

А-2968
XI

СТВО ЖИЛИЩНО-ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОМЫШ-
НОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭСТОНСКОЙ ССР

А-2968

Х. Г. ОЭНГО,

КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Kohustuslik kontrollieksemplar

СЛАНЦЕЗОЛЬНОЕ ВЯЖУЩЕЕ ВЕЩЕСТВО
КУКЕРМИТ



ГИЗ „НАУЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА“

МИНИСТЕРСТВО ЖИЛИЩНО-ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОМЫШ-
ЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭСТОНСКОЙ ССР

Х. Г. ОЭНГО,
КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

СЛАНЦЕЗОЛЬНОЕ ВЯЖУЩЕЕ ВЕЩЕСТВО
КУКЕРМИТ



ГИЗ „НАУЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА“
ТАРТУ, 1949

I. Введение.

Кукермит — новое вяжущее вещество — изготавливается из сланцевой золы котельной Таллинской городской электростанции путём помола. В виду того, что характеристика его широким кругам строителей ещё не известна, в настоящей брошюре вкратце изложены основные свойства сланцевозольного вяжущего вещества вообще и в частности кукермита, а также даны практические указания о применении кукермита в строительстве и временные технические условия его производства и применения.

Настоящая брошюра составлена в популярной форме с целью сделать её более доступной для широких кругов строителей.

II. Сланцевая зола, как вяжущее вещество.

Вяжущие свойства сланцевой золы были уже давно замечены и неоднократно делались попытки использования их в строительстве. В качестве примера можно привести тротуары, построенные из сланцевой золы. Такие тротуары казались вначале довольно прочными, но со временем разрушились под влиянием влаги и мороза. Мелкая сланцевая зола была применена и в качестве вяжущего вещества для изготовления строительных растворов. Строителям в г. Таллине известны так называемые патентованные кирпичи из сланцевой золы, выпускавшиеся цехом сланцевозольных кирпичей Балтийской мануфактуры. Эти сланцевозольные кирпичи имели достаточную прочность и стойкость против атмосферных воздействий, но только в тех случаях, когда они находились в более или менее сухих местах. Во влажных местах эти кирпичи разрушались под влиянием мороза.

Полученные в отдельных случаях плохие результаты создали у строителей впечатление, что сланцевая зола не может быть применена в качестве строительного материала. Такое обобщение является, однако, необоснованным по следующей причине.

В упомянутых случаях применялась сланцевая зола или в неиз-

мельчённом (для тротуаров и строительных растворов) или в грубо измельчённом (для сланцевольных кирпичей) виде. Между тем более высокие вяжущие свойства появляются у этой золы только в тонко измельчённом виде.

Для лучшего понимания свойств сланцевой золы как вяжущего вещества, в нижеследующем разделе приводится краткий обзор основных минеральных строительных вяжущих веществ и определяется место сланцевой золы среди них.

1. Основные строительные вяжущие вещества.

Минеральные строительные вяжущие вещества делятся на группы по нижеследующим принципам.

По условиям твердения и применения вяжущие делятся на следующие две группы:

Воздушные вяжущие, — которые требуют для схватывания, а также и для твердения, свободного доступа к ним воздуха, как напр. обычная строительная известь, или требуют таких условий, где возможно испарение влаги, как напр. известь и гипс. Все эти вещества могут после затвердения сохранять прочность только в сухом виде.

Гидравлические вяжущие, — которые схватываются и твердеют также и на воздухе, но для твердения каковых необходим влажностный режим. Лучшие гидравлические вяжущие вещества, как напр. портланд-цемент, схватываются и твердеют в воде без доступа воздуха. Более слабые гидравлические вяжущие, к которым следует отнести гидравлическую известь, а частично также и роман-цемент, требуют в период схватывания и в начале твердения нахождения на воздухе и условий для испарения небольшой части влаги. После длительного воздушного твердения эти гидравлические вяжущие способны твердеть и сохранять свою прочность также и во влажной среде и даже в воде.

По условиям обжига вяжущие делятся на обжигаемые при температуре ниже точки спекания, к которым относятся известь и роман-цемент, и на обжигаемые до спекания или даже до плавления, как напр. портланд-цемент и глиноземистый цемент.

В зависимости от обработки после обжига, материалы могут называться цементами, если вяжущие свойства их выявляются только в тонко измолотом виде, или известями, если они требуют до приме-

нения их гашения водой, при необязательности измельчения их для выявления вяжущих свойств.

По составу вяжущие вещества можно делить на следующие группы:

Вязущие, основной частью сырья которых является известняк в чистом виде или с глинистыми примесями; из этой группы вяжущих известны: воздушная известь (обычная строительная известь), гидравлическая известь, роман-цемент, портланд-цемент.

Вязущие вещества этой группы не всегда изготовляют из естественного сырья, а зачастую из промышленных отходов, используя металлургические и другие шлаки.

Гипсовыми называются вяжущие вещества, получаемые из природного двуводного гипса или природного ангидрита, напр. штукатурный гипс, формовочный гипс, высокопрочный гипс, эстрихгипс и ангидритовый цемент.

Магнезиальные вяжущие вещества, как напр. магнезиальный цемент (цемент Сореля и другие разновидности), который изготовляется из чистого магнезита или из доломита, магнезиальные извести и магнезиальный роман-цемент, изготовляемые соответственно из доломитов или из доломитизированных мергелей.

Глинозёмистый цемент получается из богатого глинозёмом сырья.

Так как сланцевая зола по своему составу принадлежит к первой группе вяжущих веществ, основной частью сырья которых является известняк, то вяжущие этой группы подлежат более подробному рассмотрению.

Воздушная известь, или обычная строительная известь, получается из относительно чистых известняков, содержащих глинистых примесей не более 8%, путём обжига не до спекания при температуре примерно от 1000 до 1100° Ц. Для применения обожжённую известь обычно гасят водой и превращают в известковое тесто. При схватывании известкового раствора излишняя вода должна испаряться, а при твердении известь должна химически соединяться с углекислым газом (CO_2), находящимся в воздухе. Этот процесс происходит довольно медленно.

Учитывая вышесказанное, строительную известь следует отнести в группу медленно твердеющих воздушных вяжущих веществ, прочность которых при небольших сроках твердения (1—2 месяца) является весьма невысокой. Если определять марку воздушной извести по временному сопротивлению на сжатие 28-дневных стандартных трамбованных образцов, то она получается примерно 4—8.

Гидравлическая известь получается из мергелистых известняков, содержащих обычно от 8 до 20 % глинистых примесей, путём обжига не до спекания при температуре от 900 до 1000° С. Гидравлическая известь гасится. Измельчение гидравлической извести не обязательно. В составе гидравлической извести часть известкового вещества находится в виде свободной воздушной извести, а часть его химически связана с глинистым веществом.

Эти соединения придают вяжущему веществу гидравлические свойства, т. е. свойства твердеть во влажной среде. Гидравлическая известь требует в течение первого периода твердения воздушного хранения; после этого твердение может продолжаться во влажном месте или даже в воде, так как для твердения находящихся в составе гидравлической извести, т. н. гидравлических веществ необходима влажность. Гидравлическая известь имеет обычно марку „10—25“, редко „50“.

Роман-цемент получается из мергелей, содержащих от 25 до 40 % глинистых веществ, путём обжига не до спекания, при температуре от 800 до 950° Ц. Роман-цемент требует тонкого измельчения для выявления его вяжущих свойств. В составе роман-цемента имеется очень мало свободной извести, ибо она химически связана с глинистым веществом, образуя т. н. гидравлические соединения, которые твердеют во влажной среде. Роман-цемент имеет обычно марку „25—100“.

Портланд-цемент получается из мергелистого известняка (или из глины и известняка), содержащих от 23 до 26 % глинистых веществ, при обжиге до спекания, при температуре примерно 1450° Ц.

Для изготовления вяжущего вещества из полученного таким образом продукта обжига в виде клинкера требуется тонкое измельчение. В составе портланд-цемента известковое вещество химически полностью соединено с глинистым веществом, образуя высококачественные гидравлические соединения, которые требуют для схватывания и твердения только влаги (а не воздуха), но могут твердеть как на воздухе, так и в воде. При твердении на воздухе должна быть обеспечена достаточная влажность. Портланд-цемент обычно имеет марку „300“ и „400“.

В дополнение к приведённым широко известным вяжущим, которые получаются из естественного сырья, укажем ещё на некоторые применяемые в СССР новые виды вяжущих более низких марок, получаемых в основном из промышленных отходов и принадлежащих к той же группе.

Известково-шлаковым цементом называют гидравлическое вяжущее вещество, полученное путём совместного измельчения гранулированных доменных шлаков с гидратной известью (пушонкой). Известково-шлаковый цемент обычно бывает марки „50—150“.

