

УДК 624.15.001

*Фартушный А.С., аспирант каф. СГГМ, Ольховик Б.В., магистр, гр. ПБ-13м
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»,
г. Днепрпетровск, Украина*

ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ В БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ФУНДАМЕНТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЛИЯНИЯ РАБОТЫ КОЛЛЕКТОРОВ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ПРИ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Целью данной работы является определение влияния знакопеременных температур на трещинообразование бетонных элементов фундамента. В настоящее время в экономически развитых странах, таких как Германия, Австрия, Швеция, Япония идет бурное развитие технологии отопления и кондиционирования зданий и сооружений с использованием т.н. тепловых насосов.

Для специалистов в области геомеханики и фундаментостроения эта технология представляет интерес в том смысле, что выполненные, как правило, из полимерного материала теплообменники размещают либо в основаниях, либо в бетонных (или ж/б) цоколях зданий, либо в бетонных (или ж/б) фундаментах. При этом в зависимости от режима работы теплового насоса происходит либо нагрев, либо охлаждение основания.

В этой связи представляет интерес оценить, насколько будет сказываться на трещиностойкости бетонных элементов, в которых расположены полимерные элементы, различие в их свойствах.

Необходимо выявить, каким образом и насколько температурные деформации и напряжения влияют на процесс образования в совмещенных конструкциях бетонных и железобетонных фундаментов тепловых насосов трещин.

Экспериментальные исследования выполнялись в такой последовательности.

1. Вначале при температуре окружающей среды $T^o = 20^o C$ были изготовлены бетонные образцы из бетона на портландцементе. Размеры образцов составили 60х60х400мм.

2. В каждом из них была помещена и закреплена трубка из полиэтилена диаметром 30 мм и толщиной стенки 1,5 мм.

3. После набора бетоном проектной прочности, соответствующей классу бетона В12,5 часть изготовленных образцов нагревалась до температуры $+40^o C$. Таким образом моделировалась ситуация перегрева совмещенного фундамента при работе теплового насоса в режиме кондиционирования.

4. При этом часть изготовленных в соответствии с изложенной выше методикой образцов из композитного материала охлаждалась до температуры -

2^oС. Таким образом моделировалась ситуация охлаждения совмещенного фундамента при работе теплового насоса в режиме отопления.

Всего было испытано 12 образцов (из них 6 штук подверглись нагреву, а 6 штук - охлаждению).

Бетонный образец являлся моделью фрагмента фундамента, а полимерная трубка, размещенная в образце, моделировала коллектор теплового насоса.

Было установлено, что при повышении температуры до +40^oС в испытанных образцах образовались сквозные трещины.

Аналогичная картина имела место при охлаждении образцов из композитного материала. Таким образом экспериментальным путем было доказано влияние температурных напряжений и деформаций на образование трещин в выполненных из композитного материала балочках.

Далее нами была сделана попытка теоретического моделирования выполненных нами исследований.

Для описания свойств полимерной трубки и бетонной части балочки была использована модель линейной упругой изотропной среды.

Расчет выполнялся с использованием программы "Лира".

Принятая нами для моделирования напряженно - деформированного состояния балочек из композитного материала расчетная схема представлена на рис. 1.

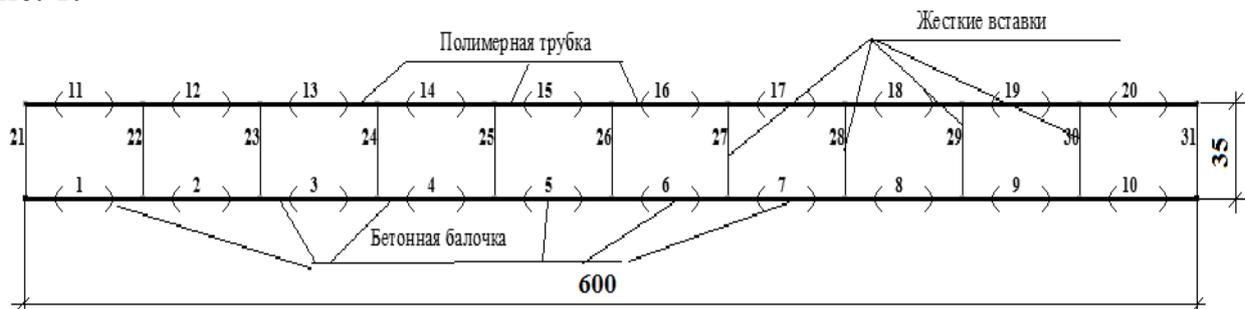


Рис. 1 - К определению температурных напряжений в композитной конструкции (расчетная схема)

На рисунках 2 и 3 представлены расчетные осевые силы и изгибающие моменты, действующие в композитных балочках, возникающие при их нагреве.



