

Введение Развитие современной техники невозможно без применения композитных материалов. В отличие от традиционных «чистых» материалов композиты обладают более широким спектром физико-механических свойств. Это позволяет применять именно те материалы, характеристики которых, максимально отвечают специфическим требованиям эксплуатации. К таким материалам можно отнести композиты на основе древесины и ее отходов, имеющих разнообразное назначение: для теплоизоляции [1], для звукоизоляции [2], для строительства [3], для отделочных работ [4], для защиты от рентгеновских излучений [5] и т.д. С целью расширения области применения данной группы материалов, разработан композиционный теплоизоляционно-балластный материал, дающий возможность использования в качестве покрытия подводных теплопроводов. [6,7,8,9,10]. В настоящее время в качестве теплоизоляции теплопроводов широко распространены минеральная вата с плотностью 75-150 кг/м³ и коэффициентом теплопроводности 0,055 Вт/(м•°C), пенополиуретан (ППУ), имеющий плотность 80-100 кг/м³ и коэффициент теплопроводности 0,03 Вт/(м•°C), другие материалы [10]. Тем не менее, для подводной прокладки теплопроводов по дну водоемов указанные материалы не применимы ввиду малой плотности и ряда других причин. Для изготовления материала, который обладает требуемыми теплоизоляционными свойствами и плотностью были использованы портландцемент марки М400, баритовая руда с размером частиц от 0,01 до 160 мкм, древесная стружка с размером частиц от 0,5 до 20 мм и вода. В получаемом материале портландцемент выполняет роль связующего между наполнителями. Баритовая руда имеет высокую плотность 4300 кг/м³, тем самым повышает удельный вес полученного материала. Древесная стружка имеет низкий коэффициент теплопроводности 0,07 Вт/(м*К), придает полученному материалу высокие теплоизоляционные свойства.

Дозировка компонентов на м³ изделия, масс. %:

- портландцемент М 400 - 17-25
- баритовый концентрат - 35-56
- дробленка - 5-12
- вода - 20-30

Технология производства композита

Технология производства композитного теплоизоляционно-балластного материала на основе древесных отходов является традиционной для изготовления древесно-цементных изделий и включает в себя следующие технологические операции:

1. подготовка древесного сырья;
2. сортировка, окорка, разделка на заготовки определенных размеров, изготовление или прием привозной щепы;
3. переработка древесного сырья в специально изготовленную стружку;
4. подготовка древесных частиц (сушка, сортировка, смешивание с другими компонентами);
5. заполнение опалубки полученной композитной массой;
6. формование и уплотнение вибрированием;
7. выдержка в форме;
8. снятие опалубки;
9. сборка трубопроводной конструкции.

Схема производства композита представляет собой последовательное выполнение следующих технологических операций: древесные отходы в пакетах со склада сырья подаются в рубильную машину

типа НМ 6-300 для приготовления технологической щепы. Затем, технологическая щепа поступает в циклон и далее в барабанную сушилку. Высушенная технологическая щепа, пройдя циклон, попадает в молотковую мельницу типа ДМ-30, где превращается в дробленку. А кора, хвоя и гниль превращается в пыль, которая отсасывается и может быть использована на технологические нужды (например, для сжигания в топке барабанной сушилки). Выйдя из молотковой мельницы, дробленка подается в циклон и далее на сортировку в ситовый сепаратор. Крупная фракция направляется обратно на молотковую мельницу, а средняя подается в бункер сухой стружки. Далее пневмотранспортом сухая стружка подается в дозатор, откуда поступает в бетономешалку. Также в бетономешалку из дозаторов подается цемент, баритовый концентрат и вода. После смешения компонентов, готовая композитная масса с помощью насоса подается в межтрубное пространство, образованное стальной трубой с нанесенным антикоррозионным покрытием и разборной формой, имеющей температуру не более 40 °С. Композитный материал в заполненной форме в течение 5 мин уплотняется с помощью вибростола. Композит выдерживается в форме в течение 5 суток при температуре не ниже 15 °С и относительной влажности воздуха 60-80 %. Затем разборная форма снимается и конструкция, состоящая из стальной трубы с нанесенным композитным покрытием, по роликовым направляющим вводится в полиэтиленовую трубу, являющуюся защитной оболочкой трубопроводной конструкции. После 28 суток выдерживания на промежуточном складе трубопроводная конструкция поступает на склад готовой продукции и далее на отгрузку заказчику.

Расчет затрат на производство композитного материала. Для расчета стоимости производства композитного теплоизоляционно-балластного материала представлен состав работ и элементов затрат (табл.1) согласно [11].

Состав работ: 1. укладка в емкость и перемешивание цемента, барита, древесной стружки; 2. затворение сухой композитной смеси водой с перемешиванием.

Таблица 1 - Элементы затрат на 1 м³ композитного материала

Наименование элемента затрат	Ед. измер.	Кол-во	ЗАРБОТНАЯ ПЛАТА	Оператор
пульт БСУ 4 разряд	Моторист	БСУ 4 разряд	Слесарь-ремонтник	5 разряд
чел.-ч	чел.-ч	0.371	0.185	0.185
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ				
Бетоносмесители принудительного действия стационарные 250 л маш.-ч	0.371	МАТЕРИАЛЫ		
Портландцемент марки 400	Баритовый концентрат	Древесная стружка	Вода	Электроэнергия
т	т	т	м ³	кВтч
0.251	0.382	0.013	0.327	3.52

Для расчета себестоимости готовой продукции важным ценообразующим фактором является стоимость сырьевых компонентов, принятая по состоянию на 01.01.2014 для Республики Марий Эл [12]:

1. Портландцемент ЦЕМ II/A-П 32.5 Н ОАО «Мордовцемент» - 4050.00 руб/т
2. Баритовый концентрат АО «Жайремский ГОК» - 12300.00 руб/т
3. Древесная стружка - 330.00 руб/м³
4. Вода по ГОСТ 23732-79 - 11.65 руб/м³

Результаты расчета сведен в таблицу 2. Таблица 2 - Расчет

стоимости производства 1 м³ композитного материала. Статьи затрат Сумма, руб. Материалы, итого 5768.23 Машины и механизмы, итого 7.73 Заработная плата, итого 89.22 Начисления на заработную плату 30.2 % 26.94 Итого 5892.12 Плановые накопления 10% 589.21 Всего 6481.33 НДС 18% 1166.64 Всего с НДС 7647.97

Выполненный расчет показал, что стоимость производства композитного материала ниже стоимости других широко применяемых теплоизоляционных материалов: пенополиуретана - 18750 руб/м³, минеральных матов прошивных - 17857 руб/м³ [12].

Выводы

1. Технологическая схема производства композитных теплоизоляционно-балластных материалов на основе древесных отходов является традиционной для получения древесно-цементных изделий и включает в себя широко применяемые машины и механизмы.
2. Стоимость производства композитного материала составляет 7647.97 руб/м³, что ниже стоимости других теплоизоляционных материалов, применяемых для трубопроводов тепловых сетей и, следовательно, разработанный композит может рассматриваться при выполнении технико-экономического расчета выбора типа тепловой изоляции.