

МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РСФСР

Государственный дорожный проектно-изыскательский
и научно-исследовательский институт

ГИПРОДОРНИИ

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ
ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Вводятся впервые)

Москва 1979

МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РСФСР

Государственный дорожный проектно-изыскательский
и научно-исследовательский институт

ГИПРОДОРНИИ

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ
ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Вводятся впервые)

Утверждены Минавтодором
РСФСР

Протокол № 4 от 3.1У.79

Москва 1979

ПРЕДЛОЖЕНИЯ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ
ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И
МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ответственный за выпуск А.С.Пополов
Редактор Б.А.Төрнитэ
Корректор В.Н.Капусткина

Л - 61640	Подписано в печать 25 06.79.
Заказ № 146	Объем 1,8 п.л. Тираж 530 экз.
Бесплатно	

Ротапринт ЦЕНТИ Минавтодора РСФСР

МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РСФСР

Государственный дорожный проектно-изыскательский
исследовательский институт

ГИПРОДОРНИИ

П Р Е Д Л О Ж Е Н И Я

ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ
ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Вводятся впервые)

Утверждены Минавтодором
РСФСР

Протокол № 4 от 3.1У.79

Москва 1979

ПРЕДИСЛОВИЕ

Использование промышленных отходов и местных материалов для производства неорганических вяжущих веществ, которые могут частично заменить цемент в дорожном строительстве, является актуальной задачей. В Гипродорнии в течение ряда лет проводятся исследования по разработке вяжущих веществ на основе гранулированных топливных шлаков и других материалов, разработаны "Рекомендации по использованию шлаков тепловых электростанций" РСФСР при строительстве автомобильных дорог" (1974).

С 1976 г. по заданию Минавтодора РСФСР в соответствии с единым координационным планом при участии Гипродорнии, ряда его филиалов, а также других организаций ведутся широкие исследования по разработке неорганических вяжущих веществ из отходов промышленности и местных материалов для основных регионов РСФСР. По результатам исследований в 1976 г. подготовлены "Предложения по использованию местных материалов и отходов промышленности при производстве неорганических вяжущих на основе зол и шлаков ТЭС, металлургических шлаков, отходов промышленности и др." В которых рекомендовано для дорожного строительства в различных регионах РСФСР II вида вяжущих веществ.

В "Предложениях" приведены материалы по вновь разработанным организациями - участниками координационного плана - вяжущим на основе нефелиновых шламов, пыли уноса цементных заводов, гранулированным доменными шлаками и др. С целью подготовки в 1980 г. "Рекомендаций" по использованию в дорожном строительстве неорганических вяжущих веществ на основе отходов промышленности и местных материалов", в настоящих "Предложениях" объединены материалы исследований 1976 и 1977 гг.

В разработке "Предложений" приняли участие канд. техн. наук А.С. Пополов, инженеры О.Н. Кондратьева, И.А. Пяткина (Гипродорнии), канд. техн. наук Ю.М. Сухоруков

(Ростовский – на– Дону филиал Гипродорнии) , канд. техн. наук В.П. Шлепкин (Саратовский филиал Гипродорнии), инженеры В.В.Сиротюк, В.Г. Степанец (СибАДИ) , канд. техн. наук Г.М. Тарнаруцкий (НИИЦемент), канд. техн. наук Л.Е.Тилевич (Гипродорнии).

Составитель и ответственный за выпуск канд. техн. наук А.С.Пополов.

Заместитель директора Гипродорнии по научной работе доцент , канд. техн. наук
А.П. Васильев

Замечания и предложения направлять по адресу : 109080.
Москва, набережная Мориса Тореза, 34 .
Гипродорнии, отдел дорожно– строительных материалов.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Разработанные и предлагаемые для строительства автомобильных дорог вяжущие относятся к неорганическим гидравлическим вяжущим веществам, которые способны гидратироваться при затворении водой, образуя пластичное тесто, и со временем превращаться в искусственный камень в водных, воздушно-влажных и воздушно-сухих условиях.

2.2. Минералогический и структурно-фазовый состав местных вяжущих разнообразен и зависит от входящих в них минеральных компонентов. В большинстве случаев эти вяжущие отличаются от известных разновидностей портландцемента замедленным твердением и значительным увеличением прочности в 90– и 180-суточном возрасте по сравнению с прочностью в стандартный срок испытания 28 суток.

2.3. По виду основного сырья все исследуемые вяжущие можно разделить на следующие группы:

- а) на основе зол и шлаков тепловых электростанций;
- б) на основе металлургических шлаков;
- в) на основе отходов химической промышленности;
- г) на основе отходов керамической и цементной промышленности;
- д) на основе природного сырья.

2.4. Территориальное размещение и производительность установок по производству неорганических вяжущих на основе двух и более видов отходов промышленности или местных материалов должно быть обосновано технико-экономическим расчетом в каждом отдельном случае с учетом местных условий.

2.5. Свойства вяжущих исследовались при положительных температурах. Для применения вяжущих в дорожных конструкциях при низких положительных и отрицательных температурах требуются дополнительные исследования.

2.6. Данные "Предложения" предназначены для выбора сырья в зависимости от места его расположения, качества и других региональных условий, определения области применения вяжущих и подбора составов дорожно-строительных материалов, отвечающих требованиям соответствующих нормативных документов.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ВЯЖУЩИМ И МЕТОДЫ ИХ ИСПЫТАНИЙ

3.1. К гидравлическим вяжущим на основе местных материалов и отходов промышленности, предназначенным для строительства и ремонта автомобильных дорог, предъявляются следующие требования:

- а) по марке;
- б) по пластичности раствора из смеси вяжущего с нормальным песком состава 1:3 при определении марки;
- в) по равномерности изменения объема при твердении;
- г) по срокам схватывания;
- д) по тонкости помола.

3.2. Вяжущие должны иметь марку не ниже 100.

Марка вяжущего определяется пределом прочности при изгибе образцов-балочек размером 40х40х160 мм и сжатии их половинок из раствора состава 1:3 (по массе) с нормальным песком, изготовленных в соответствии с требованиями ГОСТ 310-76 и испытанных через

90 суток после изготовления. До испытаний образцы хранят в воде или в воздушно-влажных условиях при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 90–100%.

3.3. Образцы балочки и их половинки при испытании должны иметь прочность при изгибе и сжатии не ниже величин, указанных в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Марки вяжущих веществ

Наименование показателей	Сроки испытаний в сутках	М а р к и				
		100	200	300	400	500
Предел прочности при сжатии образцов, кгс/см ² , не менее	28	50	100	150	200	250
	90	100	200	300	400	500
Предел прочности при изгибе образцов, кгс/см ² , не менее	28	10	15	20	25	30
	90	20	25	35	45	55

3.4. Пластичность раствора характеризуется расплывом стандартного конуса раствора из смеси вяжущего с нормальным песком в соотношении 1:3, который должен быть в пределах 105–110 мм после 30 встряхиваний на встряхивающем столике.