Рис. 2 - Нормальные усилия, возникшие в бетонной части балочки из композитного материала при ее нагреве до +40^oС.

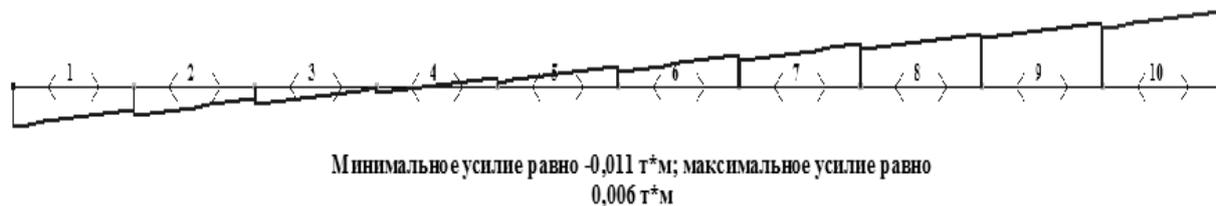


Рис. 3 - Изгибающие моменты, возникшие в бетонной части балочки из композитного материала при ее нагреве до $+40^{\circ}\text{C}$.

Рассчитанное по формулам сложного сопротивления материалов максимальное по модулю растягивающее напряжение в крайних волокнах бетонной части балочки $\sigma = 9,2 \text{ МПа} > R_{bt} = 1,0 \text{ МПа}$.

Анализ представленных на рисунках данных позволил нам сделать такие выводы:

- при нагреве имеет место растяжение бетонной части композитной балочки;
- таким образом, в данном случае имеет место разрушение бетона и образование в нем трещин.

На рисунках 4 и 5 представлены расчетные осевые силы и изгибающие моменты, действующие в композитных балочках, возникающие при их охлаждении.

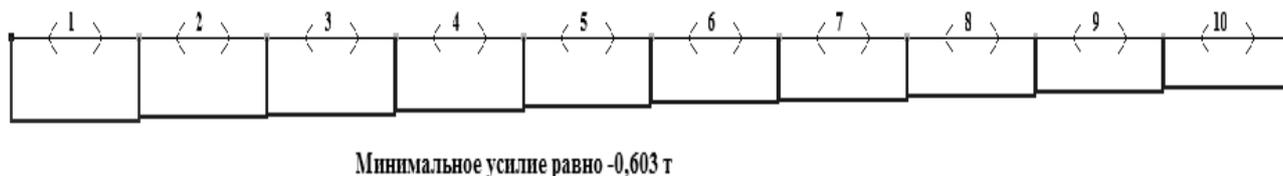


Рис. 4 - Нормальные усилия, возникшие в бетонной части балочки из композитного материала при ее охлаждении до -2°C .



Рис. 5 - Нормальные усилия, возникшие в бетонной части балочки из композитного материала при ее охлаждении до -2°C .

Анализ представленных на рисунках данных позволил нам сделать такие выводы:

- при охлаждении имеет место сжатие бетонной части композитной балочки;

- рассчитанное по формулам сложного сопротивления материалов максимальное по модулю растягивающее напряжение в крайних волокнах бетонной части балочки $\sigma = 5,0 \text{ МПа} > R_{bt} = 1,0 \text{ МПа}$.

Таким образом, в данном случае также имеет место разрушение бетона и образование в нем трещин.

На наш взгляд, эти выводы имеют практическую ценность в том смысле, что при расположении пластиковых коллекторов тепловых насосов в бетонных фундаментах и элементах зданий и сооружений следует учитывать дополнительные усилия, которые возникают при работе тепловых насосов.

Иными словами, при проектировании совмещенных фундаментов тепловых насосов необходимо учитывать дополнительные нагрузки и воздействия, которые не учтены в действующих в настоящее время нормативных документах.