

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ТЕРМОПОДГОТОВКИ ПЕРЛИТОВОГО СЫРЬЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВСПУЧЕННОГО ПЕРЛИТА С УЛУЧШЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Эксплуатационные характеристики вспученного перлита и, соответственно, его качество зависят, в основном, от характера его пористой структуры и размера зерен, что является результатом процесса термообработки перлитового сырья.

Перлиты отличаются широкой гаммой различных свойств, которые влияют на процесс их вспучивания. Различные условия образования определяют многообразие разновидностей перлитовых пород, которые классифицируются по трем критериям: генетическому, петрографическому и технологическому (табл.1).

Поэтому при получении вспученного перлита с требуемыми показателями необходимо учитывать влияние свойств перлитового сырья каждого отдельного месторождения и применять для каждого вида сырья индивидуальный технологический подход. Термообработка перлитового сырья может осуществляться по одно-стадийной схеме – только вспучивание сырья и по двух-стадийной схеме, а именно: вначале – предварительная термоподготовка, а затем – вспучивание.

По генетическому критерию все существующие разновидности перлитов делятся на две большие группы: первично-гидратированная порода и вторично-гидратированная порода или первичные перлиты и вторичные перлиты

В большинстве случаев первичные перлиты имеют пористую или пемзовидную текстуру, количество структурной воды равняется от 1,5 до 4,5%. К таким перлитам относятся перлиты месторождений Армении, Грузии, России (Камчатка, Магаданская обл. и др.), Америки, Греции, Турции.

Вторичные перлиты могут быть представлены массивными и рыхлыми разновидностями, количество воды составляет от 4,5 до 9,5%. К этим перлитам можно отнести перлиты месторождений Украины, России (Бурятия, Приморский край), Монголии, Китая.

Для получения вспученного перлита с требуемыми показателями необходимо выбрать оптимальные условия термообработки перлита каждого отдельного месторождения, в основном, обеспечивающие заданное количество порообразователя (количество структурной воды), и соответствующее оборудование, которое способно реализовать эти условия наилучшим образом.

В НИИСМИ разработана усовершенствованная двух-стадийная технология термообработки перлитовой породы в двух отдельных агрегатах (рис.1), которая может обеспечить получение вспученного перлита требуемого качества из сырья различных разновидностей и таким образом является универсальной:

первая стадия – предварительная термоподготовка сырья осуществляется в специальной печи термоподготовки кипящего слоя; (печь разработана совместно с Институтом газа НАН Украины);

вторая стадия – вспучивание термоподготовленного сырья осуществляется в шахтной печи (печь конструкции НИИСМИ из рядовой стали, изнутри футерованная огнеупором)

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.

Разработанная двухстадийная технология с использованием для предварительной термоподготовки агрегатов кипящего слоя по сравнению с известными технологиями имеет существенное отличие.



Рис.1. Производство вспученного перлитового песка по усовершенствованной двухстадийной технологии НИИСМИ на Броварском ЗСК.

1 – шахтная печь вспучивания,

2 – печь термоподготовки кипящего слоя

Таблица 1.

Физико-технические характеристики и технологические свойства перлитового сырья

| Наименование показателей | Наименование месторождений перлита | | |
|---|--|--|-------------------------------|
| | Арагацкое Армении, Параванское Грузии | Береговское (Фошо, Ардов) Украины | Мухор- Талинское России |
| Геологический возраст, эра | Кайнозойская, 2-5 млн.лет | Мезозойская 10 млн.лет | Палеозойская, до 300 млн.лет |
| Хим. состав, % | | | |
| SiO ₂ | 73,3-73,9 | 73,5-74,6 | 69,3-72,2 |
| Al ₂ O ₃ | 11,9-12,6 | 12,3-13,5 | 12,8-13,4 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,2-1,9 | 0,8-1,3 | 1,1-1,6 |
| Na ₂ O | 3,5-4,0 | 1,4-1,8 | 2,2-2,6 |
| K ₂ O | 3,3-4,4 | 0,8-3,2 | 1,8-3,3 |
| п.п.п. | 3,3-3,6 | 4,7-5,5 | 6,0-7,5 |
| Кристаллические вкрапления, % | - | 5-10 | 8-12 |
| Глинистые минералы, % | - | 2-30 | 15-20 |
| Плотность, г/см ³ | 2,35-2,36 | 2,27-2,38 | 2,39-2,41 |
| Пористость, % | 16-32 | 14-25 | 5-10 |
| Температура вспучивания, °C | 900-1000 | 1100-1200 | 1200-1300 |
| Насыпная плотность вспученного перлита, кг/м ³ | 35-120 | 80-200 | 150-400 |
| Коэффициент вспучивания | 18-28 | 5-15 | 2,5-5 |

