

Использование сельскохозяйственных и промышленных отходов в дорожном строительстве

Кузьмич Д. В., студент 3-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Мытько Л.Р., профессор)
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Основной целью исследования является оценка целесообразности использования сельскохозяйственных и промышленных отходов в качестве добавки для улучшения свойств грунтов, чтобы сделать их пригодным для дорожного строительства. Исследование описывает реакцию грунта, смешанного с промышленными отходами, такими как: летучая зола, зола рисовой шелухи и зола багассы, а также зола рисовой соломы из сельскохозяйственных отходов для повышения несущей способности грунтов.

Индия производит огромное количество различных видов отходов промышленных предприятий и сельского хозяйства. Эти отходы, если они не будут правильно храниться, могут представлять опасность и загрязнять окружающую среду. Количество образующихся отходов увеличивается с увеличением численности населения. А так как некоторые отходы не разлагаются или разлагаются достаточно долго - они накапливаются. Одно из решений этого вопроса заключается в переработке отходов в полезные продукты. Исследования в области новых и инновационных видов использования отходов постоянно развиваются. В Индии в настоящее время проводятся исследования по изучению потенциала использования некоторых местных отходов в дорожном строительстве.

Грунт

Для этого исследования используют глинистый грунт. Оптимальное содержание влаги 17%. Плотность 1.71 г/см³. Предел текучести 46%. Предел пластичности 21%. Индекс пластичности 25. Классификация грунта – глина.

Летучая зола

Летучая зола, использованная в исследовании, была доставлена с Национальной тепловой электростанции, расположенной в Газиабаде. Химические, физические и технические свойства золы зависят

от типа и источника используемого угля, способа и степени подготовки угля, очистки и измельчения, типа и работы энергоблока, сбора золы, методов обработки и хранения и т.д. Таким образом, свойства летучей золы варьируются от растения к растению и даже внутри одного и того же растения. Физические и химические свойства золы -уноса, проверенные в лабораторных условиях, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Свойства летучей золы

Свойства	Величина	Составляющие	% от веса
Удельный вес	2.24	SiO ₂	58.78
Предел текучести	47	Fe ₂ O ₃	9.31
Предел пластичности	Не пластична	Al ₂ O ₃	26.92
Максимальная сухая плотность (г/см ³)	1.4	CaO	1.77
		MgO	0.68

Зола багассы

Зола багассы, использованная в исследовании, была привезена с сахарного завода Уттама, Деобанд, недалеко от Рурки. Зола была получена при температуре котла 750-800 °С. Зола багассы, произведенная на заводе, составляла около 2-2,5 % жмыха, используемого в котле. Физические и химические свойства, проверенные в лабораторных условиях, приведены в таблице 2.

Таблица 2. Свойства золы багассы

Свойства	Величина	Составляющие	% от веса
Удельный вес	2.38		
Предел текучести	41	SiO ₂	65.27
Предел пластичности	Не пластична	Al ₂ O ₃	3.11
Оптимальное содержание влаги (%)	48	Fe ₂ O ₃	2.1
Максимальная плотность (г/см ³)	1.27	CaO	11.16
Реакционная способность извести (кг/см ²)	32	MgO	1.27

Зола рисовой шелухи

Зола рисовой шелухи представляет собой преимущественно кремнистый материал, полученный после сжигания рисовой шелухи в котле или на открытом огне. Испытание на реактивность извести,

проведенное на этой золе, показывает, что полностью сгоревшая известь проявляет большую реактивность. Эти отходы, обладающие пуццолановыми свойствами, могут быть использованы для стабилизации дорожного строительства. Для этого исследования, зола была получена из Пэдди Милла, Рурки. Она была мелкозернистая кремнистая по своей природе, легкая и серого цвета. Физические и химические свойства, проверенные в лаборатории, приведены в таблице 3.

Таблица 3. Свойства золы рисовой шелухи

Свойства	Величина	Составляющие	% от веса
Удельный вес	2.17		
Предел текучести	78	SiO ₂	72.2
Предел пластичности	Не пластична	Al ₂ O ₃	5.4
Оптимальное содержание влаги (%)	75	Fe ₂ O ₃	2.1
Максимальная плотность (г/см ³)	1.9	CaO	4.1
Реакционная способность извести (кг/см ²)	25	MgO	1.7

Зола рисовой соломы

Используемая зола из рисовой соломы была получена с сельскохозяйственного поля Рурки. Удельный вес составлял 1,81, а цвет светло-серый. Физические и химические свойства, проверенные в лаборатории, приведены в таблице 4.