3.5. Вяжущие при испытании образцов-лепешек кипячением в воде должны показывать равномерность изменения объема. Испытания производят по ГОСТ 310–76 с следующими изменениями: перед кипячением образцы хранят в ваннах с гидравлическим затвором до образования цементного камня (для медленно твердеющих вяжущих – более 24 часов).

3.6. Начало схватывания для всех вяжущих должно наступать не ранее 2-х часов от начала затворения, конец схватывания – не ранее 6–8 часов (испытание по ГОСТ 310–76).

3.7. Тонкость помола вяжущих следует определять по двум показателям: удельной поверхности в см²/г и остатку на сите № 008 в % (ГОСТ 310–76). Оптимальная удельная поверхность долж-

на устанавливаться для каждого вида вяжущего. Остаток на сите №008 не должен превышать 15% .

3.8. Нормальная густота цементного теста характеризуется количеством воды затворения , выраженным в процентах от массы вяжущего (определение - по ГОСТ 310- 76).

3.9. Удельный вес и объемную насыпную массу вяжущих определяют по ГОСТ 310-76

3.10. Морозостойкость и стойкость при попеременном увлажнении и высушивании цементного камня следует определять в соответствующих материалах(мелкозернистый и обычный бетон, укрепленные грунты и обломочные материалы). Долговечность материалов характеризуется коэффициентом стойкости после определенного количества циклов соответствующих испытаний .

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

4.1. Для приготовления неорганических вяжущих, согласно настоящим "Предложениям", рекомендуется использовать золы и шлаки ТЭС, образующиеся при сжигании экибастузских и кузнецких и других видов угля , доменные гранулированные, ферромарганцевые и ваграночные металлургические шлаки, нефелиновые шламы, природные материалы (кварциты, известняки, песчаники , опоки) , отходы керамической промышленности (керамзит) и отход цементной промышленности (цементная пыль уноса).

4.2. Нефелиновый шлам является отходом производства алюминия . Он содержит 70-85 % цементного минерала белита ,обуславливающего нарастание прочности вяжущего на его основе.

4.3. Экибастузский уголь поставляется на 17 крупнейших электростанций городов Сибири и Казахстана. Зольность угля-40%. Объем запасов золы и шлака -2100 тыс. т.

Вследствие высокой зольности угля Экибастузского месторождения и большого объема золы-уноса в продуктах сжигания топлива последняя рекомендуется для производства неорганических вяжущих веществ.

Зола-уноса экибастузских углей представляет собой тонкодисперсный порошок серого цвета, однородный по составу. Зола содержит 33% стеклофазы. В золе содержится до 50% глинистого вещества от слабо аморфизированного до аморфизированного.

Угли Кузбаса используются на огромной территории страны от Урала до Красноярского края, на них работают тепловые электростанции Кемеровского, Новосибирского, Томского и других экономических районов. Золошлаковый материал от сжигания кузнецких углей на 90% представлен стеклофазой. Кристаллическая фаза неоднородна и представлена рядом малоактивных минералов.

4.4. Для производства неорганических вяжущих веществ предусматривается использовать золы, шлаки и золошлаковые смеси, образующиеся от сжигания донецкого антрацитового угля на ряде ТЭС и ГРЭС юга РСФСР.

4.5. Для производства вяжущих веществ рекомендуется использовать золошлаковые отходы Тольяттинской ТЭЦ (Куйбышевская обл.). Содержание гранулированного шлака в составе смеси - 20-30%.

4.6. Доменные металлургические шлаки представляют собой отход производства Орско-Халиловского металлургического комбината на Южном Урале.

Ваграночные металлургические шлаки отличаются от доменных шлаков более высоким содержанием стеклофазы. В СССР выпускается 1,5 млн. т в год гранулированных металлургических шлаков ваграночного производства.

4.7. Для производства шлакощелочных вяжущих веществ в условиях Западного Урала рекомендуется использовать

гранулированные доменные шлаки Чусовского завода (Пермская обл.).

Для производства шлакощелочных вяжущих в условиях Урала и Западной Сибири рекомендуется использовать гранулированные доменные шлаки Карагандинского, Челябинского и Магнитогорского металлургических комбинатов.

4.8. Для получения неорганических вяжущих веществ рекомендуется использовать пыль уноса цементных заводов Поволжья-Себряковского (Болгоградская обл.), Новотроицкого (Оренбургская обл.) и Новоульяновского (Ульяновская обл.). На других указанных предприятиях выход цементной пыли не учитывается.

4.9. Угхимический состав отходов промышленности и местных материалов, используемых в качестве основного сырья для производства неорганических вяжущих, представлен в табл. 4.1.

4.10. В качестве активизаторов твердения рекомендуется использовать следующие материалы: портландцемент марок 300-500, отвечающий требованиям ГОСТ 10178-76, хлористый кальций и сульфитно-дрожжевую бражку, отвечающие требованиям соответствующих стандартов: ГОСТ 450-77 - хлорид кальция (кальций хлористый) технический; МРТУ 13-64-35-66 "Концентраты сульфитно-дрожжевой бражки".

4.11. Зола уноса для приготовления местных вяжущих веществ должны удовлетворять следующим требованиям:

- а) содержание сернистых и сернокислых соединений (в пересчете на SO_3) - не более 3%;
- б) потери в массе при прокаливании - не более 5%;
- в) удельная поверхность - не менее $3000 \text{ см}^2/\text{г}$.

4.12. Для приготовления вяжущих могут быть использованы шлаки, образующиеся при сжигании различных видов угля в котлах ТЭС, в которых шлаковый расплав охлаждается водой (гранулированные топливные шлаки).

