



Алексеева Л.В.

Алексеева Л.В., зав.сектором перлита, ГП «НИИСМИ», г. Киев

ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВСПУЧЕННОГО ПЕРЛИТА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В статье рассмотрены особенности энергосберегающей разработанной НИИСМИ технологии производства вспученного перлита из сырья различных месторождений, применяемого для строительства. Основные факторы, от которых зависит получение готового продукта с требуемыми показателями: свойства перлитового сырья, характерные для каждого отдельного месторождения; фракционный состав сырья, поступающего на вспучивание; технологии термообработки сырья, включающие использование эффективных тепловых агрегатов, способных реализовать требуемые технологические параметры при экономии тепловых затрат.

В настоящее время основной задачей в строительстве является обеспечение современных норм к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, находящихся в пределах 2,8...3,3 м²К/Вт (ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», зміна № 1). Для покрытия дефицита и дороговизны топлива неизбежно требуется расширение производства теплоизоляционных перлитовых материалов различного назначения.

Вспученный перлит широко применяется в различных отраслях народного хозяйства: в промышленности строительных материалов, металлургии, криогенной технике, пищевой промышленности, сельском хозяйстве (рис. 1).

Применение перлита в строительстве имеет полувековой опыт. Перлитовые материалы способны улучшить физические свойства уже существующих конструкций. Регулирование влажности конструкций и микроклимата помещений – одна из важных особенностей материалов на основе перлита. Существенное преимущество применения перлита, как утеплителя, – это снижение пожароопасности и повышение огнестойкости строительных конструкций; перлит входит в состав огнестойких красок, паст, огнезащитных штукатурок.

Основной путь совершенствования перлитовых предприятий и стабилизации их экономического состояния является применение энергосберегающих регулируемых технологий, способных производить требуемую для рынка продукцию.



Рис. 1. Применение вспученного перлита в Украине

При производстве вспученного перлита следует учитывать влияние следующих факторов, от которых зависит получение готового продукта с требуемыми показателями при экономии топливно-энергетических ресурсов:

- свойства перлитового сырья, характерные для каждого отдельного месторождения;
- фракционный состав сырья, поступающего на вспучивание;
- технологии термообработки сырья, включающие использование эффективных тепловых агрегатов, способных реализовать требуемые технологические параметры при экономии тепловых затрат.

В таблице 1 представлены физико-технические характеристики и химический состав перлитового сырья различных месторождений, которые влияют на параметры термообработки, при которых достигается получение вспученного перлита с максимально возможным коэффициентом вспучивания и соответственно с наименьшей для данного сырья насыпной плотностью.

Как видно из данных таблицы, основные различия, влияющие на процесс вспучивания, наблюдаются при сравнении технологических свойств первично-гидратированных (перлит месторождений Армении, Грузии, Греции, Турции) и вторично-гидратированных перлитов (перлит месторождений Украины, Монголии, Бурятии).

Основное отличие – это количество структурной воды, которое составляет 2,5-3,6 % для первичных перлитов и 4,8-8,6 для вторичных перлитов. Также имеются существенные отличия по показателям истинной плотности и пористости перлитов: для первичных перлитов пористость может быть 22-30%, для вторичных перлитов 6-12%. Количество щелочных окислов (Na₂O, K₂O) влияет на температуру вспучивания перлитового сырья, с уменьшением которого температура вспучивания возрастает: для первичных перлитов суммарное количество Na₂O и K₂O может составлять в среднем 7,0-8,5%, для вторичных перлитов – в среднем 4,5-5,5%.

Поэтому, на основе перлита различных месторождений, который имеет различные свойства, может быть получен вспученный перлит с диапазоном качественных показателей,

соответствующих перлитовому сырью только определенного месторождения.

В таблице 2 представлены характеристики вспученного перлитового песка, произведенного из сырья различных месторождений.

Как видно из таблицы, из первично-гидратированных перлитов может быть получен вспученный перлитовый песок с меньшей насыпной плотностью (40-180 кг/м³) и с большим водопоглощением (250-1490 % по массе) и меньшей прочностью (0,08-0,17 МПа), чем из вторично-гидратированных перлитов (насыпная плотность 80-280 кг/м³; водопоглощение 105-390 % по массе; прочность 0,24-0,37 МПа).

Кроме того, качественные показатели вспученного перлита, полученного из перлитового сырья различных месторождений, относящегося как к первично-, так и вторично-гидратированным перлитам также имеют свои отличия.