Известково-пуццолановым цементом называют гидравлическое вяжущее вещество, полученное путём совместного измельчения гидравлической добавки (пуццолана, трасса, диатомита и пр.) с гидратной известью (пушонкой). Известково-пуццолановые цементы дают обычно марку „50—150“.

Известково-глинитным цементом называют слабо гидравлическое вяжущее вещество, полученное путём совместного измельчения слабо обожженной глины (брак кирпичного производства) с гидратной известью (пушонкой). Известково-глинитный цемент имеет марку „50—100“.

Известково-зольным цементом называют слабо гидравлическое вяжущее вещество, полученное путём совместного измельчения золы некоторых видов топлива с гидратной известью (пушонкой). Известково-зольные цементы имеют марку „25—50“.

Шлаковым безклинкерным цементом называют гидравлическое вяжущее вещество, полученное путём совместного измельчения гранулированных доменных шлаков с активаторами. Шлаковый цемент имеет марку „150—300“.

Гидравлические свойства перечисленных вяжущих веществ объясняются в основном тем, что имеющаяся в составе вяжущего вещества свободная известь при твердении соединяется с активным кремнезёмом, образуя в воде нерастворимое вещество. Активный кремнезём в составе упомянутых вяжущих веществ получается из доменных шлаков, из гидравлических добавок, из слабообожженной глины, или из золы некоторых видов топлива.

2. Состав сланцевой золы.

Сланцевая зола — минеральная часть горючих сланцев, которая остаётся после сгорания их органической части. В горючих сланцах содержится примерно от 40 до 50% минеральных веществ. Кроме минеральной части сланца, попадает ещё в состав золы частично или полностью обожжённый известняк.

Этот известняк попадает в состав топливного сланца из известковых пропластов и не устраняется полностью при сортировке. Кроме известняка, обычно в составе сланцевой золы остаётся ещё незначи-

тельное количество органического вещества от неполностью сгоревших частиц сланца.

Минеральная часть горючих сланцев по своему химическому составу близка к мергелям; в минеральной части разных пластов их имеется от 35 до 50% глинистых веществ. Глинистые части распределены неравномерно и не хорошо смешаны с частицами известняка минеральной части сланцев.

В топках паровых котлов сланцевая зола прожигается в среднем при температуре от 800 до 1000°Ц. В виду того, что сланец в топке находится в слое, который не всегда хорошо перемешивается, а температура во всех частях топки не является одинаковой, и так как топливо находится в топке относительно короткое время, частицы сланцевой золы получают далеко не одинаковый обжиг.

При неоднородности самого сланца, различном содержании известняка в сланце и неоднородном обжиге в топке, сланцевая зола представляет собой смесь частиц, различных по своему составу и свойствам. Главными из них являются: свободная известь, получившаяся частично из обожжённого известняка, частично из минеральной части сланца, т. н. гидравлические вещества, подобные встречающимся в составе гидравлической извести и роман-цемента, т. е. химические соединения извести с глинистым веществом, получающиеся при относительно невысокой температуре обжига (ниже 1000°Ц); обожжённые глинистые частицы, которые не соприкасались с известковыми частицами и не могли поэтому соединиться с ними; не полностью обожжённый известняк; не полностью обожжённый сланец; относительно большое количество сернокислых соединений и относительно немного других веществ, обычно встречающихся в золе.

Химический состав сланцевой золы колеблется в нижеследующих пределах:

CaO*)	от 35	до 60	%
MgO*)	„ 0,9	„ 3,7	„
SiO ₂	„ 22	„ 47	„
Al ₂ O ₃	„ 4,2	„ 10,7	„
Fe ₂ O ₃	„ 3,2	„ 7,1	„
SO ₃	„ 2,8	„ 9,6	„
Потери при прокаливании	„ 6	„ 30	„

*) Содержание свободной CaO + MgO от 2 до 15%.

3. Вяжущие свойства сланцевой золы.

Исходя из химического состава и температуры обжига, можно предполагать, что сланцевая зола должна иметь некоторые вяжущие свойства, а именно подобные свойствам гидравлической извести или роман-цемента.

С другой стороны, помолотую сланцевую золу можно частично считать известково-шлаковым, известково-глинитным, известково-зольным или шлаковым цементом, так как в составе сланцевой золы находится свободная известь, измельчаемая совместно с активным кремнезёмом.

Вредные примеси, находящиеся в составе сланцевой золы, могут в некоторой степени снизить её вяжущие свойства; к таковым примесям относятся серноокислые, органические и пр. соединения.

Экспериментальное исследование сланцевой золы, получаемой при сжигании эстонских горючих сланцев, показало, что эта зола действительно имеет некоторые вяжущие свойства.

В нижеследующем разделе приводится короткий обзор основных полученных автором результатов исследования золы из эстонских горючих сланцев.

Прочность. Трамбованные образцы (с нормальным песком 1:3), изготовленные согласно стандарту для портланд-цементов, показали при хранении во влажном воздухе прочности, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

Прочность сланцевозольного вяжущего вещества.

Временное сопротивление и сроки твердения (возраст)	Немолотая мелкая зола	Измельчённая зола	
		Обычная зола из топок	Хорошо прожжённая зола
Сжатие в кг/см. ² : 7 дней	от 1 до 6	от 5 до 15	от 20 до 50
28 "	" 8 " 15	" 35 " 80	" 100 " 170
56 "	" 13 " 45	" 70 " 140	" 150 " 220
3 месяца	" 40 " 65	" 100 " 170	— —
от 1/2 до 3 1/2 года	" 80 " 130	" 130 " 200	" 180 " 250
Растяжение в кг/см. ² : 7 дней	от 0,3 до 1,0	от 1 до 3	от 2,5 до 6
28 "	" 1 " 4	" 5 " 10	" 12 " 18
56 "	" 3 " 6	" 10 " 15	" 20 " 26
3 месяца	" 6 " 12	" 15 " 20	— —
от 1/2 до 3 1/2 года	" 10 " 20	" 15 " 25	— (* —

Если исходить из результатов, полученных через 28 дней, при хранении образцов во влажном воздухе, то можно считать, что сланцезольное вяжущее даёт марки:

при немолотой мелкой золе 8 и 15;

при измельчённой обычной золе 25 и 50;

при измельчённой очень хорошей золе 100 и 150.

Как это видно из приведённых данных, из сланцевой золы можно получить вяжущее вещество низких и средних марок.

По сравнению с другими вяжущими низких и средних марок, сланцезольное вяжущее твердеет более медленно. Прочность 56-дневных образцов из сланцезольного вяжущего может оказаться в 1,5—2 раза большей, чем прочность 28-дневных образцов; при более длительных сроках твердения прочность оказывается ещё большей.

Если исходить из окончательных прочностей при длительных сроках твердения, то сланцезольное вяжущее можно сравнить с другими вяжущими по марке следующим образом:

немолотая мелкая зола соответствует другим вяжущим марки „10“ и „25“;

измельчённая обычная зола соответствует другим вяжущим марки „50“ и „100“;

измельчённая очень хорошая зола соответствует другим вяжущим марки „150“ и „200“;

Из приведённых данных ясно видна большая разница между прочностями немолотой и измельчённой золы; наилучшие результаты даёт тонко измельчённая зола.

Сроки схватывания. Сроки схватывания сланцезольного вяжущего колеблются, в зависимости от качества и условия хранения золы до и после измельчения, в чрезвычайно широких пределах.

В таблице 2 приводятся результаты исследования.

Таблица 2.

Сроки схватывания сланцезольного вяжущего.

Характеристика применяемой золы	Сроки схватывания в часах	
	начало	конец
Плохо прожжённая или долго пролежавшая зола	от 8 до 20	от 20 до 60
Обычная свежая зола	„ 1 „ 8	„ 6 „ 24
Хорошо прожжённая свежая зола	„ 0,5 „ 2	„ 5 „ 10

Из нормально или хорошо прожжённой золы можно получить относительно быстро схватывающее сланцезольное вяжущее вещество, которое по срокам схватывания можно сравнить с роман- и портланд-цементом.

Плохо обожжённая зола, а также и долго до или после помола пролежавшая зола, даже если она была хорошо обожжена, является очень медленно схватывающимся вяжущим, которое по срокам схватывания можно сравнить со слабо гидравлической известью.

Водостойкость. Сланцезольное вяжущее из хорошо обожжённой золы, содержащее незначительное количество свободной извести, является водостойким материалом, т. е. после относительно непродолжительного твердения на воздухе, такой материал не только не разрушается в воде, но даже продолжает твердеть.