Шлаки должны удовлетворять требованиям, приведенным в

Таблица 4.1

Химический состав отходов промышленности и местных материалов

Группа	Наименование материала	Содержание сухого вещества, %												п.п.п.
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	MnO	CaO	MgO	SO_3	S	K_2O	Na_2O	
Шлаки и золы ТЭС	экибастузская зола	53,97	26,36	8,5	-	-	-	2,52	0,82	0,65	-	-	-	3,72
	кузнечская зола	53,47	22,42	7,95	-	-	-	5,31	1,98	0,8	-	-	-	10,12
	кузнечский шлак	55,0	12,3	18,26	-	-	-	7,75	2,23	0,60	-	-	-	0,59
	золослаковые отходы ТЭС юга РСФСР:													
	зола	50-52	20-22	11-18	-	-	-	3-6	1-2	1	-	4-5	-	10-32
	шлак	44-50	21-22	16-19	-	-	-	6-8	2-3	0,2-0,5	-	5-6	-	0-1
	золо-шлаковая смесь	46-51	20-21	16-18	-	-	-	5-6	1-2	0,5-0,9	-	4-5	-	13-20
	золослаковые отходы Тольяттинской ТЭС:													
	золошлаковая смесь	60	16,6	9,50	-	-	-	4,1	1,7	-	0,01	-	-	2,11
	гранулированный шлак Чусовского завода	62,3	19,0	6,6	-	-	-	4,2	1,8	-	0,05	-	-	2,03
Металлургические шлаки	доменный	39,6	8,4	0,94	-	0,6	0,11	45,6	3,2	-	0,9	-	-	-
Природные материалы	ваграночный	41,3	12,3	0,9	4,95	0,72	0,31	31,8	0,67	сл	0,25	0,56	0,38	4,4
	кварцит	96,05	1,75	0,8	-	-	-	0,5	0,06	0,8	-	-	-	0,1
	известняк плотный	10,04	2,3	1,4	-	-	-	45,9	1,49	0,3	-	-	-	38,2
	известняк пористый	36,0	3,1	5,91	-	-	-	27,7	2,19	0,31	-	-	-	24,5
	песчанник	64,0	16,02	8,7	-	-	-	3,6	1,6	0,2	-	-	-	5,18
	опока	81,76	6,67	4,35	-	-	-	2,04	1,16	сл	-	0,24	1,5	2,51
Прочие отходы	цементная пыль	15,73	2,66	1,78	0,5	0,16	-	46,51	0,67	4,08	сл	1,92	0,4	2,52
	аглопорит	68,44	11,77	5,3	-	-	-	9,73	2,19	0,16	-	-	-	1,6
Металлургические шлаки	Магнитогорского комбината	39-40	12-13	0,3-0,4	-	-	0,9	33-35	9-11	-	-	-	-	-
	Челябинского завода	39-40	12-15	0,3-0,4	-	-	0,8-1,0	32-36	8-10	-	-	-	-	-

таблице 4.2.

Таблица 4.2

Требования к топливным шлакам

Показатели	Кислые шлаки	Сверхкислые шлаки
Модуль основности	0,6	0,6
Модуль активности, не менее	0,15	0,25
Содержание сернистых и сернокислых соединений (в пересчете на SO_3), %, не менее	3	3
Потери при прокаливании, %, не более	I	I

4.13. Для приготовления вяжущих могут быть использованы высокоактивные и активные шлаки черной металлургии (ваграночные, сталеплавильные и др.).

Шлаки считают высокоактивными, если после испытания образцов в соответствии с ГОСТ 3344-73 предел их прочности при сжатии будет более 50 кгс/см². Если предел прочности образцов при сжатии будет 25-50 кгс/см², шлаки считают активными.

4.14. Для приготовления вяжущих используют шлаки, устойчивые против всех видов распада в соответствии с требованиями и методикой испытаний по ГОСТ 3344-73.

4.15. Для приготовления вяжущих веществ используют аглопоритовый щебень или отходы дробления аглопоритового щебня, представляющий собой искусственный пористый материал, получаемый при термической обработке силикатного сырья методом агломерации.

4.16. Потери в весе при прокаливании аглопоритового сырья должны быть не более 3%.

4.17. Потери в весе при определении стойкости аглопоритового сырья против силикатного распада должны быть не более 8%, а против железистого распада - не более 5%.

4.18. Для приготовления вяжущих веществ применяют керамзитовый гравий или отходы дробления керамзитового гравия, представляющего собой искусственный пористый материал, который получают вспучиванием при обжиге силикатных пород.

4.19. Керамзитовое сырье не должно содержать известковых и других включений, вызывающих потерю в массе при капячении более 5%.

4.20. Общее содержание в керамзитовом сырье сульфатных соединений в пересчете на SO_3 не должно быть более 3%, в том числе содержание водорастворимых сульфатных соединений в пересчете на SO_3 — не более 1%.

Содержание в керамзитовом сырье сульфидных соединений в пересчете на SO_3 не должно быть более 1%.

4.21. Для приготовления вяжущих веществ применяют местные каменные материалы и отходы дробления всех групп горных пород, удовлетворяющие требованиям СНиП Ц-2-70.

5. СОСТАВ И СВОЙСТВА ВЯЖУЩИХ

5.1. Физико-механические характеристики неорганических вяжущих на основе золошлаковых материалов и цементной пыли представлены в таблицах 5.1 и 5.2.

Вяжущие всех составов имеют повышенную прочность при изгибе.

Для повышения активности зольных и шлаковых вяжущих рекомендуется увеличивать тонкость помола до $5000 \text{ см}^2/\text{г}$.

5.2. Физико-механические характеристики неорганических вяжущих на основе нефелинового шлама и металлургических шлаков представлены в таблицах 5.3 и 5.4.

5.3. Физико-механические характеристики неорганических вяжущих на основе естественных материалов и отходов керамической промышленности представлены в таблицах 5.5 и 5.6.

Таблица 5.1

Свойства вяжущих на шлаках и золах ТЭС

Вид сжигаемого угля	Состав в % по массе				Удельная поверх- ность, см ² /г	Нормаль- ная гус- тота, %	Сроки схватывания, час-мин		Равномер- ность из- менения в объеме
	шлак	зола	зола- шлако- вая смесь	порт- ланд- цемент			начало	конец	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кузнецкий	70	—	—	30	3200	29	6-30	9-45	выдерж.
	70	—	—	30	3600	30	6-45	9-45	—"
	80	—	—	20	3250	29	7-15	10-30	—"
	80	—	—	20	3680	30	7-45	11-00	—"
	—	50	—	50	3500	37	6-45	9-45	—"
	—	50	—	50	4500	39	6-30	10-30	—"
	—	50	—	50	5500	38	7-35	12-15	—"
	—	70	—	30	3500	43	7-55	11-30	—"
	—	70	—	30	4500	45	8-05	12-55	—"
	—	70	—	30	5500	45	9-00	13-10	—"
	—	50	—	50	2100	47	7-55	10-55	—"
	—	50	—	50	2900	59	10-05	14-45	—"
	—	50	—	50	4550	48	9-15	13-30	—"
	—	70	—	30	2100	60	9-05	14-15	—"
Экибастузский	—	70	—	30	2900	62	11-30	15-05	—"
	—	70	—	30	4550	62	11-15	15-30	—"
	—	85	—	15	5000	28	3-20	4-35	—"
	—	85	—	15	5000	28	3-20	4-35	—"
Донецкий (ТЭС и ГРЭС Юга РСФСР)	—	85	—	15	5000	28	3-20	4-35	—"

Продолжение табл. 5.1

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Донецкий (ТЭС и ГРЭС Юга РСФСР)	85	—	—	15	5000	28	4-05	4-45	—"
	—	—	85	15	5000	28,5	4-15	6-55	—"
Донецкий (Тольяттинская ТЭЦ)	—	—	90	10	5000	23,8	2-30	5-50	—"
	—	—	80	20	5000	29,5	3-00	6-25	—"
			90	10*	5000	29,5	4-50	14-50	—"
	80	—	—	20	5000	30,88	2-55	6-20	—"
Цементная пыль уноса Новотроицкого завода (100%)	—	—	—	—	5000	33,25	10-00	48-00	—"

* Известь-пушенка II сорта, негашеная.