Таким образом, при выборе перлитового сырья для получения вспученного перлита с определенными показателями, в первую очередь, необходимо изучить его потенциальные технологические свойства, чтобы проводить его термообработку при рациональных параметрах с минимально-возможным расходом энергоресурсов, обеспечивая при этом требуемые качественные показатели готового вспученного продукта.

Кроме технологических свойств перлитового сырья, существенное влияние на параметры его термообработки и качественные показатели вспученного перлита оказывает фракционный состав сырья, поступающего на вспучивание.

В таблице 2 представлены результаты термообработки на промышленной линии узких фракций перлитового сырья различных месторождений и на рис. 2 – месторождения Фогош Закарпатской области Украины.

Полученные данные показывают, что применение узкофракционированного сырья позволяет достичь максимального значения коэффициента вспучивания для

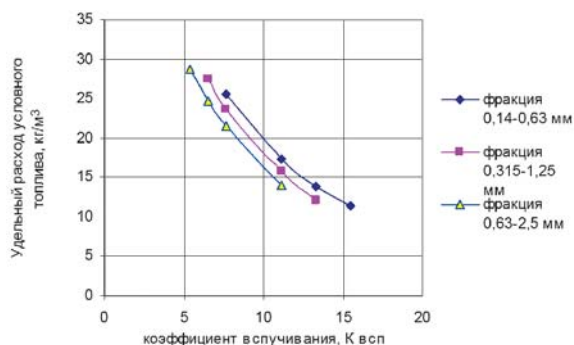


Рис.2. Зависимость удельного расхода условного топлива от коэффициента вспучивания перлитового сырья

каждой отдельной фракции, уменьшая при этом потери с просыпью недовспученных и выносом мелких пылевых частиц при вспучивании в шахтной печи, и таким образом способствует увеличению суммарного объема готового вспученного продукта. При этом удельный расход топлива на 1 м³ вспученного перлита может быть значительно уменьшен с 25-28 кг усл.т./м³ до 12-14 кг усл.т./м³.

Основное влияние на снижение топливно-энергетических ресурсов оказывает применяемая технология термообработки сырья, учитывающая технологические особенности перлита каждого отдельного месторождения, и одновременно позволяющая получить вспученный перлит с требуемыми качественными показателями при экономии топливно-энергетических ресурсов.

В строительстве для производства строительных материалов используется, в основном, вспученный перлитовый песок следующих характеристик: насыпная плотность – 75...150 кг/м³; фракции – 0,63-1,25 мм; 1,25-2,5 мм; 1,25-5,0 мм; теплопроводность – 0,043...0,058 Вт/(м·К); температура применения – от -200°С до +900°С. Основными требованиями, предъявляемыми к вспученному перлитовому песку для применения в строительстве, являются увеличение прочности и понижение водопоглощения.

Таблица 1.

Характеристика перлитового сырья различных месторождений

Месторождение	Химический состав, %										Истинная плотность, г/см ³	Средняя плотность, г/см ³	Пористость, %
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Украина													
Фогош	73,48	13,56	1,36	0,11	1,17	0,00	0,03	1,56	2,91	5,50	2,37	1,57	37,0
	74,38	12,93	1,36	0,14	1,17	0,08	0,08	1,36	3,26	4,87	2,38	1,51	36,6
Монголия													
Элиген-Булаг	73,80	11,70	0,95	0,11	0,68	1,05	0,18	2,97	5,70	2,87	2,38	2,30	3,4
	75,89	11,60	1,10	0,09	0,42	0,90	0,04	3,15	5,70	1,14	2,42	2,34	3,3
Бурятия													
Мухор-Талинское	71,06	13,21	0,68	0,04	0,18	0,02	0,02	1,64	4,06	5,89	2,39	2,21	7,5
	70,70	12,45	1,10	0,20	2,13	0,33	-	0,70	4,80	8,63	2,40	2,25	6,3
Грузия													
Параванское	73,28	12,93	0,92	0,13	0,68	0,23	0,00	4,18	3,00	3,66	2,36	1,62	31,3
Греция													
о. Милос	75,24	12,47	1,49	0,14	1,59	0,40	0,03	3,20	2,20	2,5	2,37	1,70	28,3
Турция													
Билесик	73,2	12,45	0,92	0,09	0,55	0,26	-	3,35	3,90	3,26	2,37	1,67	29,5
Армения													
Арагацкое	74,15	11,90	0,71	0,10	1,72	0,13	0,27	4,02	4,40	3,52	2,35	1,82	22,6
	72,39	12,62	1,82	0,18	1,13	0,18	0,07	3,60	4,10	2,06	2,37	1,72	27,4
Магаданская область													
Уптарское (вулканический пепел)	71,32	13,13	1,55	0,26	0,69	0,29	0,21	4,67	3,75	4,16	2,38	2,22	6,7

Таблица 2.