Таблица 4. Свойства рисовой соломы

Физические свойства		Химические свойства	
Свойства	Значения	Составляющие	% от веса
Удельный вес	1.81		
Предел текучести	-	SiO ₂	62.75
Пластиковый предел	-	Al ₂ O ₃	2.4

Оптимальное содержание влаги (%)	64	Fe ₂ O ₃	24.18
Максимальная сухая плотность (г/см ³)	1.3	CaO	2.76
Реакционная способность извести (кг/см ²)	28	MgO	5.12

Лабораторные исследования и их результаты

Влияние золы багассы, летучей золы, золы рисовой шелухи и золы рисовой соломы на геотехнические характеристики различных типов грунтов было исследовано путем проведения различных лабораторных испытаний, а именно: предел усадки, стандартный тест проктора и калифорнийского коэффициента (CBR). Испытания проводились для различных комбинаций смесей грунт-летучие золы, грунт-зола багассы, грунт-зола рисовой шелухи и грунт-зола рисовой соломы. В исследовании метод ручного смешивания был использован намеренно, чтобы лучше имитировать работу в полевых условиях. Первоначально грунт земляного полотна был высушен и должным образом измельчен с помощью шпателя, чтобы освободить грунт от комков. Для смесей летучей золы, она смешивалась с грунтом земляного полотна постепенно возрастая в значениях с 5% до 35 %. Аналогичная процедура была принята для смесей грунт-зола багассы, грунт-зола рисовой шелухи и грунт-зола рисовой соломы. Для обеспечения надлежащего перемешивания сначала на смесительный лоток был нанесен слой грунта земляного полотна, поверх которого был нанесен слой летучей золы; смешивание производилось с одного конца, чтобы тщательно перемешать все материалы. Этот шаг повторялся еще пять-шесть раз, пока смеси не станут однородными. Для всех смесей выполнялись одинаковые операции смешивания.

Испытание на предел усадки

Усыхание противоположно набуханию почвы. Почва набухает с увеличением содержания влаги и будет сжиматься с уменьшением содержания влаги. Усадка грунта может привести к серьезным повреждениям фундамента конструкции. Когда грунт более влажный, чем предел усадки, он полностью насыщен, но, когда он более су-

хой, грунт становится ненасыщенным. Грунт меняется на более светлый цвет из-за того, что в порах нет воды. Фактически, объем продолжает уменьшаться при сушке за пределами усадки, когда грунт высыхает ниже предела пластичности, он сжимается и становится хрупким, пока, наконец, все частицы не соприкоснутся, и грунт не сможет сжиматься дальше. Эта точка называется пределом усадки. На рис. 1 показано изменение предела усадки в отношении образца грунта при смешивании золы багассы, летучей золы, золы рисовой шелухи и золы рисовой соломы.

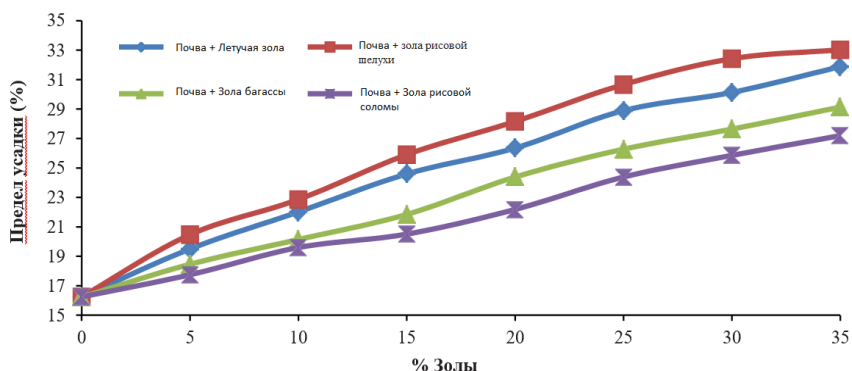


Рис. 1. Предел усадки для смешенного грунта

Добавление золы багассы, летучей золы, золы рисовой шелухи и золы рисовой соломы значительно увеличивает пределы усадки. Это увеличение было более выраженным для летучей золы, золы рисовой шелухи, смешанных с образцами почвы.

Выводы

Заметное улучшение пределов усадки наблюдалось для грунта, смешанного с летучей золой, золой багассы, золой рисовой шелухи и золой рисовой соломы. Это улучшение было более выраженным при смешивании грунта с 30 % золы рисовой шелухи.

Добавление летучей золы, золы багассы, золы рисовой шелухи и золы рисовой соломы привело к более высокому оптимальному содержанию влаги по мере увеличения дозировок стабилизаторов. Основываясь на настоящем исследовании, все стабилизаторы, а

именно летучая зола, зола багассы, зола рисовой шелухи и зола рисовой соломы достигают оптимальной прочности после 28-дневного периода твердения. Предполагается, что они могут быть использованы в качестве эффективного стабилизатора грунта, если имеются запасы в большом количестве. Результаты основаны только на лабораторных исследованиях, и поэтому дополнительно рекомендуется испытание этих материала в полевых условиях в реальных проектах строительства автомобильных дорог.

Литература

1. Basha, E. A., Hashim, R., Mahmud, H. B. and Muntohar, A. S. (2005). Stabilization of residual soil with rice husk ash and cement. *Construction and Building Materials*, Vol. 19, 448-453.
2. Cordeiro, G. C., Toledo Filho, R. D., Fairbairn, E. M. R. (2009). Effect of calcinations temperature on the pozzolanic activity of sugar cane bagasse ash. *Construction and Building Materials*. Vol. 23, 3301-3303.