Образцы, изготовленные из такого вяжущего, показали после 2—3 лет хранения в воде такую же прочность, как параллельные образцы во влажном воздухе. Такой материал является полноценным гидравлическим вяжущим веществом, которое и по своей гидравлическости может сравниться с сильно гидравлической известью, роман- и даже портланд-цементом.

Сланцезольное вяжущее, полученное из обычной сланцевой золы, не обладает обычно достаточной водостойкостью. Только после относительно очень длительного твердения во влажном воздухе такой материал окажется в некоторой степени водостойким, т. е. не разрушится при непродолжительном водном хранении, но прочность его в насыщенном виде является более низкой, чем в воздушно-сухом состоянии. Такой материал является слабо гидравлическим, почти воздушным вяжущим веществом и непригоден для сооружений, которые постоянно находятся в воде.

Равномерность изменения объёма. Обычно сланцезольное вяжущее выдерживает испытание на равномерность изменения объёма только при воздушном хранении, т. е. образцы не трескаются и не искривляются при твердении во влажном воздухе. Однако, сланцезольное вяжущее, которое оказалось водостойким, выдерживает испытание на равномерность изменения объёма и при хранении образцов в воде.

Стойкость вяжущих свойств и сухостойкость. Автор проследил ход твердения образцов из сланцезольного вяжущего в течение $3\frac{1}{2}$ лет. Это исследование показало, что прочность сланцезольного вяжущего, полученного из золы эстонских горючих сланцев, заметно возрастает в благоприятных условиях (во влажном

воздухе) в течение 1—1½ года; в таком возрасте образцы достигают практически своей максимальной прочности.

В течение 3½ лет не удалось установить заметного снижения прочности образцов из сланцезольного вяжущего. Между тем такое явление наблюдается у шлаковых, известково-зольных и известково-глинитных цементов.

На основании имеющихся до сих пор результатов исследований, вяжущие свойства сланцезольного вяжущего из золы эстонских горючих сланцев можно считать довольно стойкими.

В более сухом воздухе (при отн. влажности от 40 до 60%, что соответствует комнатным условиям) сланцезольное вяжущее твердеет хуже, чем во влажном воздухе. Своей максимальной прочности в комнатных условиях сланцезольное вяжущее достигает относительно быстро — в течение 2—3 месяцев, но максимальная прочность при этом оказывается значительно более низкой, чем при твердении во влажном воздухе. Это показывает, что сланцезольное вяжущее является в некоторой степени гидравлическим вяжущим материалом, для твердения которого необходимо иметь достаточную влажность.

При исследовании изменения прочности образцов, которые хранились в сухих комнатных условиях в течение 3½ лет, не удалось установить заметного снижения их прочности. На основании имеющихся до сих пор данных можно считать, что сланцезольное вяжущее является довольно сухостойким материалом в обычных комнатных условиях.

Морозостойкость. Материал тех частей сооружений, которые подвергаются непосредственному воздействию атмосферных факторов: дождя, снега, мороза и пр., не должен разрушаться от этого. Особенно опасными бывают повторные замораживания в насыщенном водой состоянии.

Образцы раствора из сланцезольного вяжущего после длительного твердения во влажном воздухе не оказались лучшим материалом по морозостойкости; однако результаты испытания на замораживание всё же не были столь плохими, как напр., у сланцезольных блоков, изготовляемых в сланцевом районе ЭССР, или у сланцезольного кирпича, выпускавшегося Балтийской мануфактурой в г. Таллине.

Образцы из сланцезольного вяжущего выдерживали в насыщенном водой состоянии обычно от 8 до 15 повторных замораживаний, а лучшие образцы даже до 15—25, без крупных дефектов.

Для сравнения следует упомянуть, что по ГОСТ-у обычный красный кирпич должен выдерживать 15, а силикатный кирпич более низкой марки (75) даже только 10 повторных замораживаний в насыщенном водой состоянии.

Влияние продолжительности складского хранения сланцезольного вяжущего на его свойства. Длительное хранение на складе может частично испортить сланцезольное вяжущее вещество.

Особенно сильно влияет длительное хранение на складе на сроки схватывания, как это видно из данных, приведённых в таблице 3.

Таблица 3.

Изменение сроков схватывания.

	Продолжительность хранения сланцезольного вяжущего на складе после помола, в днях.					
	1	7	14	21	28	45
Сроки схватывания в часах и минутах:						
начало	0.45	2.30	3.55	4.10	5.50	>8
конец	2.00	6.40	9.10	20	20.45	21.25

Сланцезольное вяжущее, пролежавшее на складе продолжительное время (2—4 месяца), имеет при небольшом возрасте (7 и 28 дней) только от 40 до 60% прочности по сравнению с такой же прочностью свежее-помолотого материала.

На окончательную прочность длительно хранящихся образцов продолжительное хранение сланцезольного вяжущего не влияет в такой степени, как при небольшом возрасте; окончательная прочность пролежавшей золы на 30—40% ниже окончательной прочности свежего материала.

О возможностях повышения свойств сланцезольного вяжущего добавками. Некоторыми добавками можно повысить водостойкость, а в некоторых случаях и окончательную прочность сланцезольного вяжущего вещества.

Довольно хорошие результаты даёт 10—15% -ная добавка диатомита, которая производится при помоле сланцевой золы. 5—10% -ная добавка портланд-цемента также заметно повышает вяжущие свойства сланцевой золы.

III. Свойства изготовленного в промышленном масштабе сланцезольного вяжущего вещества кукурмита.

Сланцезольное вяжущее кукурмит, которое изготавливается промышленным путём из сланцевой золы Таллинской городской электростанции, имеет в общем такие же свойства, как ранее упомянутое сланцезольное вяжущее, изготовлявшееся лабораторным путём из сланцевой золы среднего качества.

В нижеследующих таблицах 4 и 5 приведены данные для кукурмита, выпускавшегося заводом в период от июля до сентября 1948 года. Эти данные относятся как к свежей продукции, так и к пролежавшему на складе кукурмиту.

Таблица 4.
Основные свойства кукурмита.

Свойства и единица измерителя	Время хранения кукурмита на складе после помолы до испытания		
	До 1 недели	От 2 до 4 недель	От 1,5 до 2-х м-цев
Удельный вес, гр/см ³ . .	от 2,60 до 2,66	—	—
Объёмный вес, строительный, т/м ³	„ 0,9 „ 1,0	от 0,9 до 1,0	—
Тонкость помолы: проход через сито 4900 о/см ² в %/о	„ 86 „ 93	—	—
Сроки схватывания в часах: начало	„ 1 „ 5	от 1 до 8	от 17 до 22
конец	„ 5 „ 22	„ 11 „ 25	„ 35 „ 60
Влажность в %/о	„ 0 „ 0,3	„ 0 „ 0,5	„ 0,5 „ 1,1
Потери при прокаливании в %/о	„ 11 „ 15	„ 14 „ 16	„ 14 „ 19
Сернистых соединений (SO ₃) в %/о	„ 4,5 „ 6,0	—	—
Свободной СаО + MgO в %/о	„ 9 „ 12	—	„ 4,5 „ 11

Равномерность изменения объёма в комнатном и во влажном воздухе, в большинстве случаев, удовлетворительная.

Водостойкость после воздушного хранения в комнатных условиях в течение от 7 до 14 дней во влажном воздухе, и 28-дневного в комнатных условиях — слабая: образцы разваливались через

несколько дней после погружения в воду. Водостойкость после 28-дневного хранения во влажном воздухе, в большинстве случаев, удовлетворительная: образцы не разваливались в течение 7 дней после погружения в воду.

Таблица 5.

Прочность кукуермита.

(Трамбованные образцы из нормального теста (1:3) во влажном воздухе.)

	Время хранения кукуермита на складе после помола до испытания		
	До 1 недели	От 2-до 4-х недель	От 1,5 до 2 месяцев
Временное сопротивление на сжатие в кг/см ² возраст 7 дней	8 до 15	от 8 до 11	от 6 до 8
" 28 "	55 " 80	" 38 " 50	" 30 " 40
" 56 "	83 " 163	" 81 " 121	" 75 " 100
Временное сопротивление на растяжение в кг/см ² возраст 7 дней	1,4 до 2,6	от 1,4 до 1,9	от 1,3 до 1,5
" 28 "	9 " 12	" 6 " 8	" 5 " 7
" 56 "	14 " 23	" 11 " 16	" 10 " 15

При испытании кукуермита на водостойкость выяснилось, что даже те образцы, которые разваливались в воде, имели на поверхности слой определённой толщины, не разрушавшийся в воде.

При сравнении приведённых данных кукуермита с ранее упомянутыми данными сланцезольного вяжущего материала лабораторного изготовления выясняется, что кукуермит по своим свойствам соответствует сланцезольному вяжущему, полученному из золы среднего качества. Однако качества кукуермита всё же несколько хуже качеств сланцезольного вяжущего, полученного лабораторным путём из лучших, хорошо прожжённых сланцевых зол.