Характеристика вспученного перлитового песка
из сырья различных месторождений

Характеристика перлитового сырья			Характеристика вспученного перлитового песка			
Насыпная плотность перлитового сырья, кг/м ³ / фракция, мм	Режим Термообработки	Потери при прокаливании, % по массе	Насыпная плотность вспученного перлита, кг/м ³	Водопоглощение, % по массе	Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа (для плотности более 150 кг/м ³)	Теплопроводность, Вт/мК
Первично-гидратированный перлит						
Перлит Арагацкого месторождения Армении						
950 фракция 0,16-2,5 мм	1-стадия	3,07	68	1150	-	0,041
	2-стадия	1,60	180	250	0,17	0,060
Перлит Параванского месторождения Грузии						
1006 фракция 0,16-2,5мм	1-стадия	3,77	55	1	-	-
	2-стадия	1,70	130	290	-	0,048
Перлит месторождения Турции (Билесик)						
1275 фракция 0,16-2,5мм	1-стадия	3,97	88	617		0,037
	2-стадия	2,97	150	305	0,08	0,044
1138 фракция 0,16-0,63мм	1-стадия	3,74	38	1410	-	0,035
	2-стадия	3,07	96	602	-	0,041
Перлит месторождения Греции (о.Милос)						
980 фракция 0,16-2,5 мм	1-стадия	2,13	55-75	1050	-	0,037
	2-стадия	1,15-1,9	105-150	280	0,16	0,047
Вулканический пепел Уптарского месторождения (Магаданская область, Россия)						
1140 фракция 0,016-0,315мм	1-стадия	4,16	48	1490	-	0,037
	2-стадия	3,40	115	645	-	0,047
Вторично-гидратированный перлит						
Перлит месторождения Фогош Украины						
1150 фракция 0,315-1,25 мм	1-стадия	5,2	180	390	0,24	0,062
	2-стадия	3,7	80	150	-	0,046
1063 Фракция 0,63-2,5 мм	1-стадия	5,5	210	120	0,28	0,065
	2-стадия	3,6	90	370	-	0,049
Перлит монгольского месторождения Элиген-Булаг						
1001 фракция 0,16-2,5 мм	1-стадия	4,30	175	120	0,26	0,059
	2-стадия	3,0	87	280	-	0,049
1100 фракция 0,16-0,63 мм	1-стадия	4,30	156	115	-	0,055
	2-стадия	3,0	99	250	-	0,050
Перлит Мухор-Талинского месторождения (Бурятия, Россия)						
1015 фракция 1,25-2,5 мм	1-стадия	7,2	280,6	110	0,37	0,072
	2-стадия	3,5	100,5	320	-	0,052
1100 фракция 0,315-1,25 мм	1-стадия	7,2	247,2	108	0,31	0,068
	2-стадия	3,45	82,8	330	-	0,045
1063 фракция 0,16-0,63 мм	1-стадия	7,2	227,6	105	-	0,067
	2-стадия	3,45	74,5	350	-	0,043

НИИСМИ разработана усовершенствованная двух-стадийная технология (рис.3) термообработки перлитового сырья различных месторождений с применением печи термодготовки кипящего слоя (разработана совместно с институтом газа НАН Украины) и шахтной печи вспучивания конструкции НИИСМИ /1/, которая позволяет регулировать количество структурной воды (порообразователя) в перлитовом сырье при его термодготовке, т.е. изменить его технологические свойства. В результате при последующем процессе вспучивания можно получить вспученный перлитовый песок требуемой для различных потребителей пористой структуры и фракции, в том числе с пониженным водопоглощением и повышенной прочностью, что пригодно для применения в строительстве.

Особенностью технологии является также утилизация теплоты отходящих газов после печи вспучивания путем установки на трубопроводе перлитовоздушной смеси рекуператора (рис. 4) для нагрева воздуха, поступающего на горение.

В зависимости от степени утилизации тепла /2/ возможно уменьшить удельный расход топлива в 1,5-2 раза. (рис. 5).

Усовершенствованная двух-стадийная технология НИИСМИ действует на украинских перлитовых предприятиях с использованием украинского перлитового сырья, в Монголии с использованием монгольского перлитового сырья, в Греции и т.д. Сейчас НИИСМИ разработана двух-стадийная технология для производства вспученного перлитового песка из Мухор-Талинского перлита и выполняется работа по ее внедрению.