Характерной особенностью существующих зарубежных технологий (рис.2) является осуществление предварительного нагрева перлитового сырья за счетходящих газов перед его вспучиванием в вертикальных шахтных печах (1, 2) или во вращающихся печах (3), а также в отдельных агрегатах с использованием для термоподготовки вращающихся печей. Такой процесс представляет собой нерегулируемый нагрев перлитового сырья ни по температуре, ни по времени. Поэтому, в результате, невозможно обеспечить стабильное заданное количество структурной воды в подготовленном сырье.

Для такого процесса нагрева перлитового сырья перед вспучиванием применяется обычно термин «предварительный нагрев» («preheating»).

Особенность новой технологии НИИСМИ заключается в возможности регулирования в печи термоподготовки кипящего слоя параметров термоподготовки перлитового сырья в широких заданных пределах, а именно: поддержание регулируемого температурно-временного режима нагрева в большом диапазоне. (100-550 °С). Такой процесс позволяет. получить стабильное заданное качество термоподготовленного сырья по количеству структурной воды (порообразователя) для каждой узкой фракции сырья, а также однородный материал по размеру частиц с уменьшенным количеством мелкой фракции (за счет выделения пылевидной фракции менее 0,14 мм) и их аэродинамическим характеристикам.

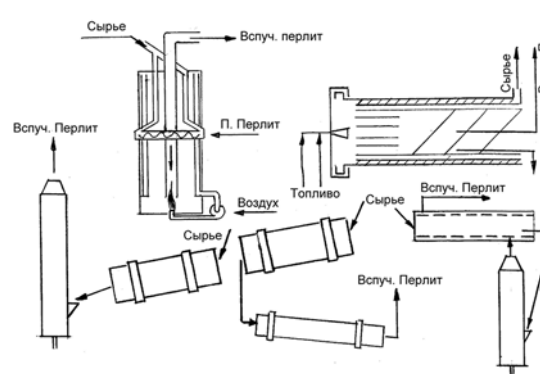


Рис. 2. Известные технологии термообработки перлита с предварительным нагревом сырья

Таблица 2.

Характеристики вспученного перлитового песка из первичных перлитов

| Характеристика перлитового сырья | | | Характеристика перлитового песка | | | |
|---|----------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------|--|-------------------------|
| Насыпная плотность перлитового сырья, кг/м ³ | Режим Термообработки | Потери при прокаливании, % по массе | Насыпная плотность вспученного перлита, кг/м ³ | Водо-поглощение, % по массе | Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа (для плотности более 150 кг/м ³) | Теплопроводность, Вт/мК |
| 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 0,16-2,5 мм) | 1-стадия | 3,77 | 55 | 1350 | - | 0,041 |
| | 2-стадия | 1,70 | 130 | 290 | - | 0,048 |
| Перлит месторождения Турции (Билесик) | | | | | | |
| 1275 (фракция 0,16-2,5 мм) | 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 |
| Вулканический пепел Уптарского месторождения (Магаданская область, Россия) | | | | | | |
| 1140 (фракция 0,016-0,315 мм) | 1-стадия | 4,16 | 48 | 1490 | - | 0,037 |
| | 2-стадия | 3,40 | 115 | 645 | - | 0,047 |

Таблица 3.

