

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 519.87

ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ ЗАДАЧА О РАСПРОСТРАНЕНИИ ФРОНТА ФАЗОВОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ В ГЕТЕРОГЕННОЙ ТВЕРДОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ В УСЛОВИЯХ ГРАНИЧНОГО ТЕПЛООБМЕНА И НАЛИЧИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОЗАЩИТНОГО КОЛЬЦЕВОГО СЛОЯ

А.В. ГОЛОВНЯ, И.С. КАЛЯКИН

(Ухтинский государственный технический университет),

Р.А. НЕЙДОРФ,

(Донской государственный технический университет),

В.Н. ПУШКИН

(Ухтинский государственный технический университет),

Рассмотрена осесимметричная задача о распространении фронта фазового превращения в твердой пористой среде в условиях граничного теплообмена при наличии теплозащитного слоя. Проведен параметрический анализ, позволяющий определять влияние величины теплового потока на границе, а также теплофизических свойств изоляционного слоя на показатели волны фазового превращения.

Ключевые слова: твердая пористая среда; фазовое превращение; распространение фронта; осесимметричная задача Стефана; теплозащитный слой; численное решение.

Введение. Рассматриваемая задача актуальна в связи со строительством и эксплуатацией зданий и сооружений в районах Крайнего Севера в условиях вечной мерзлоты, когда обусловленные природными и искусственными факторами процессы плавления и кристаллизации содержащейся в грунте влаги приводят к нарушению устойчивости объектов вплоть до аварийных ситуаций. В частности, это имеет место при бурении и эксплуатации нефтяных и газовых скважин, когда прилегающий к устью скважины и содержащий включения влаги горный массив подвержен влиянию потока тепла со стороны самой скважины. Наличие кольцеобразного теплозащитного слоя, примыкающего к внутренней границе среды, оказывает влияние на параметры волны фазового превращения влаги в ней. Причем здесь имеет значение не только толщина этой прослойки, но и теплофизические свойства наполняющего её вещества. Схематично задача представлена на рис.1.

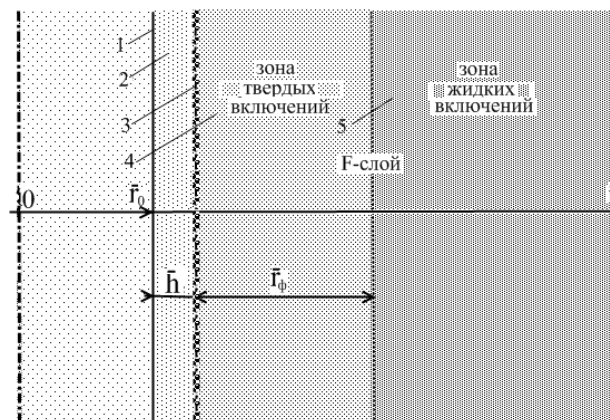


Рис.1. Схема зон: 1 — внутренняя цилиндрическая стенка; 2 — кольцевой теплозащитный слой; 3 — граница между теплозащитным слоем и пористой средой; 4 — зона пребывания влаги в твердом виде; 5 — зона пребывания влаги в жидком виде; \bar{R}_0 — радиус внутренней цилиндрической полости; \bar{h} — толщина теплозащитного кольцевого слоя; \bar{R}_ϕ — текущий размер зоны фазовых превращений