Особенностью кукуермита является относительно большие потери при прокаливании (до 15 %) и большое содержание свободной извести (CaO + MgO до 12 %).

Первый признак указывает на недостаточный обжиг, а второй — на присутствие в сланце кусков известняка.

Эти обстоятельства объясняют, между прочим, также снижение качества кукуермита по сравнению с сланцезольным вяжущим, полу-

ченным в лаборатории из лучших зол, и указывают на возможные мероприятия для улучшения вяжущих свойств кукуермита. Относительно большое количество свободной извести снижает гидравлические свойства кукуермита и почти превращает его в воздушное вяжущее вещество, которое относительно медленно твердеет и только после длительного хранения на воздухе приобретает некоторую водостойкость. Для улучшения вяжущих свойств кукуермита следует сжигать в топках чистый, хорошо отсортированный сланец без примесей известняка и брать золу только из последнего зольного бункера (золу перевала), в которой процент не полностью прожжённых частиц является минимальным.

В итоге всего вышеизложенного можно заключить, что выпускаемое сланцезольное вяжущее вещество кукуермит есть относительно слабо гидравлическое, почти воздушное вяжущее вещество, требующее длительного воздушного хранения, т. е. возможности испарения избыточной влажности в присутствии углекислого газа. При этом слишком быстрое и полное испарение влаги является для твердения кукуермита нежелательным, ибо твердение гидравлических частей кукуермита при этом прекращается. Свежий кукуермит является относительно быстро схватывающим вяжущим веществом; однако после длительного хранения (больше месяца) кукуермита на складе он превращается в медленно схватывающее вяжущее вещество. Свежий кукуермит (по 28-дневным данным) даёт марку „50“. После длительного (более 1½ месяца) хранения на складе прочность его падает и обычно не удовлетворяет уже требованиям марки „50“. Окончательная прочность долго пролежавшего на складе кукуермита на сжатие всё-таки выше 50 кг/см².

Несмотря на то, что выпускаемое сланцезольное вяжущее кукуермит не представляет собой высококачественного гидравлического вяжущего вещества, в качестве слабо гидравлического вяжущего вещества оно имеет более высокую прочность, чем воздушная известь.

IV. Строительные растворы из кукуермита.

1. Результаты лабораторного исследования.

Пробные замеси раствора были изготовлены из очень хорошего по гранулометрическому составу песка и из кукуермита, который до применения пролежал на складе 1—2 месяца.

Прочность применяемого кукуермита при стандартном испытании оказалось при этом следующей.

Временное сопротивление на сжатие:

при 7-дневном возрасте	11 кг/см ²
„ 28- „ „	45 „
„ 56- „ „	121 „

Временное сопротивление на растяжение:

при 7-дневном возрасте	1,5 кг/см ²
„ 28- „ „	7,5 „
„ 56- „ „	16 „

Из пластичного раствора различных составов изготовлялись на пористом кирпичном основании образцы, результаты испытания которых приведены в таблицах 6, 7 и 8.

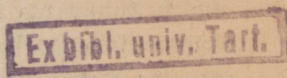
Таблица 6.

Прочность строительных растворов из кукурмита.
(Образцы, изготовленные на пористом основании.)

Состав раствора по объёму. Кукурмит: песок	Сжатие кг/см ²					Растяжение кг/см ²				
	Во влажном воздухе			В комнатном воздухе		Во влажном воздухе			В комнатном воздухе	
	7 дн.	28 дн.	56 дн.	28 дн.	56 дн.	7 дн.	28 дн.	56 дн.	28 дн.	56 дн.
1:2,5	4,4	21	35	21	51	1,7	3,3	8	4,3	11
1:3	3,6	15	26	16	33	1,3	2,5	6	4,3	6
1:3,5	1,0	14	19	10	32	0,6	3,8	8	4,4	6
1:4*)	0,9	9	16	9	21	0,7	2,1	4	3,0	4
1:4,5*)	1,1	10	14	9	17	0,9	3,0	3	3,2	4

*) Растворы составов 1:4 и 1:4,5 оказались очень „жёсткими“ и не совсем удобными для применения.

Таблица 7.



Прочность строительных растворов из кукурмита и извести.
(Образцы, изготовленные на пористом основании.)

Состав раствора по объёму. Кукурмит: известь: песок	Сжатие кг/см ²					Растяжение кг/см ²				
	Во влажном воздухе			В комнатном воздухе		Во влажном воздухе			В комнатном воздухе	
	7 дн.	28 дн.	56 дн.	28 дн.	56 дн.	7 дн.	28 дн.	56 дн.	28 дн.	56 дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1:1:5	1,4	5,5	10,3	6,6	13,9	1,1	2,4	7,0	4,5	7,1
1:1:6	1,3	3,8	9,4	5,4	15,6	1,0	3,2	6,1	4,5	7,2
1:1:8	0,3	1,5	3,9	3,0	7,7	0,9	2,5	5,0	3,8	5,6
1:2:7,5	0,5	1,0	3,6	3,2	6,2	0,7	2,2	4,3	3,4	5,6
1:2:9	0,2	0,7	0,7	3,8	7,2	0,4	1,1	1,9	4,0	5,1
1:2:12	0,3	0,5	1,0	5,6	6,7	0,3	1,3	1,8	3,5	4,7

Таблица 8.

Прочность строительных растворов из кукуермита с добавкой портланд-цемента.
(Образцы, изготовленные на пористом основании.)

Состав раствора по объёму. Кукуермит: цемент*): песок	Сжатие кг/см ²					Растяжение кг/см ²				
	Во влажном воздухе			В комнатном воздухе		Во влажном воздухе			В комнатном воздухе	
	7 дн.	28 дн.	56 дн.	28 дн.	56 дн.	7 дн.	28 дн.	56 дн.	28 дн.	56 дн.
1:0,1:3,3	1,3	16,1	—	23,3	—	0,9	5,6	—	8,5	—
1:0,2:3,6	9,6	31,9	—	33,1	—	1,8	7,4	—	7,7	—

*) Марка применяемого портланд-цемента „400“.

Как видно из приведённых в таблицах 6, 7 и 8 данных, растворы с чистым кукуермитом имеют марку „8“ и „15“. Растворы с небольшой добавкой портланд-цемента имеют марку „15“ и „30“. Растворы с кукуермитом и известью являются более слабыми. Следует при этом отметить, что растворы с кукуермитом и известью, имеющие небольшую прочность на сжатие обладают относительно большой прочностью на растяжение. Такие растворы не имеют особых преимуществ для каменной кладки; однако, учитывая относительно большую прочность на растяжение и удобоукладываемость, следует признать их подходящими для штукатурки.

2. Строительный опыт.

Результаты практического применения кукуермита на строительстве наблюдались в городе Таллине на строительстве посёлка „Эхитая“ на Пярну маантеэ № 106 и на строительстве двух индивидуальных домов.

Опыт, полученный на этих объектах, следующий: кладка стен из силикатного кирпича и известнякового плитняка на растворах с кукуермитом 1:2,5—1:3 (кукуермит:песок по объёму) и с кукуермитом и известью 1:1:6 (кукуермит:известь:песок по объёму) производится вполне нормально: при выполнении работ никаких особых затруднений не обнаружилось.

Штукатурка стены из силикатного кирпича и известняка раствором из кукуермита удалась довольно хорошо. Штукатурить деревянные поверхности раствором из кукуермита хорошо не удалось ввиду недостаточной клейкости раствора и плохого сцепления его с древесиной.

Твердение раствора кладки и штукатурки стен из силикатных кирпичей протекало в летнее время довольно быстро. При постройке стен из плитняка твердение раствора из кукуермита происходило более медленно.

Осенью, при дождливой погоде и относительно низкой температуре, твердение раствора из кукуермита протекало ещё медленнее, чем летом. Те растворы с кукуермитом, где в качестве добавки применялась известь, твердели более медленно, чем растворы без извести. Особенно быстро твердела поверхность растворов с кукуермитом, образуя довольно прочную корку. Внутри стен раствор оказывался ещё мягким. Толщина же твёрдой корки со временем возрастала, распространяясь вовнутрь массы раствора. По сравнению с одновременно выполненной штукатуркой из известкового раствора, штукатурка из раствора с кукуермитом оказалась заметно более прочной.

В плитняковой кладке фундаментов, которая находилась ниже уровня земли, дождевая вода частично вымывала твердевший в течение одной недели раствор с кукуермитом. В тех же частях кладки, которые находились выше уровня земли, особых повреждений после довольно сильного дождя обнаружено не было; наблюдалось лишь очень заметное замедление твердения такого насыщенного водой раствора.