Характеристики вспученного перлитового песка из вторичных перлитов

| Характеристика перлитового сырья | | | Характеристика перлитового песка | | | |
|--|----------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------|--|-------------------------|
| Насыпная плотность перлитового сырья, кг/м ³ | Режим Термообработки | Потери при прокаливании, % по массе | Насыпная плотность вспученного перлита, кг/м ³ | Водо-поглощение, % по массе | Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа (для плотности более 150 кг/м ³) | Теплопроводность, Вт/мК |
| 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 |

Фракция 0,63-5,0 мм



1- стадийная технология

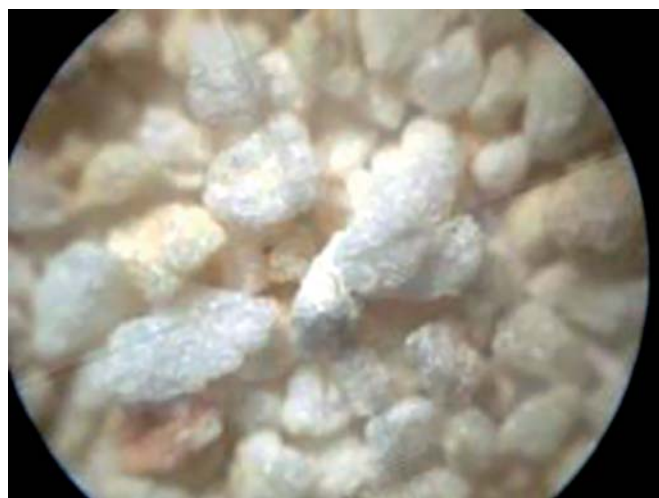


2-х стадийная технология

Фракция 0,315-2,5 мм



1- стадийная технология

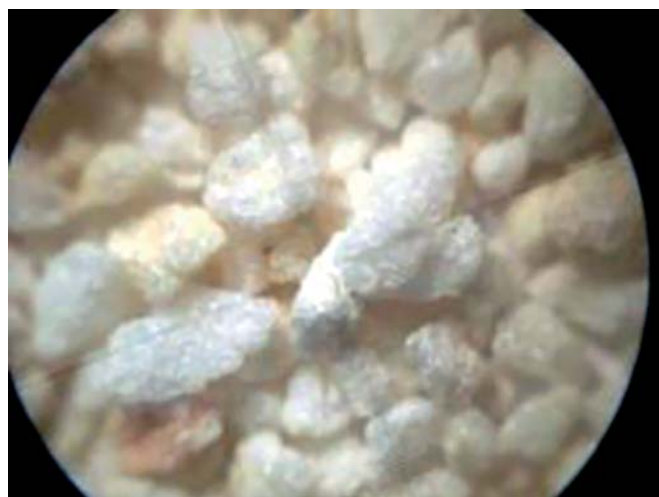


2-х стадийная технология

Фракция 0,16-0,63 мм



1- стадийная технология



2-х стадийная технология

Рис. 4. Микроструктура частиц вспученного перлитового песка из сырья Мухор-Талинского месторождения России

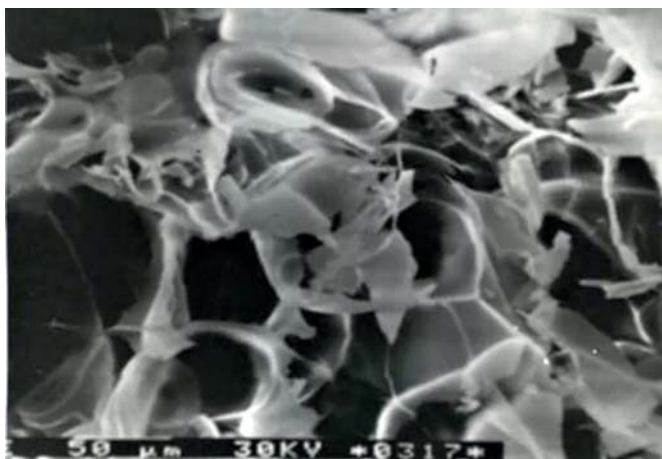
В результате появляется возможность производить в промышленных условиях из сырья различных месторождений вспученный перлитовый песок стабильного качества с различной пористой структурой частиц: или с развитой открытой пористостью, или с преимущественно-закрытой пористостью

Такой регулируемый процесс нагрева перлитового сырья перед вспучиванием имеет другой термин – «предварительная термopодготовка» ("preliminary thermal-preparation"), а не «предварительный нагрев» ("preheating"), что используется для существующих зарубежных технологий.

