

Многослойность сооружения при сложении его несколькими разнородными элементами, причем каждый слой является однородным, может быть учтена условиями сопряжения кривой скольжения на граничных участках, так называемые условия склейки. Форма потери локальной устойчивости таких сооружений описывается вариационным исчислением как сумма функционалов каждого слоя, соответствующая предельному состоянию отдельных элементов сооружения. Очевидно, в случае многослойной среды функционал устойчивости R будет выглядеть следующим образом:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n, \quad (1)$$

где R_1 – функционал устойчивости, соответствующий первому слою по пяти формам потери устойчивости; R_2, R_3, \dots, R_n – соответственно функционалы устойчивости во втором, третьем и n -м слое по пяти формам потери устойчивости.

Для слоистой конструкции, имеющей n слоев с номером i , функционал устойчивости может быть определен следующим выражением:

$$R = \sum_{i=1}^n \int_{x_{i-1}}^{x_i} (R_i^{\text{гр}} + R_i^{\text{копт}} + R_i^{\text{проч}} + R_i^{\text{матр}} + R_i^{\text{ок}}) dx. \quad (2)$$

Для однослойно-армированного вертикального откоса функционал устойчивости будет выглядеть следующим образом:

$$R = R_1 + R_2 + R_3, \quad (3)$$

где R_1 – функционал устойчивости грунта на первом участке кривой скольжения; R_2 – функционал локальной устойчивости армирующего элемента и засыпки, находящейся в его окрестности на втором участке; R_3 – функционал устойчивости грунта на третьем участке кривой скольжения.

Уравнение экстремалей для функционала R может быть представлено в виде уравнения Л. Эйлера.

Решение дифференциального уравнения удобнее проводить в численном виде. Для этого следует сначала подставить в него значения постоянных, соответствующих конкретному рассматриваемому случаю вертикального армированного откоса, а далее решить уравнение численным методом, который обеспечивает достаточную точность результатов.

УДК 691.327.3

ПОЛИСТИРОЛБЕТОН НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ ДЛЯ УТЕПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

Д. И. САФОНЧИК, В. В. БОЗЫЛЕВ

Полоцкий государственный университет

В настоящее время сложно представить строительство нового энергоэффективного дома без современных теплоизоляционных материалов. Теплоизоляционные материалы также широко используются для тепловой реабилитации существующих зданий. Для Республики Беларусь, которая должна расходовать значительную часть национального дохода на приобретение топливно-энергетических ресурсов, эта проблема весьма актуальна.

Введенные в действие строительные нормы Республики Беларусь СНБ 2.04.01-97 направлены на решение вышеуказанной проблемы и устанавливают, по сравнению с ранее действующими нормами, значительно более высокие требования к уровню теплозащиты зданий, приближающиеся к требованиям зарубежных стран с аналогичными климатическими условиями.

Основные применяемые методы утепления наружных стен ориентированы на использование минераловатных плит и пенополистирола. В соответствии с П1-99 к СНиП 3.03.01-87 табл. А1 долговечность таких утеплителей составляет 35 лет, т.е. существует противоречие между сроками службы здания и утепляющего покрытия. Кроме того, минераловатные плиты для утепления стен в нашей стране не производятся.

Известно, что полистиролбетонный утеплитель имеет долговечность не менее 50 лет. В Республике Беларусь ряд заводов и фирм освоили выпуск этого вида утеплителя. Однако по действующе-

му СТБ 1102-98 его теплоизоляционные свойства в 1,4 раза ниже, чем у минваты. Минимальная плотность полистиролбетонных плит по СТБ 1102-98 составляет 230 кг/м^3 .

В России действует ГОСТ Р 51263-99, в соответствии с которым возможно получение полистиролбетона с плотностью 150 кг/м^3 . В УО «Полоцкий государственный университет» совместно с РУПП «Витязь» ведутся работы по разработке и организации промышленного выпуска плит из полистиролбетона с плотностью 150, 200, 250 кг/м^3 .

Возможность получения полистиролбетона низкой плотности обеспечивается за счет применения пластифицирующей добавки СПБ (ТУ РБ 300220696.334-2003), которая выпускается на Новополоцком заводе БВК. Снижение расхода воды при стабилизированной подвижности бетонной смеси позволяет получить заданные показатели по плотности и прочности. Использование добавок направленного действия – воздухововлекающей (СДО), уплотняющей структуру (эмульсия ПВА), позволяют снижать теплопроводность и водопоглощение полистиролбетонных изделий.

Для изготовления плитного утеплителя низкой плотности использовался бездобавочный цемент ПЦ500-ДО ОАО «Красносельскцемент» с расходом от 80 до 200 кг/м^3 . При этом водоцементное отношение изменялось в пределах 0,33 – 0,55. Ввод пластифицирующей добавки СПБ составлял 0,5 % от веса цемента. Для получения полистиролбетонных плит на РУПП «Витязь» использовалась крошка, получаемая из упаковочной тары – отходов основного производства. Изготовлены установка для дробления упаковочной тары, оснастка для формования плит.

Плиты из полистиролбетона при тепловлажностной обработке в традиционных пропарочных камерах требуют длительного цикла подъема температуры. Разработана технология электропрогрева полистиролбетонных плит. Для этого предложена кассета с разделительными стенками, которые служат электродами при электропрогреве полистиролбетонных плит.

Опыт эксплуатации кассет в производственных условиях показал возможность снижения времени прогрева отформованных плит с 11 часов в пропарочных камерах до 2 часов при электропрогреве. При этом смесь разогревается до 75°C и сохраняет тепло, обеспечивая в дальнейшем в течение 8 – 10 часов набор заданной прочности.

Использование вторичного сырья и технологии электропрогрева позволяет вдвое снизить себестоимость выпускаемых полистиролбетонных плит. В отличие от пенополистирола полистиролбетон не поддерживает горение и имеет группу горючести Г1. Теплоизоляционные характеристики полистиролбетонных плит низкой плотности сопоставимы с показателями минеральной ваты. Учитывая, что стоимость полистиролбетона в 3 – 5 раз ниже стоимости минваты, данные плиты следует рассматривать как конкурентоспособные и перспективные для использования в качестве теплоизоляционных плит при тепловой реабилитации зданий.

УДК 539.3

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОГИБА ТРЕХСЛОЙНОГО СТЕРЖНЯ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ОТ ВИДА НАГРУЗКИ

С. А. СТАРОВОЙТОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Рассмотрено деформирование несимметричного по толщине трехслойного стержня, лежащего на упругом основании Винклера. На внешние поверхности несущих слоев действуют распределенная нагрузка $q_0(x)$ и реакция основания $q_r = -kx$, где k – коэффициент постели, x – прогиб стержня. Рассматривается действие трех видов распределенной внешней нагрузки:

$$q_0(x) = \text{const}, \quad q_0(x) = q_0 x, \quad q_0(x) = q_0(e^{\alpha x} - 1),$$

где q_0 – максимальное значение нагрузки.

Для описания кинематики пакета приняты гипотезы джонсоновской линии.

Система трех обыкновенных линейных дифференциальных уравнений в перемещениях получена вариационными методами. Дифференциальное уравнение для определения прогиба стержня выписано в виде