

М.Г. Сеник, Э.Г. Коротаев

ООО «Группа Компаний «Бентопром», пер. Медовый, 3/1, г. Москва, РФ, 107023

e-mail: info@bentoprom.com

ПРОИЗВОДСТВО ПЕРЛИТА В МОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ КРИОГЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ЕГО СООРУЖЕНИИ

Рост эффективности и безопасности криогенного оборудования и особенно воздухоразделительных установок сопровождается повышением требований к качеству теплоизоляции. Наиболее распространённый вид изоляции — перлитовый вспученный песок. Для удовлетворения возросших запросов отрасли кислородного и криогенного машиностроения российской компанией «Криогенмаш» разработаны новые технические условия на этот вид теплоизоляции, предназначенной для использования в криогенном оборудовании. Крупный производитель перлита по новым техническим условиям — «Группа компаний «Бентопром». Она изготавливает высококачественный перлит, который применяется не только российскими производителями криогенного оборудования, но и такими известными компаниями, как «Linde» и «Air Liquide». В последние годы «Группа компаний «Бентопром» использует, кроме стационарного оборудования, также мобильные комплексы, которые позволяют на площадке, где сооружается крупнотоннажное криогенное оборудование, производить перлитовый вспученный песок для его изолирования. Сообщается об успешном выполнении в 2009 и 2010 гг. таких работ на ряде объектов, которые создавались компанией «Linde Gas» в Германии, Польше, Австрии и России.

Ключевые слова: Криогенное оборудование. Воздухоразделительная установка. Ёмкость для жидких криопродуктов. Кислород. Азот. Сжиженный природный газ. Перлитовая изоляция. Мобильный комплекс.

M.G. Senik, E.G. Korotaev

PERLITE PRODUCTION IN MOBILE COMPLEXES FOR CRYOGENIC EQUIPMENT INSULATION IN THE PROCESS OF ITS BUILDING

Efficiency and safety growth of cryogenic equipment and especially air separation units is accompanied by the requirements increase to the quality of heat insulation. The most widespread type of insulation is perlite bloating sand. For growing demands in the oxygen and cryogenic engineering branches, Russian company Cryogenmash has developed some new technical conditions on this type of heat insulation, used in cryogenic equipment. The Group of companies Bentoprom is a large perlite manufacturer, using new technical conditions. It produces high-quality perlite, which is used not only by the Russian cryogenic equipment manufacturers but also by such well-known companies, as Linde and Air Liquide. For last years the Group of companies Bentoprom has been using both stationary equipment and also mobile complexes which allow to produce perlite bloating sand for its insulation on the ground where large-capacity cryogenic equipment is built. Successful work on some objects created by Linde Gas in Germany, Poland, Austria and Russia in 2009 and 2010 is reported.

Keywords: Cryogenic equipment. An air separation unit. A tank for liquid cryoproducts. Oxygen. Nitrogen. Liquefied natural gas. Perlite insulation. Mobile complex.

1. ВВЕДЕНИЕ

Наилучшим видом теплоизоляции для криогенных блоков воздухоразделительных установок (ВРУ) является вспученный перлит. Можно указать на ещё одну область его эффективного применения — вакуум-порошковое теплоизолирование криогенных резервуаров и крупных плоскостонных хранилищ для та-

ких жидких криопродуктов, как кислород, азот, природный газ.

Для улучшения качества производимой перлитовой изоляции ОАО «Криогенмаш» разработал, согласовал и ввёл в действие новые технические условия ТУ 5712-001-05747985-2006 «Песок перлитовый вспученный для изоляции криогенного оборудования». Они учитывают современные возросшие требования к

ряду показателей, применяемых в криогенной технике теплоизоляционных систем [1]. По основным параметрам новые технические условия близки к стандартам на вспученный перлит для изоляции криогенного оборудования европейских производителей.

Предприятие ООО «Бентопром» (г. Старый Оскол), входящее в ООО «Группа компаний «Бентопром», — крупнейший производитель перлита в соответствии с указанными техническими условиями. Завод, производящий перлит, оснащён двумя вертикальными печами Н-22 компании «Inkon Corp.» (США) для вспучивания перлита. В качестве сырья на заводе используют фракционированный песок (0,15-0,60 мм), поставляемый с острова Милос (Греция) [2]. Такой песок, кстати закупаемый и европейскими производителями перлита, обладает лучшими характеристиками как сырьё для его изготовления.

На заводе для каждой печи и её автоматической системы управления процессом вспучивания подобрали оптимальные скорости подачи сырья; расходы топлива и воздуха; параметры пневматического режима в камере вспучивания; режимы работы горелочного устройства. В результате проведения этой работы, а также улучшения технологических режимов подготовки сырья и вспучивания ООО «Группа компаний «Бентопром» было освоено крупнотоннажное производство перлита с параметрами, соответствующими всем показателям нового ТУ (табл. 1), в том числе и требованиям Linde Standard 152-08, и условиям Air Liquide W-DS-4-3-2.

Нами при выпуске перлита и других операциях с ним учитывалось, что значения его основных показателей, приведённых в табл. 1, должны быть такими не на заводе, а после изолирования ВРУ или другого криогенного оборудования.

Практика поставок перлита, при которых он перевозится железнодорожным или автомобильным транспортом в мешках, а затем перегружается и складывается до начала засыпки, а в ряде случаев находится на длительном хранении у потребителя, подтверждает, что основные показатели его качества могут значительно ухудшаться [3]. Так, насыпная и набивная плотности возрастают в 2-2,5 раза; содержание фракции менее 0,16 мм — на 20-25 %; коэффициент теплопроводности — до 0,05 Вт/м·К. В конечном

итоге такое ухудшение показателей изоляции снижает технико-экономические и эксплуатационные характеристики криогенных систем.

2. ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕРЛИТОВОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

С целью удовлетворения возросшим требованиям к качеству перлитовой изоляции нами реализована концепция производства и загрузки перлита непосредственно на площадке, где сооружается криогенное оборудование, например, ВРУ, при помощи мобильных комплексов. Мобильный комплекс нашей конструкции (фото 1 и 2) состоит из следующих основных компонентов:



Фото 1. Вид работающего мобильного комплекса

- Вертикальная печь для вспучивания перлита производительностью 200...500 м³/сут.
- Блок сбора и фильтрации готовой продукции.
- Пневмотранспортная установка для транспортирования (на расстояние до 150 м) и засыпки перлита (на высоту до 100 м) в криогенное оборудование.
- Устройство для откачки изоляции из криогенного оборудования при ремонтных работах, производительностью до 12 м³/ч.
- Устройство для наполнения перлитом мягких транспортных контейнеров типа «Биг-Бэг» производительностью до 12 м³/ч.

Таблица 1. Нормируемые показатели вспученного перлита как криогенной теплоизоляции

Наименование показателя	Требования европейских производителей криогенного оборудования		ТУ 5712-001-05747985-2006
	Linde Standard 152-08	Air Liquide W-DS-4-3-2	
Насыпная плотность, кг/м³	45-60	35-60	45-60
Плотность в слежавшемся состоянии, кг/м³	55-90	40-80	55-90
Плотность после испытания на истираемость, кг/м³	100-162	не норм.	100-162
Угол естественного откоса, град.	33-37	не норм.	30-35
Влагосодержание, % масс.	<1,0	<0,5	≤1,0
Содержание органических примесей, % масс.	≤0,3	<0,1	0,1
Теплопроводность при температуре (25±5) °С, Вт/м·К	0,043	0,043	0,043
Гранулометрический состав, мм (%)	<0,2 (10 %)	<0,1 (40 %)	<0,16 (12 %)
	>0,8 (10 %)	>0,8 (10 %)	>1,25 (5 %)

Таблица 2. Показатели качества перлитовой изоляции, произведённой и засыпанной в криогенное оборудование мобильным комплексом

Место расположения строительной площадки	Насыпная плотность, кг/м³		Средний размер перлитовых зёрен, мм		Влагосодержание, % масс. (в криогенном оборудовании)
	после печи	в криогенном оборудовании	после печи	в криогенном оборудовании	
Бремен	52,8	54,5	0,60	0,58	0,47
Линц	49,7	51,9	0,61	0,60	0,54
Берёзовский	53,9	55,9	0,62	0,58	0,71
Кобержице	50,1	53,8	0,63	0,57	0,54

• Экспресс-лаборатория качества перлитовой изоляции производительностью 12 анализов в сутки на плотность, гранулометрический состав и влажность.

В транспортном состоянии мобильный комплекс (фото 3) размещается в автомобильном прицепе или в 40-футовом контейнере. В рабочее состояние комплекс приводится при помощи крана. Продолжительность подготовки к работе — 12 ч. В качестве топлива в нём применяется природный газ, пропан-бутановая смесь или дизельное топливо; электроснабжение предоставляется заказчиком. Установка размещается на площадке 10×15 м.



Фото 2. Вид сверху на мобильный комплекс



Фото 3. Мобильный комплекс в транспортном состоянии

Обслуживание мобильного комплекса производится нашим персоналом в количестве двух специалистов в смену. В их обязанности входит:

- приём и загрузка в печь перлитового песка;
- контроль технологического процесса вспучива-

ния и фильтрации, а также выполнение подачи и загрузки перлита в криогенное оборудование.

В 2009-2010 гг. при помощи мобильного комплекса было произведено и засыпано с положительными результатами свыше 10 тыс. м³ перлитовой изоляции в ВРУ и плоскостонные ёмкости для хранения жидких кислорода и азота на объектах «Linde Gas» в Бремене (ФРГ), Линце (Австрия), Берёзовском (РФ) и Кобержице (Польша). Основные показатели качества перлитовой изоляции оборудования этих объектов приведены в табл. 2.

Как следует из табл. 2, после проведённых анализов обнаружилось, во-первых, незначительное изменение насыпной плотности и среднего размера перлитовых зёрен, во-вторых, приемлемое значение влагосодержания изоляции в криогенном оборудовании.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ООО «Группа Компаний «Бентопром» ввела в эксплуатацию мобильные комплексы. С их помощью освоено промышленное производство вспучивания и засыпки перлитовой изоляции на строительной площадке, где сооружается крупнотоннажное оборудование. Качество произведённого и засыпанного в криогенное оборудование перлита в полном объёме соответствует требованиям, предъявляемым к этому виду изоляции. Конструкция пневмотранспортного устройства и режимы его работы обеспечивают полную механизацию процессов при сохранении требуемого качества засыпаемой изоляции и соблюдении экологических норм.

Опыт эксплуатации мобильных комплексов для производства и засыпки перлитовой изоляции подтвердил перспективность их применения как в технологическом, так и в экономическом аспектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайдадь Г.И., Петров С.И., Коротаев Э.Г. Разработка требований к вспученному перлитовому песку как эффективной теплоизоляции криогенного оборудования// Технические газы. — 2007. — № 1. — С. 63-66.
2. Наседкин В.В., Петров С.И., Беров Я.И. Особенности производства и физико-химические свойства вспученного перлита// Технические газы. — 2005. — № 3. — С. 61-64.
3. Петров С.И., Коротаев Э.Г. Селективное производство перлита для современных ВРУ// Технические газы. — 2009. — № 1. — С. 70-72.