3. О возможности применения кукуермита для изготовления строительных растворов.

Основной областью применения кукуермита в строительстве является его использование для растворов, идущих для каменной кладки и штукатурки тех частей зданий, которые находятся постоянно на воздухе.

Для тех частей зданий, которые постоянно находятся под землёй или под водой, или часто намокают, или в насыщенном водой состоянии подвергаются повторным замораживаниям, как напр. фундаменты, цоколи, наружные стены помещений с повышенной влажностью, зимняя кладка методом замораживания и армо-каменные конструкции, — применение кукуермита не допускается.

В защищённых от промерзания сооружениях, в помещениях с повышенной влажностью, в кладке, от которой требуется более высокая прочность, при зимних работах на неотвественных зданиях и для наружной штукатурки, находящейся в не слишком суровых условиях, следует при изготовлении строительного раствора из кукуермита прибавлять портланд-цемент (см. в таблице 9 составы растворов

под номером 3), но только при том условии, если при помоле кукуермита на заводе не добавлялся портланд-цементный клинкер.

В тех частях сооружений, которые защищены от промерзания и находятся в зданиях с повышенной влажностью, можно применять раствор из кукуермита без добавки портланд-цемента. При этом необходимо, чтобы раствор продолжительное время твердел на воздухе, или чтобы применялся водостойкий кукуермит.

Для фундаментов, цоколей, наружных стен зданий с повышенной влажностью и для зимних работ по постройке более ответственных зданий можно в цементных растворах в целях экономии часть портланд-цемента заменять кукуермитом (см. таблицу 11).

Для штукатурки по деревянным поверхностям раствор с чистым кукуермитом является неподходящим ввиду недостаточной клейкости такого раствора и плохого сцепления с древесиной.

В упомянутых случаях к кукуермиту следует добавлять известь (см. в таблице 9 составы растворов под номером 2).

Вообще может оказаться необходимым для повышения удобоукладываемости (пластичности и клейкости) растворов, особенно при штукатурке, прибавлять к растворам из кукуермита немного хорошей „жирной“ извести. При этом следует учесть, что добавка извести замедляет схватывание и твердение и снижает прочность на сжатие растворов из кукуермита. При растворах для штукатурки добавка извести является более обоснованной, чем при растворах для каменной кладки. Для того, чтобы избежать появления трещин в растворе в результате высыхания, не рекомендуется применение слишком жирных растворов; расход вяжущего вещества в одном кубометре раствора не должен поэтому превышать 400—500 кг.

При изготовлении растворов перемешивание следует производить в сухом виде до прибавления воды; известь можно ввести в состав раствора вместе с водой в виде известкового молока.

Такие растворы, в составе которых кукуермит является основным вяжущим веществом, следует в первый период твердения (в течение не менее 2 недель) защищать от намокания, от сильного дождя, мороза, а также и от слишком быстрого высыхания.

Ввиду того, что при более низких температурах (но выше 0° Ц) кукуермит схватывается и в первый период времени твердеет медленнее, чем при средних температурах (10—20° Ц), при более низких температурах следует учитывать увеличение длительности первого периода твердения в 1¹/₂—2 раза (т. е. не менее 3—4 недель).

Для того, чтобы кладка или штукатурка, выполненная из раствора с кукермитом, слишком быстро не высохла в сухих тёплых условиях, эти сооружения можно после нескольких дней твердения обрызгивать (но не обливать) водой.

При более крупных работах или ответственных сооружениях, составы растворов следует определять путём изготовления пробных замесов из фактически применяемых на строительстве материалов (песка и вяжущего материала), проверять удобоукладываемость и определять марку этих растворов на пробных образцах.

При небольших объёмах работ и при менее ответственных сооружениях, когда считается ненужным заготовить пробные замесы из контрольных образцов, а также для ориентировочного определения состава растворов при изготовлении пробных замесов, можно применить приведённые в таблицах 9—11 составы растворов.

Таблица 9.

Составы растворов с кукермитом для каменной кладки в нормальных влажностных условиях.

Наименование раствора	Марка раствора	Состав раствора по объёму
1. Раствор с кукермитом	15	от 1 2,5 до 1:3*) (кукермит:песок)
	8	„ 1:3 „ 1:3,5
	4	„ 1:3,5 „ 1:4,5
2. Раствор с кукермитом и известью: а) с небольшой добавкой извести б) с большой добавкой извести	8	от 1:0,2:3 до 1:0,3:4 (кукермит: известь: песок)
	4	„ 1:0,3:3,5 „ 1:0,4:5
	8	от 1:0,7:4,5 до 1:0,7:5,5
	4	„ 1:1:5 „ 1:1:8
	4	„ 1:2:7 „ 1:2:10
	4	„ 1:2:7 „ 1:2:10
3. Раствор с кукермитом и портланд-цементом (марки „300“).	80	от 1:1:5 до 1:1:6 (кукермит: цемент: песок)
	50	„ 1:0,5:4 „ 1:0,6:6
	30	„ 1:0,3:3,5 „ 1:0,4:4,5
	15	„ 1:0,1:2,8 „ 1:0,2:3,6

*) Более тощий раствор (большее количество песка) соответствует применению лучших материалов, т. е. песка с хорошим гранулометрическим составом, где имеются зёрна всех крупностей, свежего кукермита и „жирной“ извести 1-го сорта.

Таблица 10.

**Составы растворов с кукурмитом для штукатурки в нормальных
влажностных условиях.**

Наименование раствора	Наименование слоя	Состав раствора по объёму	
1. Раствор с кукурмитом	нижний	от 1:2	до 1:3*) (кукурмит:песок)
	верхний	„ 1:1,5	„ 1:2,5
2. Растворы с кукурмитом и известью:			
а) с небольшой добавкой извести	нижний	от 1:0,2:2,5	до 1:0,3:4 (кукурмит:
	верхний	„ 1:0,2:2	„ 1:0,4:3 известь:песок).
б) с большой добавкой извести	нижний	от 1:1:4	до 1:1:6
	нижний	„ 1:2:6	„ 1:2:9
	верхний	„ 1:1:3	„ 1:1:5
	верхний	„ 1:2:5	„ 1:2:7
3. Раствор с кукурмитом и портланд-цементом	нижний	от 1:0,2:2,5	до 1:0,2:3,5 (кукурмит:
	нижний	„ 1:0,3:2,5	„ 1:0,3:4 цемент:песок)
	верхний	от 1:0,2:2	до 1:0,2:3
	верхний	„ 1:0,3:2	„ 1:0,3:3,2

*) См. примечание к таблице 9.

Таблица 11.

**Составы цементных растворов с кукурмитом для фундаментов в сухих местах,
для цоколей, для стен помещений с повышенной влажностью и для зимних работ.**

Марка раствора	Состав раствора по объёму (цемент: кукурмит: песок) при марке цемента	
	300	400
80	От 1:0,2:3,5 до 1:0,4:5*)	От 1:0,3:4 до 1:0,5:5,5*)
50	„ 1:0,4:5 „ 1:0,6:6	„ 1:0,5:5,5 „ 1:0,7:6,5**)
30	„ 1:0,7:6,5**) „ 1:1:8	„ 1:0,8:7,5 „ 1:1:8
15	„ 1:1:7,5 „ 1:1,2:9	„ 1:1,2:10 „ 1:1,4:11

*) См. примечание к таблице 9.

**) Для защиты металлической арматуры от коррозии, в армо-каменных конструкциях следует применять не более 0,7 частей кукурмита по объёму на одну часть портланд-цемента, или 0,5 частей кукурмита по весу на одну часть портланд-цемента.

У. О возможности применения кукуермита для бетонных и железобетонных работ и для изготовления стеновых блоков.

1. Применение кукуермита для бетонных и железобетонных работ.

Тяжёлый бетон, изготовленный из кукуермита, песка и гравия или щебня, твердеет в массивных частях сооружений относительно медленно и имеет небольшую прочность. При расходе кукуермита от 250 до 300 кг на один кубометр готового бетона временное сопротивление бетонных образцов при 28-дневном возрасте достигает примерно 15—20 кг/см², а при 56-дневном возрасте 25—40 кг/см².

В более тонких частях сооружений, где влияние необходимого для твердения кукуермита воздуха является более интенсивным, прочность бетона получается немного более высокой.

Бетон, изготовленный из кукуермита без других вяжущих, имеет обычно, кроме низкой марки, ещё недостаточную водо- и морозостойкость; учитывая это, такой бетон можно применять только в сухих и защищённых от атмосферных воздействий местах и для очень мало нагружённых сооружений.