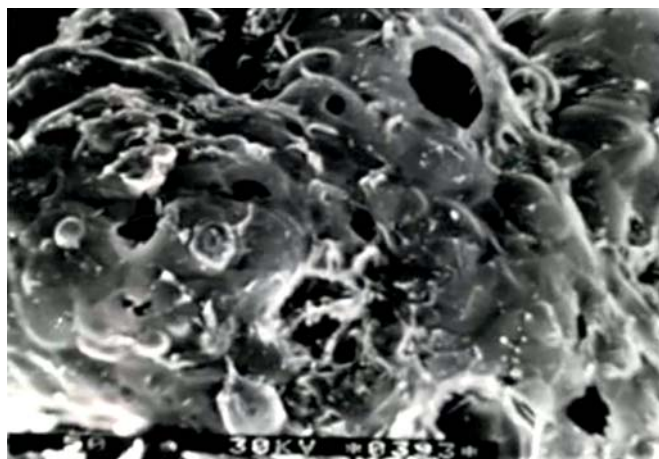
Применение эффективной технологии НИИСМИ позволяет изменить свойства перлитового сырья и, как следствие, расширить его

потенциальные технологические возможности и номенклатуру вспученных перлитовых материалов и изделий, изготовленных из него.

Для определения особенностей влияния процесса предварительной термо-подготовки перлитов различного генетического возраста (первичных и вторичных) на эксплуатационные характеристики полученного из них вспученного перлита были выполнены исследования технологических свойств перлитового сырья различных месторождений и проведены на Броварском заводе строительных конструкций (Киевская область) сравнительные промышленные испытания по одно-стадийной и по усовершенствованной двух-стадийной технологии НИИСМИ перлитового сырья различных месторождений (Украины, России, Венгрии, Армении, Монголии, Греции, Турции).

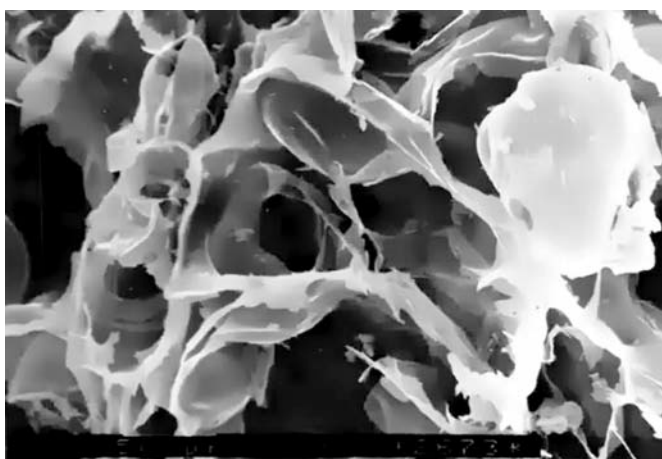


Одно-стадийная технология: зерна вспученного перлитового песка имеют развитую открытую пористость

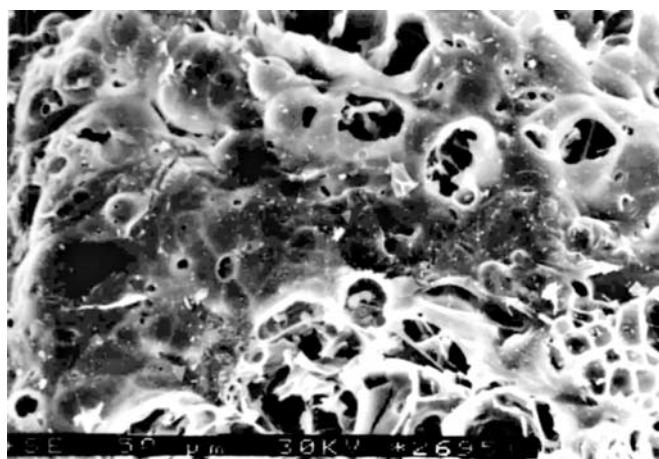


Двух-стадийная технология: зерна вспученного перлитового песка имеют преимущественно-закрытую пористость