Свойства вяжущих на шлаках и золах ТЭС

Вид сжигаемого угля	Состав в % по массе				Удельная поверх- ность, см ² /г	Прочность, кг/см ² , через, сутки				Марка	
	шлак	зола	золо- шлако- вая смесь	порт- ланд- цемент		при сжатии		при изгибе			
						28	90	28	90		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	IC	II	
Кузнецкий	70	-	-	30	3200	I39	210	39	52	200	
	70	-	-	30	3600	I02	I39	29	40	I50	
	80	-	-	20	3250	I62	225	30	56	200	
	80	-	-	20	3680	I27	I79	25	40	I50	
	-	50	-	50	3500	220	271	37	60	250	
	-	50	-	50	4500	235	300	41	61	300	
	-	50	-	50	5500	247	389	42	65	350	
	-	70	-	30	3500	II5	I65	26	52	I50	
	-	70	-	30	4500	75	I70	23	50	I50	
	-	70	-	30	5500	I82	245	34	54	200	
	Экибастузский	-	50	-	50	2100	I78	264	37	55	250
		-	50	-	50	2900	240	333	64	69	300
-		50	-	50	4550	282	399	72	77	400	
-		70	-	30	2100	71	I09	20	41	I00	
-		70	-	30	2900	I06	I40	21	45	I00	
-		70	-	30	4550	II2	I78	23	50	I50	

Продолжение табл. 5.2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Донецкий (ТЭС и ГРЭС Юга РСФСР)	-	85	-	15	5000	50	76	11	24	75
	85	-	-	15	5000	49	75	15	23	75
	-	-	85	15	5000	51	76	22	24	75
Донецкий (Толь- яттинская ТЭЦ)	-	-	90	10	5000	43	68	11	16	50
	-	-	80	20	5000	63	156	24	34	100
	-	-	90	10*	5000	59	64	18	21	50
	80	-	-	20	5000	72	139	22	29	100
Цементная пыль уноса Новостро- ицкого завода (100%)	-	-	-	-	5000	55	58	32	39	50

* Известь-пушенка II сорта, негашеная.

Таблица 5.3

Свойства вяжущих на металлургических шлаках

Вид шлака	Состав в % по массе						Удель- ная по верх- ность, см ² /г	Нормаль- ная гус- тота, %	Сроки схватывания час-мин		Равномер- ность из- менения в объеме
	шлак	цемент	цемент- ная пыль	опока	сверх 100%				начало	конец	
					ХК	СЛБ					
Доменный	90	10	—	—	—	—	4780	25,5	2-05	5-50	выдерж.
	80	20	—	—	—	—	4560	25	2-20	6-40	—"
	80	—	20	—	—	—	5000	25,5	3-20	5-05	—"
	70	—	30	—	—	—	5000	26,25	3-15	9-15	—"
Доменный, гра- ну лированный	85-92*	—	—	—	—	—	3000	0,25- 0,40	0,3- 1,35	0,5- 5,5	—"
Ваграночный	50	20	30	—	—	—	3600	25	6-00	7-50	—"
	50	20	30	—	3	0,25	3600	24	5-40	6-30	—"
	60	10	—	30	—	0,25	6500	45	2-30	6-50	—"
	60	10	—	30	3	0,25	6500	42	2-00	6-20	—"
	—	10	60	30	—	0,25	7100	45	3-15	6-00	—"
	—	10	60	30	3	0,25	7100	42	2-45	5-30	—"
Нефелиновый шлак	90	10	—	—	—	—	7000	25-75	1-05	2-05	выдерж.

Примечание: ХК — хлористый кальций, СЛБ — сульфитно-дрожжевая бражка,

8-15% щелочной активизатор

Таблица 5.4

Свойства вяжущих на металлургических шлаках

Вид шлака	Состав в % по массе						Удельная по- верхно- сть, см ² /г	Прочность, кг/см ² , через сутки				Мар- ка
	шлак	цемент	цемент- ная пыль	опоска	сверх 100%			при сжатии		при изгибе		
					ХК	СДБ		28	90	28	90	
Доменный	90	10	—	—	—	—	4760	164	178	60	66	150
	80	20	—	—	—	—	4560	197	218	70	76	200
	80	—	20	—	—	—	5000	47	54	28	31	50
	70	—	30	—	—	—	5000	55	58	32	39	50
	85-92*	—	—	—	—	—	3000	200- 400	300- 500	30-50	35-55	200- 400
Ваграночный	50	20	30	—	—	—	3600	202	208	33	42	200
	50	20	30	—	3	0,25	3000	246	307	35	61	300
	60	10	—	30	—	0,25	6500	101	116	19	23	100
	60	10	—	30	3	0,25	6500	131	158	28	31	150
	—	10	60	30	—	0,25	7100	126	155	26	37	150
	—	10	60	30	3	0,25	7100	187	222	38	42	200
Нефелиновый шлак	90**	10	—	—	—	—	7000	95	137	33	40	100

Примечание: ХК — хлористый калий, СДБ — сульфитно-дрожжевая бражка, *8-15% щебеночно-го активизатора, **4% гипса сверх 100%. В вяжущее на основе ваграночных шлаков рекомендуется вводить поверхностно-активную добавку для повышения активности.