Добавкой портланд-цемента можно повысить прочность, а отчасти и водо- и морозостойкость бетона с кукуермитом. Марка смешанного вяжущего, которое состоит из k частей кукуермита и $ц$ частей цемента (по весу), определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_{ц} + \frac{k}{ц} R_k}{1 + \frac{k}{ц}},$$

где R_k — марка кукуермита и $R_{ц}$ — марка цемента. Так, напр., при добавке 15—25% портланд-цемента от количества кукуермита, прочность бетона повышается примерно на 40—70%.

Для железобетонных работ бетон из кукуермита является непригодным, ибо большее количество сернокислых соединений в кукуермите вызывает коррозию металлической арматуры.

С целью экономии портланд-цемента можно в обычном цементном бетоне заменить часть портланд-цемента кукуермитом. Если заменить напр. от 20 до 25% цемента кукуермитом, то основные качества бетона почти не снизятся. Если же заменить 50% цемента кукуермитом, то прочность бетона снизится на 30—50%. При железобетонных работах, во избежание коррозирования арматуры, не следует заменять кукуермитом более 30% (по весу) цемента: это значит, что на одну часть

цемента по весу нельзя брать более 0,43 частей кукуермита по весу, или на одну часть цемента по объёму — более 0,6 частей кукуермита по объёму.

Бетон с добавкой кукуермита твердеет медленнее, чем обычный бетон, поэтому следует замедлять сроки распалубки, по сравнению с обычными, в $1\frac{1}{2}$ —2 раза.

2. Применение кукуермита для изготовления стеновых блоков.

При применении кукуермита для изготовления камней и пустотелых блоков из тяжёлого бетона следует руководствоваться указаниями, которые были даны для тяжёлого бетона из кукуермита (см. раздел V, пункт 1). При этом следует иметь в виду, что для изготовления камней и блоков, от которых не требуется особо высокой морозостойкости и прочности, можно применять в качестве вяжущего кукуермит в чистом виде или с небольшой добавкой (15—25 %) портланд-цемента.

При изготовлении камней и блоков с более высокой морозостойкостью и прочностью, следует в качестве вяжущего применять портланд-цемент, но в целях экономии его можно частично заменять кукуермитом. Практически в этом случае можно заменить кукуермитом примерно от 30 до 50 % цемента.

Для изготовления из сланцевой золы т. н. сланцевольных блоков и камней применение кукуермита в качестве вяжущего является вполне целесообразным. До сих пор сланцевольные блоки изготавливаются на портланд-цементе; при этом расход портланд-цемента колеблется в пределах от 170 до 300 (в среднем от 200 до 220) кг на один кубометр готовых блоков. Марка блоков получается при этом от „15“ до „50“ (а обычно от „25“ до „35“). Эти блоки, несмотря на большой расход портланд-цемента, не являются морозостойкими (выдерживают не более 4—6 повторных замораживаний в насыщенном водой состоянии).

Такие блоки могут быть применены только в защищённых от атмосферных воздействий местах, а в наружных частях наружных стен лишь с учётом особых указаний.

Блоки такого же качества можно получать и с кукуермитом. Если применять в качестве вяжущего только кукуермит, то его расход выразится в пределах от 250 до 350 кг/м³. При применении кукуермита с добавкой портланд-цемента расход кукуермита составит от 150 до 250 кг/м³, а расход портланд-цемента соответственно от 100 до 50 кг/м³.

Приложения.

1. Временные технические условия по изготовлению и применению сланцезольного вяжущего кукермита.

Комиссия по стандартизации Министерства Жилгражданстроя и Промышленности Строительных Материалов Эстонской ССР	Заводские Технические Условия	ЕЗ-49
	Завод „КУКЕРМИТ“ Сланцезольное вяжущее „кукермит“.	Заменяет, Временные технические условия по изготовлению и применению в строительстве сланцезольного вяжущего „кукермит“, утверждён Минжилгражданстроем I/X—47 г. в части изготовления „кукермита“.
Представлены Главным Управлением Промышленности Строительных Материалов Минжилгражданстроя и Промстройматериалов Эстонской ССР.	Утверждены Комиссией по стандартизации Министерства Жилищно-гражданского строительства и промышленности строительных материалов Эстонской ССР, 10/II 1949 г.	Промышленность строительных материалов Срок введения I/III 1949 г.

I. Определение.

1. Кукермит есть вяжущее, получаемое путём мелкого помола хорошо прожжённой золы горячего сланца III сорта из топок паровых котлов, с гидравлическими добавками или добавлением портланд-цемента, клинкера портланд-цемента, или же без них.

Гидравлическими добавками могут быть диатомит, сисшофф и др.

II. Показатели технических условий.

2. В зависимости от прочности кукермит делится на марки „100“, „50“ и „25“. Число, обозначающее марку, определяет требуемое временное сопротивление сжатию

кубиков, изготовленных из раствора жёсткой консистенции кукуермита и нормального песка (состава 1:3), в 28-дневном возрасте.

Примечание: Кукуермит изготавливается марки „50“ и „100“. Изготовление кукуермита марки „25“ воспрещено. Кукуермит марки „25“ выпускается в том случае, если активность (временное сопротивление сжатию) кукуермита вследствие продолжительного пребывания на складе пала ниже 50.

3. Через сито с 4900 отв. на кв. см. должно проходить не менее 90 % веса пробы, и остаток на сите с 900 отв. см². не должен превышать 2 %.

4. Образцы (кубики и восьмёрки), изготовленные из раствора состава 1:3 (сланцевозольное вяжущее: песок по весу), должны показать временное сопротивление сжатию и растяжению не ниже указанных в нижеприведённых таблицах величин.

Таблица 1.

Временное сопротивление сжатию кг/см².

Марка	7 дней	28 дней	56 дней
100	20	100	130
50	10	50	75
25	5	25	35

Таблица 2.

Временное сопротивление растяжению кг/см².

Марка	7 дней	28 дней	56 дней
100	3,0	10	12
50	1,5	5	6
25	1,0	2,5	3

Примечание: При несоответствии 7- и 28-дневной прочности нормам, приведённым в таблицах 1 и 2, марка может быть определена, исходя из 56-дневной прочности образцов.

5. Кукуермит марки „50“ и „25“ должен показать равномерное изменение объёма при хранении образцов во влажном воздухе.

Кукуермит марки „100“ должен показать равномерное изменение объёма при хранении образцов, как во влажном воздухе, так и в воде.

6. Содержание сульфатов, считая на SO₃, не должно превышать 4 %.

7. Начало и конец схватывания не нормированы, но отмечаются в паспорте. В случае надобности можно при согласении сторон устанавливать требования относительно времени схватывания.

8. Потеря при прокаливании не должна превышать 17 %.

9. Ввиду уменьшения активности кукуермита с течением времени, его рекомендуется использовать в течение возможно короткого промежутка времени, считая со дня изготовления кукуермита.

III. Правила приёмки.

10. Величиной партии кукуермита считается 200 тонн.

11. Для определения качества кукуермита из каждой партии в 200 т отбирается проба в 10 кг. Проба отбирается, в зависимости от способа отправки кукуермита, след. образом: при отправке навалом в вагонах проба отбирается от каждого вагона; при отправке в мешках от каждых 400 мешков 1 кг; при отправке автомобильным транспортом по 1 кг от каждых 20 тонн.

12. Отбранную пробу кукуермита тщательно перемешивают и подвергают испытаниям, предусмотренным разделом IV настоящего стандарта.

13. По истечении 1,5 месяца со времени определения марки кукуермита, испытания для определения марки повторяются, ввиду уменьшения активности кукуермита с течением времени.

14. Кукуермит должен быть забракован в случае, если он не отвечает любому из требований настоящего стандарта.

Примечание: По показателям прочности кукуермит должен быть забракован только в том случае, если он не удовлетворяет показателям самой низкой марки.

IV. Методы испытаний.

15. Определение физических и механических свойств кукуермита производится по методам, предусмотренным в ГОСТ 310—41, в разделах I—VII.

При этом для производства испытаний кукуермита вводятся следующие изменения:

16. При определении нормальной консистенции теста берётся 300 гр. кукуермита вместо предусмотренных 400 гр.

17. Для определения равномерности изменения объёма из теста нормальной консистенции готовят 4 лепёшки, которые хранятся в насыщенном влагой воздухе:

а) равномерность изменения объёма во влажном воздухе: две лепёшки выдерживаются 28 дней в насыщенном влагой воздухе.

Изменение объёма считается равномерным, если по истечении 28 суток лепёшки не дают радиальных, доходящих до краёв, трещин, или сетки тонких трещин, а также искривлений в любом направлении.

