханию, число их пластичности равно нулю. Они наиболее плотные. Течь такие ТПО начинают при влажности 67–68 %. Артиндустраты Партизанской ТЭЦ набухают до максимальных значений в слое 19–37 см. Число пластичности достигает в них 7. В артиндустратах Хабаровской ТЭЦ-3 максимум набухания наблюдается в верхнем 0–19 см слое. Артиндустраты Партизанской ТЭЦ начинают течь при влажности 55–60%. Артиндустраты Хабаровской ТЭЦ-3 наиболее убойчивы – верхняя граница текучести уменьшается с глубиной от 59 до 86%. В исследованных ТПО граница клейкости практически совпадает с верхним пределом пластического состояния, что объясняется невысоким содержанием ила. По показателям допустимых неразмывающих скоростей водного потока на поверхности золоотвалов ТПО самыми уязвимыми являются артиндустраты Хабаровской ТЭЦ-3. Противозерозионная стойкость артиндустратов всех изученных объектов неудовлетворительная.

Низкие значения реологических свойств и неудовлетворительная противозерозионная стойкость артиндустратов золоотвалов изученных ТЭЦ создали сложную экологическую обстановку на прилегающих к ТЭЦ территориях, что диктует необходимость проведения прежде всего их мониторинга.

Литература

1. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 151 с.
2. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 200 с.
3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высш. шк., 1973. – 400 с.
4. Гаджиев И.М., Курачев В.М. Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1992. – 305 с.
5. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. – Новосибирск: Изд-во ЦЭРИС, 2001. – 37 с.
6. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / Л.В. Герасимова [и др.]. – Смоленск: Изд-во Ойкумена, 2003. – 270 с.
7. Демьянова В.С. Комплексное использование промышленных отходов при получении дисперсно-армированных бетонов // Экология и промышленность России. – 2008. – №1. – С. 12–14.
8. Джаламбеков А.И. О почвообразовании при рекультивации земель в Казахстане // Почвоведение. – 1989. – №11. – С. 75–82.
9. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. – 320 с.
10. Етеревская Л.В., Донченко М.Т., Лехциер Л.В. Систематика и классификация техногенных почв // Растения и промышленная среда. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1984. – С. 14–21.
11. Излев А.М., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М. Техногенное разрушение почв и их воссоздание: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1998. – 68 с.
12. Ильичева Т.И. Первичные почвы рекультивируемых территорий: новый аспект генетического почвоведения // Докучаевское почвоведение 100 лет на службе сельского хозяйства. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. – С. 43–44.
13. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
14. Почвы ландшафтов Приморья (Рабочая классификация) / Н.М. Костенков [и др.]. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. – 2011. – 112 с.
15. Рекультивация техногенных ландшафтов и восстановление плодородия агрогенных почв: учеб. пособие / Н.М. Костенков [и др.]. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2010. – 102 с.
16. Костенков Н.М., Пуртова Л.Н. О формировании органического вещества почв техногенных ландшафтов и их классификация // Современные почвенные классификации и проблемы их региональной адаптации. – Владивосток: Изд-во Мор. гос. ун-та, 2010. – С.156–159.
17. Крупская Л.Т., Бабурин А.А., Саксин Б.Г. Методические подходы к оценке состояния экосистем в процессе горного производства // Научно-техническое обеспечение горного производства. – Алматы, 2004. – Т. 68. – Ч. 2. – С. 135–137.
18. Крупская Л.Т. Охрана и рациональное использование земель на горных предприятиях Приамурья и Приморья. – Хабаровск: ДВО РАН, 1992. – 175 с.
19. Крупская Л.Т., Растанина Н.К. Оценка риска для здоровья населения, связанного с загрязнением атмосферного воздуха в районе хвостохранилища ЦОФ Солнечного ГОКа. – М.: ГИАБ, 2007. – № 15. – С. 318–323.
20. Оценка трансформации экосистем под воздействием горного производства на юге Дальнего Востока / Л.Т. Крупская [и др.]. – Хабаровск: Изд-во ДВО РАН, 2001. – 192 с.
21. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. – М.: Колос, 1970. – 240 с.
22. Цытович Н.А. Механика грунтов. – М.: Высш. шк., 1973. – С. 280.
23. Шейн Е.В. Курс физики почв: учеб. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.