В таблице 2 представлены результаты термообработки по этой технологии перлитового сырья различных месторождений. Как видно из таблицы, применение таких технологических операций способствует расширению номенклатуры готового вспученного перлита и гарантирует получение вспученного перлита требуемого эксплуатационного качества при снижении энергозатрат.

Таким образом, для производства вспученного перлита с экономией топливно-энергетических ресурсов необходимо осуществлять термообработку узкофракционированного перлитового сырья по технологии, учитывая технологические свойства каждого отдельного месторождения, а также с учетом требований, предъявляемым к эксплуатационным показателям готового вспученного продукта для конкретного потребителя.

Для получения мелкого (до 1,25 мм) легкого (насыпная плотность менее 70-80 кг/м³) вспученного перлитового песка специального назначения, используемого при производстве некоторых составов сухих смесей, красок, линолеума и др., рекомендуется применять первично-гидратированные перлиты Турции, Грузии, вулканический пепел.

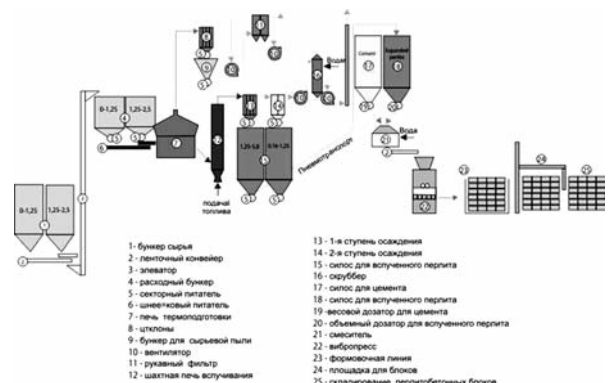


Рис. 3. Технологическая схема производства вспученного перлитового песка и перлитобетонных блоков

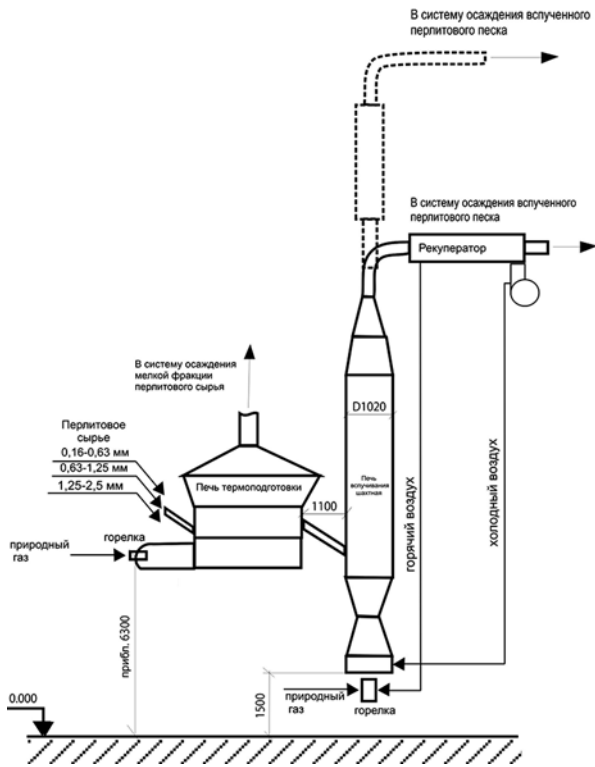


Рис. 4. Технологическая схема производства вспученного перлита по двухстадийной технологии НИИСМИ с применением рекуператора

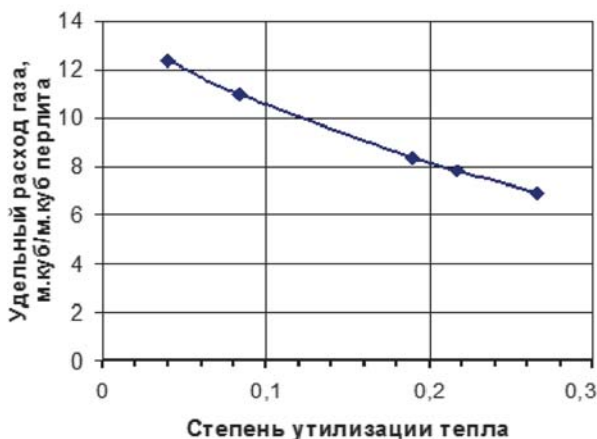


Рис. 5. Изменение удельного расхода газа в зависимости от степени утилизации тепла