Таблица 5.5

Свойства вяжущих на основе естественных материалов

Группа	Наименование основного компонента	Состав в % по массе		Удельная поверх- ность, см ² /г	Нормаль- ная гус- тота, %	Сроки схватывания, час-мин		Равномер- ность из- менения в объеме
		порода	цемент			начало	конец	
Естественные материалы	известняк плотный	70	30	5000	25	4-06	6-22	выдерж.
	известняк пористый	70	30	5000	22,5	3-58	5-09	—"
	песчаник	70	30	5000	31	4-40	6-23	—"
	кварцит	85	15	5000	30	4-10	6-10	—"
	кварцит	80	20	5000	29	3-20	5-40	—"
Керамические отходы	аглопорит	80	15	5000	29,5	4-04	6-57	—"
	аглопорит	80	20	5000	29	3-55	6-05	—"

Таблица 5.6

Свойства вяжущих на основе естественных материалов

Группа	Наименование основного компонента	Состав в % по массе		Удельная поверх- ность, см ² /г	Прочность, кг/см ² , через сутки				Марка
		порода	цемент		при сжатии		при изгибе		
					28	90	28	90	
Естественные материалы	известняк плотный	70	30	5000	56	105	22	28	100
	известняк пористый	70	30	5000	61	110	21	27	100
	песчаник	70	30	5000	52	105	20	26	100
	кварцит	85	15	5000	110	115	25	26	100
Керамические отходы	кварцит	80	20	5000	118	154	28	35	150
	аглопорит	80	15	5000	53	102	19	27	100
	аглопорит	80	20	5000	121	160	25	32	150

6. ПРОИЗВОДСТВО ВЯЖУЩИХ

6.1. Неорганические вяжущие вещества на основе отходов промышленности производят путем совместного помола основного компонента с минеральной активизирующей добавкой. В случае, если компоненты вяжущего значительно различаются по твердости (по шкале Мооса), рекомендуется либо раздельный их помол с последующим перемешиванием, либо введение более слабого компонента на 2-м этапе помола. Размалывание вяжущих производят в шаровых или стержневых мельницах непрерывного действия, производительностью не ниже 5 т/час.

6.2. Размещение цеха производства вяжущего должно быть обосновано технико-экономическим расчетом.

6.3. Основными узлами помольной установки для производства вяжущих являются: сушильный барабан типа МГ-1, дозирочное отделение, двухкамерная шаровая мельница СМ-1456 или СМ-6000, силосный склад и оборудование для обеспыливания воздуха. Технологическая схема установки представлена на рис. 6.1.

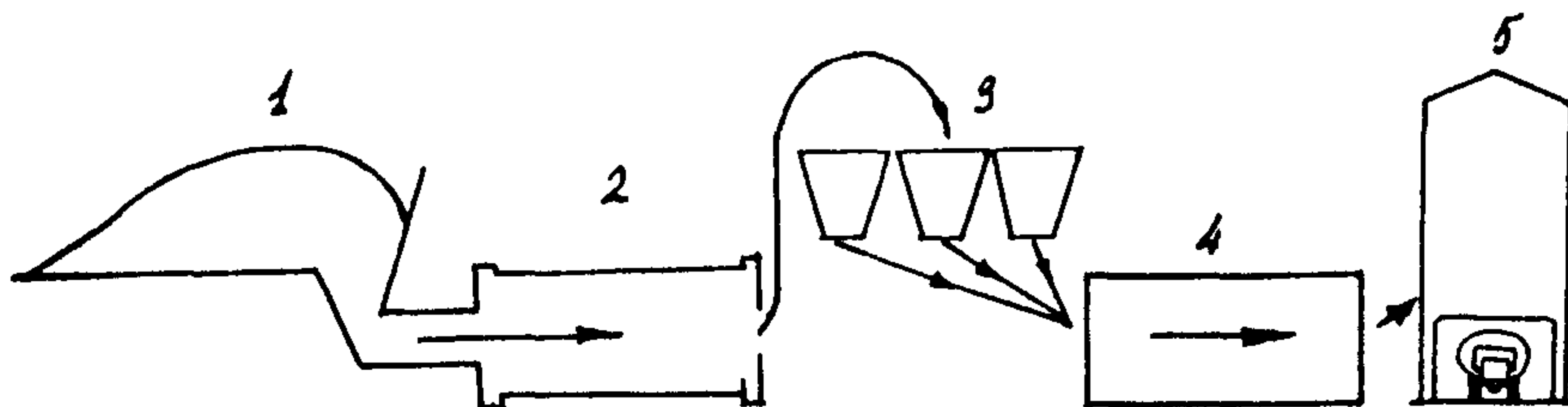


Рис. 6.1. Технологическая схема производства вяжущих:

1 - склад основного сырья; 2 - сушильный барабан; 3 - дозирочное отделение; 4 - шаровая мельница; 5 - силосный склад вяжущего

6.4. Производство вяжущих на основе отходов промышленности и местных материалов включает следующие технологические процессы:

- а) транспортирование компонентов вяжущего и активизирующих добавок и складирование их на территории производственного цеха,
- б) сушка основных компонентов,
- в) подача компонентов в накопительные бункера помольной установки,
- г) дозирование и помол минеральных составляющих,
- д) введение активизирующей добавки на определенном этапе помола,
- е) охлаждение и складирование вяжущего,
- ж) рекуперация мельчайших фракций вяжущего.

6.5. При использовании материала с отдельными фракциями крупнее 20–40 мм следует предусмотреть предварительное дробление перед загрузкой в мельницу.

6.6. В приложении I приведено описание установки по производству вяжущего на шлаке Назаровской ГРЭС в Красноярскавтодоре.

7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ВЯЖУЩИХ

7.1. Высокое качество вяжущих на основе отходов промышленности и местных материалов может быть обеспечено путем четкой организации постоянно действующего технического контроля.

7.2. Основными задачами технического контроля являются:

- а) контроль за качеством сырьевых материалов и добавок – активизаторов твердения,
- б) контроль за соблюдением всех технологических операций на каждой стадии производственного процесса,
- в) контроль за соответствием качества выпускаемой продукции требованиям, предъявляемым к вяжущим,
- г) контроль за хранением и транспортированием готовой продукции.

7.3. Исходные материалы контролируют по химическому составу и содержанию органических примесей.

7.4. Один раз в смену контролируют весовое содержание компонентов вяжущего и активизирующих добавок.

7.5. Каждую партию вяжущего объемом 150 т контролируют по следующим параметрам:

- а) тонкость помола,
- б) равномерность изменения в объеме при твердении,
- в) прочность при изгибе и сжатии,
- г) сроки схватывания вяжущего.

Методы испытания вяжущих приведены в разделе 3.

7.6. При контрольной проверке марки вяжущего допускается отклонение прочности образцов 90-суточного возраста до 5% ниже марочной.

7.7. Периодически контролируют работу основных приборов и механизмов: автоматических дозаторов, сушильного агрегата, шаровую мельницу и др.

7.8. Вяжущие должны храниться в силосных складах отдельно по видам вяжущего и по маркам.

7.9. При отгрузке потребителю навалом, вяжущее должно перевозиться в контейнерах, цементовозах, закрытых и соответствующим образом оборудованных вагонах. Перевозка вяжущих в открытых автомашинах и вагонах не допускается.

7.10. При транспортировании и хранении вяжущие должны быть защищены от влаги и загрязнения посторонними примесями.

8. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

8.1. Вяжущие вещества на основе отходов промышленности и местных материалов марок не ниже 100 могут быть использованы для устройства оснований (верхний и нижний слой) автомобильных дорог всех технических категорий в любых климатических зонах из бетонов, укрепленных грунтов и крупнообломочных материалов.