Рис.3. Микроструктура зерен вспученного перлитового песка из сырья Арагацкого месторождения Армении



Вспученный перлит с развитой пористой структурой



Вспученный перлит с преимущественно закрытой пористостью

Рис. 5. Микроструктура зерен вспученного перлитового песка из сырья месторождения Фогош Украины

На основе представленных данных в таблицах 2 и 3 и на рис. 3, 4, 5 можно сделать следующие выводы.

Вспученный перлитовый песок, получаемый из первичных перлитов традиционным «взрывным» способом по одностадийной технологии, имеет частицы с ярко выраженной открыто-пористой структурой, которые имеют большое водопоглощение и малую прочность. Такой материал применяется, в основном, для производства фильтроперлита или в качестве агроперлита. Но использование его во многих других отраслях промышленности ограничено, особенно в строительстве.

Применение двух-стадийной технологии для первичных перлитов в результате регулирования количества структурной воды (порообразователя) перед вспучиванием позволяет получить вспученный перлит с преимущественно – закрытой пористостью, и, как следствие, с пониженным водопоглощением и с повышенной прочностью. Области применения такого материала намного расширяются, особенно в строительстве для производства сухих смесей или как заполнитель в легких бетонах при производстве перлитобетонных изделий.

Применение двух-стадийной технологии для вторичных перлитов позволяет за счет уменьшения в сырье количества структурной воды в первой стадии процесса (термоподготовки) получить во второй стадии (вспучивание) вспученный перлит с наименьшей насыпной плотностью для данного сырья, т.е. при максимально возможном коэффициенте вспучивания. Одностадийная технология не позволяет выявить в полной мере потенциальные технологические возможности вторичных перлитов, так как отсутствует процесс регулирования технологических свойств используемого сырья, в основном, количества структурной воды (порообразователя).

Таким образом, применение усовершенствованной двух-стадийной технологии НИИСМИ позволяет расширить потенциальные технологические свойства перлитового сырья различных

месторождений и предопределяет следующие преимущества по сравнению с одностадийной технологией: регулирование (контроль) свойств сырья – количества структурной воды (порообразователя), что невозможно при одно-стадийной технологии; получение из перлитового сырья различного генетического возраста зернистого вспученного перлитового песка с широкой гаммой свойств – требуемой для различных потребителей пористой структуры и фракции: или легкого материала с развитой открытой пористостью, или более плотного с преимущественно-закрытой пористостью, с пониженным водопоглощением и повышенной прочностью, а также с однородным гранулометрическим составом требуемой фракции. Это очень важно для применения вспученного перлитового песка в строительстве как заполнителя в легких бетонах и сухих строительных смесей; увеличение коэффициента вспучивания для вторичных перлитов, которые имеют 4,5-8% структурной воды; расширение области применения вспученного перлита для специальных целей и особенно в строительстве.

Литература

1. Л.В.Алексеева, Н.И.Пятигорская, Ю.Д.Надиевский, Н.Р.Чермянин «Комплексное использование месторождения Фогош Закарпатской области Украины», Киев, 1994 г.
2. Патент Украины на изобретение №26223 «Способ получения вспученного перлита». Бюл. №4, 1999г.
3. Л.В.Алексеева «Совершенствование производства вспученного перлита в Украине и странах СНГ», Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка, вып.15, 2000г.
4. Алексеева Л. В. Технологические особенности производства вспученного перлита из сырья различных месторождений. // К.: Строительные материалы и изделия. – 2005. – №6.