

материалы в конструкциях автомобильных дорог/ Труды СоюздорНИИ. –М., 1983. – С. 25-37.

3. Синтетические текстильные материалы в транспортном строительстве/ Под ред. В.Д. Казарновского – М.: Транспорт, 1984.

4. Алексеев С.А. Основы общей теории мягких оболочек: Сб.: Расчет транспортных конструкций. –М., 1966.

5. Трибунский В.М. Изолирующие прослойки лесовозных дорог. – М.: Лесная промышленность, 1986.

УДК 625.7.06

П. А. Лыщик, доцент; С. Ф. Марцинкевич, аспирант

### **АКТИВИРОВАННОЕ ШЛАКОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

In this article the basic questions on strengthening road soils are considered and ways of increase of bearing ability of the earth bases are offered.

Существующая сеть лесовозных автомобильных дорог лесозаготовительных и лесохозяйственных предприятий Республики Беларусь не обеспечивает ритмичной круглогодовой вывозки древесины из-за низкого ее качества. Ежегодный рост среднего расстояния вывозки леса, использование большегрузных автопоездов, увеличение объемов дорожного строительства и ремонта дорог ведут к увеличению использования качественных дорожно-строительных материалов. Однако строители автомобильных дорог обеспечены ими только на 50-60%. Удовлетворить потребности строителей автомобильных дорог можно путем использования нетрадиционных каменных материалов и пригодных для целей строительства промышленных отходов.

Большинство промышленных предприятий Республики, в том числе и дорожной отрасли, спроектированы и введены в эксплуатацию во времена поставок дешевых энергоресурсов и материалов. В настоящее время технологические процессы и оборудование таких предприятий ориентированы на форсированный выпуск продукции при низких капиталовложениях, что ведет к перерасходу энергоресурсов и накоплению отходов производства. Решению этих проблем сегодня в республике, как и в других странах, придается особенно важное значение.

Существует несколько общеизвестных путей энергосбережения: создание новых технологий; повышение к.п.д. оборудования; использование вторичных энергоресурсов (отходов производства) и другие.

На территории Республики Беларусь ежегодно накапливается более 20-22 млн. тонн промышленных отходов, в том числе глино-солевые шламы и твердые отходы обогащения калийной руды, фосфогипс, осадки сточных вод, отработанные формовочные смеси литейного производства, металлургические шлаки, гидролизный лигнин и другие. Они зачастую не находят

практического применения и складываются в отвалах и шлакохранилищах, занимая большие территории земель, в том числе ценных для сельского хозяйства, загрязняют окружающую среду.

Применение отходов в промышленном и гражданском строительстве не обеспечивает экологической безопасности, так как используемые материалы непосредственно контактируют с человеком и оказывают вредное воздействие на его организм. Несколько проще данная проблема находит решение в дорожном строительстве, так как в системе человек – автомобиль – дорога существует промежуточное звено между материалами дорожной конструкции и человеческим организмом. Поэтому дорожную конструкцию можно использовать при определенных условиях для захоронения некоторых крупнотоннажных отходов промышленности, попутно грамотно решая вопросы охраны окружающей среды.

Рассмотрим один из вариантов решения вопроса, связанного с инженерным обеспечением экологически безопасных технологий получения дорожно-строительных материалов с максимально целесообразным использованием вторичных энергоресурсов в их составе.

В Белорусском государственном технологическом университете разработан состав нового вяжущего на основе сталелитейного гранулированного шлака Белорусского металлургического завода. Это шлаковое вяжущее может применяться для укрепления грунтов при строительстве как лесных автомобильных дорог, так и дорог общего пользования. Как показали исследования образцов, марка такого вяжущего может быть достигнута 400 и более.

Состав нового вяжущего включает 60-80 % шлака, до 30 % портландцементного клинкера и 5-15 % сульфалоумосиликатной добавки (САСД), которая разработана учеными университета.

Таблица

## Оксидный состав некоторых шлаков

Оксид	Содержание для 27 шлаков Франции и Люксембурга в 1980г.			Шлак БМЗ
	Среднее	Минимальное	Максимальное	
SiO <sub>2</sub>	33,48	31,96	37,29	18,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,29	10,26	16,01	7,46
CaO	42,24	37,92	44,38	42,70
MgO	5,99	3,63	8,66	7,80
SO <sub>3</sub>	0,04	0	0,19	0,3
TiO <sub>2</sub>	0,55	0,49	0,65	
K <sub>2</sub> O	0,70	0,44	0,98	
Na <sub>2</sub> O	0,39	0,25	0,50	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0	0,34	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				18,09
Другие				2-3%Fe

Шлак - промышленные отходы сталелитейного производства (табл.). Его выход по Белорусскому металлургическому заводу составляет более 20 тыс. тонн ежемесячно. В первоначальном виде он обладает некоторыми вяжущими свойствами, которые можно улучшить за счет его измельчения и активации добавками. Шлак составляет основу шлакового вяжущего. Портландцементный клинкер предназначен для получения требуемой прочности. Для активации основного компонента (шлака), являющегося малоактивным с точки зрения вяжущих свойств веществом, используется сульфалоюмосиликатная добавка (САСД). Добавка представляет собой спек, полученный при низкотемпературном обжиге сырьевой смеси, включающей фосфогипс, глины различного состава и при необходимости мел. Активация малоактивных составляющих шлака происходит, с одной стороны, за счет извести, выделяемой при гидратации портландцементного клинкера, а с другой – за счет сульфатной и сульфоминеральной активации, обусловленной минералогической основой САСД. Минералогическая основа САСД включает: ангидрит, сульфалоюмосиликат и сульфосиликат кальция, аморфный кремнезем, обеспечивающие связывание части извести, что приводит к образованию высокопрочных гидросиликатов кальция. Кристаллы данных соединений имеют игольчатую, волокнистую, пластинчатую формы, что обеспечивает образование прочного кристаллического каркаса цементного камня. Это и обуславливает повышенную прочность данного материала по сравнению с неактивированным шлаковым вяжущим.

Испытания образцов из цементогрунта, укрепленного новым вяжущим, показали, что полученный материал может применяться для устройства слоев оснований и нижних слоев дорожной одежды. В качестве укрепляемого материала был взят песок мелкий как наиболее широко распространенный дорожно-строительный материал в Республике Беларусь. Кроме того, по результатам испытания образцов следует отметить быстрый набор прочности укрепляемого материала. Так, на седьмые сутки затворения водой она составила 70 % марочной прочности. Данный показатель особенно важен при строительстве дорог, так как позволяет сократить время между окончанием дорожно-строительных работ и вводом в эксплуатацию новых дорожных конструкций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бусел А.В. Инженерная экология дорожно-строительных материалов. Мн.: Універсітэцкае, 1997.
2. Тейлор Х. Химия цемента/ Пер. с англ. М.: Мир, 1996.