б) равномерность изменения объёма в воде: две лепёшки после семисуточного хранения во влажном воздухе погружаются в воду, где они выдерживаются при температуре $20 \pm 5^\circ \text{C}$. Изменение объёма считается равномерным, если после хранения в воде в течение 21 суток не обнаружится радиальных, доходящих до краёв, трещин или сетки тонких трещин, а также искривлений в любом направлении.

18. Нормальную консистенцию раствора из кукуермита и нормального песка определяет то количество воды (в % от веса сухой смеси), при котором во время трамбовки цементное молоко в желобках форм появляется не раньше 48-ми и не позже 58-ми ударов молотка. Обычно необходимое количество воды получается в пределах 10—12^о.

19. Восьмёрки и кубики вынимаются из форм немедленно после трамбовки. Освобождённые от формы образцы хранятся до испытания в насыщенном влагой воздухе.

20. При испытании кукуермита допускается применение местного песка, причём песок должен удовлетворять нижеследующим требованиям:

- а) влажность — не выше 0,2 %;
- б) потеря при прокаливании — не выше 0,5 % от веса отобранной пробы;
- в) не допускается примеси глины и мелкозернистого песка;
- г) остаток на сите № 250 (64 отв. на 1 см²) — менее 5 %; на сите № 500 (144 отв. на 1 см²) — не менее 90 % от веса отобранной для просеивания пробы.

21. Содержание сульфатов определяется по ОСТ/НКТП 3204 по методу, предназначенному для портланд-цемента.

У. Упаковка и маркировка.

22. Отправка кукуермита производится в таре и навалом.

23. При каждой, весом не более 20 тонн, партии кукуермита, отправляемой потребителю, должно быть указано:

- а) наименование завода-изготовителя или марка завода;
- б) наименование вяжущего и предполагаемая марка;
- в) номер и вес партии (нетто);
- г) дата отгрузки;
- д) ориентировочно начало и конец схватывания.

Примечание: Предполагаемая марка и ориентировочное время схватывания кукуермита определяется ОТК завода на основе ежедневных периодических контрольных испытаний.

24. Не позднее 10 дней после отправки кукуермита завод-изготовитель должен выслать потребителю паспорт со следующими данными:

- а) номер и дата выдачи паспорта;
- б) наименование завода-изготовителя или марка завода;
- в) номер партии и вес (нетто);
- г) номера вагонов и накладных (при отправке в вагонах);
- д) дата отгрузки;
- е) наименование и марка вяжущего;
- ж) состав вяжущего (наименование и процентное соотношение компонентов);
- з) дата изготовления образцов и результаты испытаний (включая начало и конец схватывания);
- и) „Е—3—49“.

Примечание: 1. Указание марки кукуермита может основываться на 7-дневной прочности или на другом подходящем ускоренном методе.

2. В случае отсутствия к моменту отправки кукуермита данных о 28-суточной прочности и равномерности изменения объёма, эти данные высылаются потребителю не позднее 30 суток после отправки кукуермита.

3. Данные о 56-суточной прочности высылаются потребителю только в случае, если эти данные являются основой для определения марки кукуермита, на основании примечания к пункту 4 настоящих ТУ.

VI. Транспортирование и хранение.

25. Кукермит должен транспортироваться в закрытых и соответствующим образом оборудованных вагонах-контейнерах, автомашинах и пр.

26. При транспортировании и хранении кукермит должен быть предохранён от действия влаги и загрязнения посторонними примесями.

Председатель Комиссии по стандартизации Министерства Жилищно-Гражданского Строительства и Промышленности Строительных Материалов Эстонской ССР

И. Брюков.

Секретарь Комиссии по стандартизации Министерства Жилищно-Гражданского Строительства и Промышленности Строительных Материалов Эстонской ССР

А. Пальк.

„Утверждаю“.

5 марта 1949 года

Заместитель Министра
Жилгражданстроя ЭССР

А. Крийск.

2. Временная инструкция по применению кукермита.

1. На стройках разрешается применять только кукермит, имеющий паспорт с указанием его свойств, согласно заводским техническим условиям „Е-З-49“.

2. Кукермит применяется:

а) в качестве строительного вяжущего в растворах для каменной кладки и штукатурных работ, в тех конструктивных элементах и помещениях, где процент влажности не выше нормального. В конструктивных элементах и помещениях, имеющих высокий процент влажности, но не подвергающихся воздействию холода, разрешается применение кукермита при условии положительных результатов испытания последнего на равномерность изменения объёма в воде. Применение кукермита для конструктивных элементов, постоянно находящихся в воде, не разрешается;

б) в качестве добавки, для частичной замены цемента в бетоне, железобетоне и цементных растворах.

3. При применении кукермита для бетонных работ и в качестве раствора, для каменной кладки и штукатурных работ необходимо руководствоваться техническими условиями, действующими для указанных видов работ, причём следует иметь в виду те специальные условия, которые зафиксированы в настоящей временной инструкции по применению кукермита.

1. Применение кукурмита в строительных растворах.

4. Кукурмит марки „100“ применяется для изготовления строительных растворов марки „4—30“, кукурмит марки „50“ — для строительных растворов марки „2—15“, и кукурмит марки „25“ — для строительных растворов марки „2—8“. Для получения высших марок строительного раствора необходимо добавление портланд-цемента.

5. При изготовлении строительных растворов рекомендуется применять кукурмит без добавления других вяжущих. Разрешается применять кукурмит вместе с глиной или воздушной известью, для придания раствору большей пластичности или удобоукладываемости (если это экономически обосновано), со сланцезольной известью и портланд-цементом для повышения марки раствора и водостойкости, а также и с другими вяжущими веществами, пригодность которых к употреблению с кукурмитом подтверждается соответствующими лабораторными испытаниями.

6. Составы растворов определяются в зависимости от требуемой марки раствора и сроков загрузки возводимого сооружения.

Для определения состава раствора рекомендуется предварительное производство контрольных замесов, с применением фактически находящихся на стройке вяжущих и песка.

При определении состава раствора рекомендуется руководствоваться ориентировочными объёмными соотношениями, приведёнными в таблицах 1 и 2. Данные в этих таблицах ориентировочные объёмные соотношения можно также использовать для руководства при определении состава для заданной марки, в случаях, когда это требуется срочностью работ, но при условии:

- а) производства последующих контрольных испытаний выбранного состава;
- б) что строительная конструкция, на которой будет применён данный раствор не будет нести нагрузки до достижения раствором предусмотренной прочности (производство контрольных испытаний для растворов марки „8“ и ниже не обязательно).

Для предотвращения растрескивания, вызываемого чрезмерной жирностью и жидкостью консистенции растворов, необходимо, чтобы количество вяжущего на 1 м³ раствора не превышало 400—500 кг.

7. Определение состава раствора марки „30“ или выше, без предварительного лабораторного испытания, не разрешается.

8. При маркировке растворов следует применять инструкцию для маркировки и составления цементных, смешанных и известковых растворов (см. издание 1945 г. Технического Отдела Министерства Жилгражданстроя ЭССР).

9. Производство штукатурки деревянных стен и потолков раствором из чистого кукурмита нежелательно, ввиду плохого сцепления штукатурного раствора из кукурмита с деревом.

10. Раствор из кукурмита следует готовить только в количестве, которое может быть использовано на строительстве до начала твердения кукурмита.

11. При кладке или штукатурке стен из красного кирпича растворами, содержащими кукурмит, необходимо предварительно смачивать кирпичи или увеличивать водоцементный фактор раствора до предела, при котором ещё возможно получение раствора удобоукладываемой консистенции. В противном случае кирпичи впитывают влагу из раствора, что понижает прочность конструкции.

Растворы из кукурмита, как и из других гидравлических вяжущих, на первый период твердения следует предохранять от интенсивного высыхания (7—12 дней).

Таблица 1.

Растворы для каменной кладки.
(Состав раствора по объёму.)

Наименование составных частей раствора	Марка раствора	Марка кукуермита		
		25	50	100
Кукермит: песок	30	—	—	1:2,5
	15	—	1:2,5	1:3,5
	8	1:2,5	1:3,5	1:4,5
	4	1:3,5	1:4,5	1:4,5
	2	1:4,5	—	—
Кукермит: портланд-цемент (марка „300“): песок	80	1:1:5,5	1:1:5,5	1:1:6
	50	1:0,5:5	1:0,5:5	1:0,2:4
	30	1:0,3:4	1:0,3:4	1:0,1:3,5
	15	1:0,1:3	1:0,1:3	1:0,1:4
Кукермит: известь: песок	15	—	—	1:0,3:4
	8	—	1:0,5:4	1:0,8:7
	4	1:0,5:4	1:1:6	1:1:10
	2	1:1:6	—	—

Таблица 2.

Составы штукатурных растворов.

(Для штукатурных работ в помещениях с нормальным режимом влажности.)