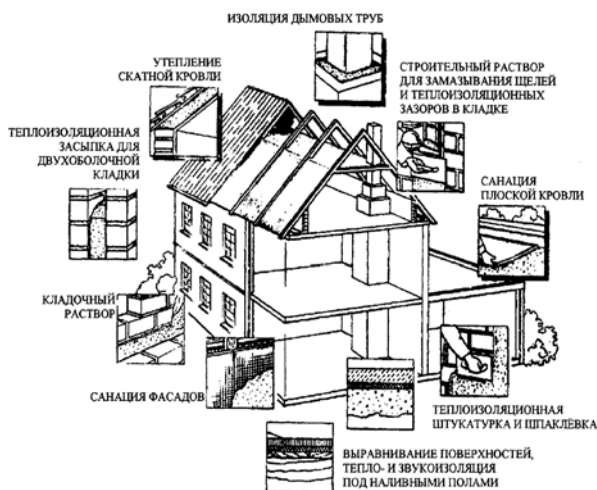


Рис. 6. Перлит Украины для утепления дома

Для получения вспученного перлитового песка фракций более 1,25 мм с насыпной плотностью 80-150 кг³ с улучшенными показателями качества (повышенной прочностью, пониженным водопоглощением), используемого в качестве заполнителя в легких бетонах, для сухих строительных смесей, в качестве засыпной теплоизоляции и др., рекомендуется использовать первично-гидратированные перлиты Армении, Греции, и вторично-гидратированные перлиты Украины, России, Монголии и др., термообработку которых осуществляют по двух-стадийной технологии НИИСМИ.

Основное назначение перлита в стройиндустрии – это использование в конструкциях жилых, общественных и промышленных зданиях, для утепления наружных стен, крыш, перекрытий, полов. В настоящее время перлит используется при утеплении фасадов, кровель, перекрытий., на основе перлита производят теплоизоляционные штукатурки, кладочные растворы и даже клеевые составы (рис. 6).

На основе украинского перлитового сырья НИИСМИ разработаны и внедрены в промышленность эффективные технологии получения различных материалов и изделий /3, 4/:

- технология производства мелкоштучных перлитобетонных изделий методом вибропрессования (плотность 500-700 кг/м³, прочность на сжатие 1,0-3,5 МПа, теплопроводность 0,11-0,14 Вт/ м.К). Назначение – для ограждающих конструкций жилых, гражданских и промышленных зданий (производятся ЗАО «Броварской ЗСК»);

- эффективные сухие штукатурные смеси на основе вспученного перлитового песка – гипсо-перлитовые (насыпная плотность 400-900 кг/м³, теплопроводность 0,08-0,20 Вт/м.К) и цементно-перлитовые (насыпная плотность 700-900 кг/м³, теплопроводность 0,18-0,20 Вт/м.К);

- технология получения вспученных перлитовых порошков, которые предназначены в качестве облегчающей добавки для тампонажных цементов.

- перлитовые засыпки /5/ в конструкциях стен из пустотелых мелкоштучных изделий плотностью 75-100 кг/м³;

- микросферы из вулканического пепла (насыпная плотность 70-120 кг/м³) для специальных целей при производстве лаков, красок и др.;

- теплоизоляционные перлитовые плиты в оболочке с эффектом отражающей изоляции: плотность – 200...250 кг/м³: теплопроводность (подпрессованных изделий) – 0,05...0,06Вт/(м·К); теплопроводность (при использовании вакуума или модифицированной газовой среды) – 0,02...0,03 Вт/(м·К).

Литература:

1. Л.В.Алексеева Л.В. Технологические особенности производства вспученного перлита из сырья различных месторождений // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №6. – С.25-29.
2. И.Хвастухин, Л.В.Алексеева, В.Н.Орлик, Н.Ю.Петрова. Пути снижения затрат топлива при вспучивании перлита // Строительные материалы и изделия – 2003, № 2. с.12-15
3. Нацевский С.Ю. Перлит в современных бетонах, сухих строительных смесях и теплоизоляционных изделиях. // М.: Строительные материалы. – 2006. – № 6. – С.78-82.
4. Л.В.Алексеева, С.Ю. Нацевский. Опыт применения вспученного перлита в строительстве.// Строительные материалы. – 2013. – №5-6. – С.62-64.
5. Патент Украины № 31674 Теплоизоляционная засыпка из вспученного перлитового песка.