8.2. Бетоны марок 75 и 100 должны иметь показатели физико-механических свойств, соответствующие приведенным в табл. 8.1 (ГОСТ 8424-72).

8.3. В случае применения рекомендуемых вяжущих для приготовления мелкозернистых бетонов, предназначенных для устройства оснований, физико-механические показатели должны соответствовать требованиям табл. 8.2 (ВСН 171-70).

Таблица 8.1

Требования к крупнозернистым бетонам

Марка бетона	Прочность, кг/см ² , не ниже		Морозостойкость в циклах не ниже: при среднемесячной температуре самого холодного месяца	
	при изгибе	при сжатии		
			от 0 до -5°C	ниже -5°C
75	15	75	25	50
100	20	100	25	50

Примечание: марку бетона определяют в 90-суточном возрасте

Таблица 8.2

Требования к мелкозернистым бетонам

Наименование показателей	На дорогах категории	
	I-II	III-IV
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, кг/см ² , не менее	100	100
Сопротивление растяжению при изгибе, кг/см ² , не менее	30-35	20-25
Морозостойкость:		
а) для районов со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца от 0 до -5°C, циклов не менее	25	25
б) для районов со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца ниже -5°C, циклов не менее	50	50

8.4. Вяжущие могут быть использованы для укрепления грунтов следующих видов:

- а) крупные, средние, мелкие одномерные и пылеватые пески,
- б) супеси,
- в) тяжелые суглинки (только вяжущими на гранулированных доменных шлаках).

Физико-механические свойства грунтов, укрепленных рекомендуемыми вяжущими, должны соответствовать требованиям табл. 8.3. (СН 25-74).

Таблица 8.3

Требования к укрепленным грунтам

Физико-механические свойства	Показатели по классам прочности		
	I	II	III
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, кг/см ²	60-40	40-20	20-10
Предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов, кг/см ² не менее	10	6	2
Коэффициент морозостойкости не менее	0,75	0,7	0,65

Коэффициент морозостойкости определяют отношением прочности при сжатии водонасыщенных образцов после определенного количества циклов замораживания и оттаивания к прочности при сжатии контрольных образцов в эквивалентном возрасте. Прочностные характеристики определяют в 90-суточном возрасте.

8.5. При устройстве оснований дорожных одежд из каменных материалов, укрепленных местными вяжущими, физико-механические показатели укрепленных материалов должны удовлетворять требованиям "Технических указаний по устройству оснований дорожных одежд из каменных материалов, не укрепленных и укрепленных неорганическими вяжущими", (ВСН 184-75), приведенными в табл. 8.4.

Таблица 8.4

Требования к укрепленным каменным материалам

Наименование показателей	Классы прочности		
	I	II	III
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, кг/см ² , не менее: в возрасте 28 суток в возрасте 90 суток	30-50	15-30	6-15
	40-60	20-40	10-20
Сопротивление растяжению при изгибе водонасыщенных образцов, кг/см ² в возрасте 90 суток, не менее	10	6	2
Коэффициент морозостойкости в возрасте 90 суток, не менее	0,75	0,70	0,65

8.6. При определении физико-механических свойств материалов, приготовленных на рекомендуемых вяжущих, стандартные образцы испытывают в возрасте 90 суток.

8.7. Целесообразность устройства дорожных оснований с применением того или иного вида рекомендуемых вяжущих определяют на основании технико-экономического расчета сопоставимых по физико-механическим свойствам конструкций дорожных одежд.

8.8. Стойкость материалов на основе местных вяжущих веществ при попеременном увлажнении и высушивании, а также в агрессивных средах определяют в каждом конкретном случае в зависимости от условий эксплуатации конструкций дорожных одежд.

9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВОВ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СМЕСЕЙ

9.1. Проектирование составов крупнозернистых бетонов на местных вяжущих веществах производится в соответствии с требованиями главы 10 "Инструкции по устройству цементобетонных покрытий автомобильных дорог" (ВСН 139-68).

9.2. Проектирование составов мелкозернистых бетонов на местных вяжущих веществах производится в соответствии с требованиями раздела 7 "Технических указаний по применению мелкозернистых (песчаных) цементных бетонов в дорожном строительстве" (ВСН 171-70).

9.3. Проектирование составов тощих бетонов на местных вяжущих веществах производится в соответствии с требованиями раздела 4 "Рекомендации по устройству дорожных оснований из тощего бетона" (М., Гипродорнии, 1975).

9.4. Проектирование составов смесей из каменных материалов, укрепленных местными вяжущими веществами, производится в соответствии с требованиями раздела 6 "Технических указаний по устройству оснований дорожных одежд из каменных материалов, не укрепленных и укрепленных неорганическими вяжущими" (ВСН 184-75).

9.5. Проектирование составов смесей из грунтов, укрепленных местными вяжущими веществами, производится в соответствии с требованиями "Инструкции по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов" (СН 25-74).

9.6. Контроль качества материалов, обработанных местными вяжущими веществами, производится в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, перечисленных в п.п. 9.1-9.5.

9.7. Технология производства работ с использованием материалов, обработанных местными вяжущими веществами, принимается в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, перечисленных в п.п. 9.1-9.5.

10. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЯЖУЩИХ

10.1. Охрана труда должна осуществляться в соответствии с "Правилами по технике безопасности и производственной санитарии на предприятиях цементной промышленности".

10.2. Рабочие должны допускаться к производственным местам только после обучения их безопасным приемам и инструктажа по технике безопасности. Ежеквартально должен производиться дополнительный инструктаж и ежегодно-повторное обучение по технике безопасности непосредственно на рабочем месте.

10.3. Необходимо оградить движущиеся части всех механизмов и двигателей, а также электроустановки, приямки и площадки.

10.4. Электродвигатели и другая электрическая аппаратура должны быть заземлены.

10.5. Необходимо предусмотреть соответствующие устройства и установки подъемно-транспортных механизмов для безопасного ведения ремонтных работ.

10.6. Обслуживание дробилок, сушильных агрегатов, мельниц, силосов, транспортирующих и погрузочно-разгрузочных механизмов должно осуществляться в соответствии с правилами безопасной работы у каждой установки.

10.7. Большое внимание следует уделять обеспыливанию воздуха и отходящих газов сушильных установок с целью создания нормальных санитарно-гигиенических условий труда. В воздухе, выбрасываемом в атмосферу, концентрация пыли не должна быть более $0,06 \text{ г/м}^3$.

10.8. Места, где происходит пылевыведение, а также отсос воздуха из бункеров, течек, дробильно-помольных механизмов, элеваторов и т.п., должны быть тщательно загерметизированы.