Наименование составных частей раствора	Состав раствора по объёму	
	для нанесения нижнего намета	для нанесения верхнего слоя
Кукермит: песок	1:2 до 1:3	1:1,5 до 1:2,5
Кукермит: известь: песок	1:0,2:2,5 до 1:0,3:4	1:0,2:2 до 1:0,4:3
	1:1:4 до 1:1:6	1:1:3 до 1:2:9
		1:1:3 до 1:1:5
Кукермит: цемент: песок	1:0,2:2,5 до 1:0,2:3,5	1:0,2:2 до 1:0,2:3
	1:0,3:2,5 до 1:0,2:3,5	1:0,3:2 до 1:0,3:3,2

- Примечания.** 1. При изготовлении штукатурного раствора не рекомендуется применять кукермит, марка которого ниже „50“.
2. При внутренних штукатурных работах в помещениях с нормальной влажностью, для ускорения твердения штукатурки, разрешается добавлять гипс.

12. При каменной кладке способом замораживания употребление чистого кукермитного раствора не разрешается. В этом случае кукермит разрешается употреблять только в качестве добавки к цементному раствору, причём рекомендуется

добавлять кукурмит в количестве не более 50 % к общему весу вяжущего. если соответствующими испытаниями не установлено другого подходящего соотношения.

13. При хранении в открытом виде кукурмит вследствие своей гигроскопичности вбирает влагу, которая, вступая в химическое соединение, понижает активность кукурмита. Поэтому рекомендуется не допускать хранения кукурмита на стройплощадке, а использовать его по возможности без промедления.

II. Применение кукурмита для частичной замены цемента в бетоне, железобетоне и цементных растворах.

14. Целесообразно заменять часть цемента кукурмитом в случаях, когда:

- а) марка цемента, применяемого для изготовления бетона, более, чем в 2,5 раза выше заданной марки бетона и
- б) марка цемента, применяемого для изготовления цементного раствора более, чем в 4 раза, выше требуемой марки раствора.

15. Количество кукурмита, применяемого для частичной замены портланд-цемента, зависит в первую очередь от:

- а) марки смешанного вяжущего, которую нужно получить путём добавления кукурмита;
- б) марки применяемого кукурмита;
- в) марки применяемого портланд-цемента;
- г) минимально необходимого количества цемента в бетоне, и должно быть точно установлено контрольными лабораторными испытаниями.

При определении марки вяжущего, получаемого при добавлении кукурмита, можно ориентировочно руководствоваться нижеприведённой формулой или таблицей 3:

$$R_c = \frac{R_{ц} + \frac{к}{ц} R_k}{1 + \frac{к}{ц}}$$

где R_c — 28-дневное временное сопротивление на сжатие смешанного вяжущего, получаемого при добавлении кукурмита (хранение во влажном воздухе);

$R_{ц}$ — марка цемента, к которому добавляется кукурмит;

R_k — марка кукурмита (активность);

$\frac{к}{ц}$ — весовое отношение кукурмита к цементу, при изготовлении смешанного раствора.

16. В армированных бетонах (железобетонах) кукурмит применяется в качестве частичного заменителя портланд-цемента, причём весовое количество кукурмита в составе вяжущего для бетона (портланд-цемент: кукурмит) не должно превышать 25 % по весу.

17. В неармированном бетоне кукурмит применяется в качестве частичного заменителя портланд-цемента. Максимальное допускаемое количество кукурмита в составе вяжущего для бетона зафиксировано в таблице 4.

Таблица 3.

Ориентировочное 28-дневное временное сопротивление на сжатие смешанного вяжущего (портланд-цемент + кукуер-мит) в зависимости от марки портланд-цемента и кукуермита и от весового соотношения их в смешанном вяжущем.

Состав смешанного вяжущего в % % (по весу)		Марка цемента (R_c)												
		200		250		300		400		500		600		
Кукуер-мит	Цемент	Марка кукуермита (R_k)												
		25	50	100	25	50	100	25	50	100	25	50	100	
0	100	200	200	200	250	300	300	300	400	400	500	500	600	600
5	95	191	192	195	239	240	243	286	287	290	381	383	476	480
10	90	182	185	190	228	230	235	272	275	280	362	365	453	460
15	85	174	178	185	217	220	228	259	263	270	343	348	429	440
20	80	165	170	180	205	210	220	245	250	260	325	330	405	420
25	75	156	162	175	193	200	213	231	238	250	306	313	381	400
30	70	148	155	170	182	190	205	217	225	240	288	295	358	380
35	65	139	148	165	171	180	198	204	213	230	269	278	334	360
40	60	130	140	160	160	170	190	190	200	220	250	260	310	320
45	55	121	133	155	149	160	183	176	188	210	231	245	286	298
50	50	112	125	150	137	150	175	162	175	200	213	225	250	263
55	45	104	118	145	126	140	168	148	163	190	194	208	235	250
60	40	95	110	140	115	130	160	135	150	180	175	190	220	215
65	35	86	103	135	103	120	153	127	138	170	156	173	205	191
70	30	78	95	130	92	110	145	113	125	160	137	155	190	167
75	25	69	88	125	81	100	138	94	112	150	118	138	175	144
80	20	60	80	120	70	90	130	80	100	140	100	120	160	120
85	15	50	72	115	59	80	123	66	88	130	81	103	145	96
90	10	42	65	110	48	70	115	53	75	120	63	85	130	73
95	5	34	58	105	37	60	108	39	62	110	44	68	115	49
100	0	25	50	100	25	50	100	25	50	100	25	50	100	25

Таблица 4.

Максимально допускаемое процентное (по весу) количество кукуермита к общему количеству вяжущего при изготовлении неармированного бетона.

Марка кукуермита	Марка портланд-цемента		
	200	250	300 и выше
25	25	40	50
50	30	50	50
100	50	50	50

Примечание. Добавление большого количества кукуермита в бетоны не рекомендуется для конструкций, находящихся постоянно под водой или под землёй, а также при бетонировании больших массивов, так как в этих случаях бетон с добавлением кукуермита, не соприкасаясь с воздухом, твердеет медленно и недостаточно.

18. Бетон на кукуермите, в котором в качестве вяжущего применён только кукуермит (также с необходимым добавлением цемента), можно использовать для изготовления неармированных монтируемых деталей и блоков, каковые могут быть использованы в сухих условиях.

Бетон на кукуермите требует при пропарке в пропарочной камере или автоклаве особого режима, каковой надлежит определять опытно.

19. Добавление кукуермита замедляет твердение бетона, с чем надо считаться при снятии опалубки.

20. Определение состава бетона без предварительных лабораторных испытаний не разрешается.

Начальник Технического отдела
Минжилгражданстроя ЭССР

Э. Вайно.

Оглавление.

	Стр.
I. Введение	3
II. Сланцевая зола, как вяжущее вещество	3
1. Основные строительные вяжущие вещества	4
2. Состав сланцевой золы	7
3. Вяжущие свойства сланцевой золы	9
III. Свойства изготовленного в промышленном масштабе сланцевольного вяжущего вещества кукермита	14
IV. Строительные растворы из кукермита	16
1. Результаты лабораторного исследования	16
2. Строительный опыт	18
3. О возможности применения кукермита для изготовления строительных растворов	19
V. О возможностях применения кукермита для бетонных работ и для изготовления стеновых блоков	23
1. Применение кукермита для бетонных и железобетонных работ	23
2. Применение кукермита для изготовления стеновых блоков	24
Приложения	25
1. Временные технические условия по изготовлению и применению сланцевольного вяжущего кукермита	25
2. Временная инструкция по применению кукермита	29

Vastutav toimetaja

E. Vaino.

Tehniline toimetaja

H. Seletus.

Ladumisele antud 29. VII 1949.
Trükkimisele antud 21. IX 1949.
Paberi kaust 67 × 95. ¹/₁₆. Trüki-
poognaid 2¹/₄. Autoripoognaid
2,15. Arvestuspoognaid 2,18.
MB 05244. Laotihedus trpg.
45000. Tiraaž 850. Trükikoja
tellimus nr. 1968. Trükikoda
„Hans Heidemann“, Tartu,
Vallikraavi 4.

Опечатки.

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
6	18 сверху	от 800 до 950 ⁰	от 850 до 950 ⁰	Автора
7	6 снизу	от 40 до 50%	от 40 до 60%	"
18	Таб. 8, графа 4	56 дн.	56 дн.	"
		—	25,6	
		—	45,8	
"	" " " 6	56 дн.	56 дн.	"
		—	48,5	
		—	68,5	
"	" " " 9	56 дн.	56 дн.	"
		—	9,1	
		—	9,4	
"	" " " 11	56 дн.	56 дн.	"
		—	11,4	
		—	12,8	

БЕСПЛАТНО

49 045