Ю.9. Очистку воздуха, отбираемого из мельниц, следует производить с помощью рукавных фильтров и электрофильтров. При значительной концентрации пыли в аспирируемом воздухе необходимо устанавливать перед ними циклоны.

II. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕСТНЫХ ВЯЖУЩИХ

II.1. Экономическая эффективность производства и применения неорганических вяжущих на основе отходов промышленности и местных материалов складывается из следующих показателей:

- а) простота технологической схемы производства при отсутствии дорогостоящего и нестандартного оборудования,
- б) низкие затраты на топливо,
- в) дешевое сырье,
- г) низкие транспортные расходы.

II.2. Отпускные цены некоторых отходов промышленности приведены в табл. II.1

Таблица II.1

Отпускные цены на отходы промышленности

Наименование материала	Стоимость, руб./т
Доменный гранулированный шлак	I-00
Ваграночный гранулированный шлак	I-00
Ферромарганцевый шлак	I-00
Топливный гранулированный шлак	0-44
Зола уноса сухого отбора	0-70
Цементная пыль-уноса	3-70

II.3. По данным Главдсрвосток и Главдорюга за 1975 г. экономический эффект от внедрения шлаковых вяжущих на I т составил 5-22 руб. (табл. II.2).

Таблица II.2

Экономический эффект внедрения вяжущих

Наименование организации	Станция, от-пускающая шлак	Объем внед-рения	Экономический эффект, руб.	
			общий	на 1 т вяжуще-го
Главдорвосток	Назаровская ГРЭС	2000	11000	5,5
Главдорюг	Курская ТЭЦ	200	4500	22,5

II.4. Расчет экономического эффекта базируется на основных положениях "Отраслевых методических указаний по определению экономической эффективности использования в дорожном строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений" (М., 1978).

Экономический эффект представляет собой суммарную экономию всех производственных ресурсов, которая образуется в результате внедрения новой техники, в данном случае – новых материалов.

Определение экономического эффекта основано на сопоставлении приведенных затрат по эталонному и внедряемому вариантам.

Приведенные затраты представляют собой сумму себестоимости (текущие затраты) и капитальных вложений (единовременные затраты), приведенных к годовой размерности посредством нормативного коэффициента эффективности:

$$З = С + E_H K,$$

где $З$ – приведенные затраты на единицу продукции, руб.;

$С$ – себестоимость единицы продукции, руб.,

K – удельные капитальные вложения в производственные фонды, руб.;

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,15$).

В данной работе при расчете экономического эффекта в качестве эталонного варианта (база сравнения) принято устройство основания из гравийно-песчаной смеси, укрепленной портландце-

ментом М400.

Технологические схемы устройства равнопрочных оснований по сравниваемым вариантам конструкций дорожных одежд и толщины слоев одинаковы ($h = 22$ см). Отличие вариантов заключается в разном расходе вяжущих на 1 кв.м основания.

Поэтому принято правомерным вести расчет на 1 кг портландцемента по цене "франко-строительная площадка", заменяемого соответствующим количеством местного минерального вяжущего с учетом объемного коэффициента взаимозаменяемости.

В приложении I приведены примеры расчета экономического эффекта от применения местных вяжущих веществ.

В приложении 2 дан пример производства вяжущего на шлаке Назаровской ГРЭС в Красноярскавтодоре.

Приложение I

Пример I

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕСТНОГО
МИНЕРАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ НЕФЕЛИНОВОГО ШЛАМА
ВОЛХОВСКОГО ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Исходные данные для расчета

Состав местного минерального вяжущего:

нефелиновый шлам — 90%,

портландцемент — 10%.

Марка местного минерального вяжущего — 100.

Соотношение расходов портландцемента М400 и местного вяжущего
при устройстве равнопрочного основания дорожной одежды 1:1,6.

Капитальные вложения в базу по производству местного вяжущего
— 140,0 тыс.руб., при производственной мощности 30 тыс.т в
год.

Расчет приведенных затрат по вариантам

Показатели	Един. изм.	Основание из грав.-песч. смеси, укрепленной		Обосно- вание
		цементом	местным вяжущим	
Стоимость материалов	руб./т	22,50	10,32	табл. I
Удельные капиталь- ные вложения, К	руб./т	—	4,7	исходные данные
ЕК	руб./т	—	0,71	—
Приведенные затраты, З	руб./т	22,50	11,03	—

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПО ФОРМУЛЕ:

$$Э = Z_1 - Z_2 \cdot K,$$

где Z_1 и Z_2 — соответственно, приведенные затраты на 1 т вяжу-
щего по сравниваемым вариантам;

K — объемный коэффициент взаимозаменяемости

$$Э = 22,50 - 11,03 \cdot 1,6 = 22,50 - 17,65 = 4,85 \text{ руб.}$$

Таблица 1

Расчет себестоимости I т местного минерального
вяжущего (в построенных условиях)

Наименование сырьевых материалов	Стоимость сырьевых ма- териалов на I т вяжуще- го, руб.				Зат- раты на транс- пор- тир. к помо- льной устан. руб./т	Всего стои- мость сырье- вых матер. руб.	Зат- раты на про- извод- ство I т. вя- жуще- го, руб	Всего себес- тои- мость I т вяжу- щего, руб.
	ед. изм.	стои- мость ед. изм.	расход матери- ала на I т вя- жущего	сто- им. сырь- евых мате- риа- лов				
Нефелино- вый шлам	т	1,00	0,9	0,90	2,74	5,89	1,79	7,68
Портланд- цемент	т	22,50	0,1	2,25	-			

Таблица 2

Расчет стоимости материалов
(франко-строительная площадка)

Наимено- вание матери- алов	Ед. изм.	Вид отпускн. цены	Вес един. изм.	Транс- портн. расхо- ды на един. изм.	Отпус- кная цена	Итого фран- ко- приоб. склад	Заго- тови- тель- но- склад- ские рас- ходы, 2%	Всего: стои- мость мате- риалов с уче- том за- готов. склад- ских расхо- дов франко строит. площ.
Местные минер. вяжущие	т	франко- завод изгото- витель	1,0	2,44	7,68	10,12	0,20	10,32
Цемент	т	франко- строит. площ.	1,0	-	-	-	-	22,50

Вывод: экономический эффект от замены I т цемента соответствующим объемом минерального вяжущего, полученного на основе нефелинового шлама Волховского цементного завода Ленинградской области, при устройстве равнопрочных конструктивных слоев дорожных оснований составляет 4,85 руб. (на I т цемента).

Пример 2

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕСТНОГО
ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛИ ПОДОЛЬСКОГО
ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Исходные данные для расчета.

Состав местного минерального вяжущего:

цементная пыль - 50% ,
трепел - 40% ,
клинкер - 10%.

Марка местного минерального вяжущего 200. Соотношение расходов портландцемента М400 и местного вяжущего при устройстве равнопрочного основания дорожной одежды 1:1,4. Капитальные вложения в базу по производству местного вяжущего - 140,0 тыс.руб. при производственной мощности 30 тыс. т в год.

Расчет приведенных затрат по вариантам

Показатели	Един. изм.	Основание из гравийно-песч. смеси, укреплен- ной		Обоснова- ние
		цементом	местным вя- жущим	
Стоимость материалов	руб./т	22,50	13,33	табл. I
Удельные капитальные вложения, К	руб./т	-	4,7	исходные данные
ЕК	руб./т	-	0,71	-
Приведенные затраты, З	руб./т	22,50	14,04	-

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПО ФОРМУЛЕ:

$$\mathcal{E} = Z_1 - Z_2 \cdot K .$$

$$\mathcal{E} = 22,50 - 14,04 + 1,4 = 22,50 - 19,66 = 2,84 \text{ руб.}$$

Таблица I

**Расчет себестоимости I т местного минерального
вяжущего**

Наименование сырьевых материалов	Стоимость сырьевых ма- териалов на I т вяжу- щего, руб.				Затра- ты на транс- порти- рова- ние к по- моль- ной уста- новке, руб/т	Всего стои- мость сырье- вых мате- риа- лов, руб.	Затра- ты на произ- водст- во I т вяжу- щего, руб.	Всего себес- тоим. I т. вя- жуще- го, руб.
	ед. изм.	стоим. ед. изм.	расход матери- ала на I т месяч- ного вяжу- щего	стои- мость сырье- вых мате- риалов				
Цементная пыль	т	3,70	0,5	1,85	1,52			
Трепел	т	8,04	0,4	3,22	-	8,64	1,79	10,63
Клинкер	т	22,50	0,1	2,25	-			

Таблица 2

**Расчет стоимости материалов (франко-строительная пло-
щадка)**

Наименова- ние матери- алов	Ед. изм.	Вид от- пуск- ной цены	Вес един. изм.	Трансп. расходы на един. изм., руб.	От- пус- кая цена, руб.	Итого фран- ко- приоб- слад	Заго- товит. слад. рас- ходы, 2%	Всего: стоим. матер. с учет- ом заг. слад. расходов
Местные минер. вяжу- щие	1,0	франко- завод изгото- витель	1,0	2,44	10,63	13,07	0,26	13,33
Цемент	т	франко- строи- тельн. пло- щадка	1,0	-	-	-	-	22,50

Вывод: экономический эффект от замены I т цемента соответствующим объемом минерального вяжущего, полученного на основе цементной пыли Подольского цементного завода Московской области, при устройстве равнопрочных конструктивных слоев дорожных оснований составляет 2,84 руб. (на I т цемента).

Методика расчета экономического эффекта от использования в дорожном строительстве местных минеральных вяжущих, полученных на основе других видов сырья, аналогична приведенной выше.

ПРИМЕР ПРОИЗВОДСТВА ВЯЖУЩЕГО НА ШЛАКЕ НАЗАРОВСКОЙ ГРЭС В КРАСНОЯРСКАВТОДОРЕ

Для переработки топливного шлака на территории, прилегающей к асфальтобетонному заводу, построена помольная установка. Она состоит из сушильного барабана, холодного и горячего элеваторов, дозирочного отделения, узла приготовления и дозирования добавок поверхностно-активных веществ и электролитов, двухкамерной шаровой мельницы СМ-1456 и накопительного бункера.

С золошлакового отвала Назаровской ГРЭС, где имеется погрузочная эстакада, шлак транспортируют в автомобилях-самосвалах на расстояние 2 км на площадку открытого склада. Отсюда его подают бульдозером в приемный бункер сушильного барабана, расположенный ниже уровня площадки складирования шлака. Затем элеватором ЭЦО-250 шлак через питательную трубу диаметром 300 мм, проходящую через смесительную камеру толчки, поступает в сушильный барабан МГ-1. С целью интенсификации сушки шлака внутри барабана приварены продольные лопасти высотой 15 мм.

Высушенный шлак из барабана элеватором ЭЦО-250 подают в накопительный бункер, под которым расположен ленточный весовой позатор С-533, устанавливаемый на заданную производительность. Емкость накопительного бункера около 5 т. В бункере горячий шлак остывает.

Рядом с накопительным бункером для шлака расположен накопительный бункер для цемента, под которым установлен лопастной питатель типа УЛШ, также тарируемый на заданную производительность.

Шлак при производстве минерального порошка или шлак с цементом при выпуске шлакового вяжущего шнеком диаметром 300 мм подают в шаровую мельницу. Сюда же подают концентрированный водный раствор ССБ или СДБ (0,1-0,2%) и электролита, например, хлористого натрия (1-3%), который входит в состав шлакового вяжущего.

Помол шлака или смеси шлака с цементом и добавками, интен-

сифонирующими этот процесс, производится в двухкамерной шаровой мельнице СМ-1456 производительностью до 8 т/час. Первая камера мельницы предназначена для грубого помола и загружена стальными шарами диаметром 40–80 мм. Вторая камера, предназначенная для тонкого измельчения, загружена стальными цилиндрическими мелющими телами (цильпесом).

Рабочая длина мельницы – 5,6 м, диаметр – 1,5 м, число оборотов – 28 об/мин. Мельница оборудована электродвигателем мощностью 130 квт и редуктором. Общий вес мелющих тел 12,2 т. Тонкость помола шлака регулируют путем изменения количества материала, загружаемого в мельницу.

Из мельницы молотый шлак или вязущее шнеком диаметром 300 мм подается в приемный бункер пневмовинтового насоса и по трубопроводу перекачивается в силос.

Дымовые газы из сушильного барабана очищаются в аспирационной шахте и циклонах. Аспирация и очистка воздуха из мельницы производится в аспирационной шахте, циклонах и рукавном фильтре.

Управляет помольной установкой один оператор с кнопочного пульта.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Предисловие.....	2
2. Общие положения.....	3
3. Требования к вяжущим и методы их испытаний.....	4
4. Характеристика отходов промышленности и местных материалов и требования к ним.....	6
5. Составы и свойства вяжущих.....	II
6. Производство вяжущих.....	20
7. Контроль качества, хранение и транспортиро- вание вяжущих.....	2I
8. Область применения.....	22
9. Проектирование составов и контроль качества смесей.....	25
10. Охрана труда при производстве вяжущих.....	26
II. Экономическая эффективность применения местных вяжущих.....	27
 <i>ПРИЛОЖЕНИЕ I</i>	 30
пример I	30
пример 2	33
ПРИЛОЖЕНИЕ II.	36