

СОПРЯЖЕНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТЕЧЕНИИ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

Толчинский Ю.А., Верба А.Г., Любивец А.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В данной работе изучается гидродинамика продольного течения неньютоновской жидкости совместно с продольно-поперечным теплообменом от границ области течения. В качестве последней выбраны труба и канал. Продольное течение реализуется в двух случаях: в первом, когда течение в целом является стоксовым; во втором, когда оно является асимптотически установившимся инерционным. В качестве неньютоновской рассматривается такая жидкость, реологическое состояние которой описывается бингамовской моделью. Реология текучей части течения может быть ньютоновской или описываться моделью степенной жидкости. Для описанной выше неньютоновской жидкости рассматриваются тепловые процессы плавления и отвердевания. В отличие от классической постановки задачи течения бингамовской жидкости, в которой квазитвердое ядро считается расположенным внутри течения, в настоящей работе считается возможным образование еще одного или двух квазитвердых ядер, расположенных возле границ. Если ядро располагается внутри, то оно окружено двумя текучими частями течения. Если же имеются ядра, примыкающие к границам области течения, то текучие части его окружены ядрами. Эти два случая принципиально отличаются. Для первого случая – единственного ядра граничные условия являются стандартными условиями прилипания. Это справедливо как в случае неподвижных, так и движущихся границ. Скорости движущихся границ не ограничены ничем, кроме условия продольности. Для второго случая, когда число ядер больше одного, возможны два таких дополнительных случая: один – когда приграничные ядра прилипают к границам; другой – когда одно или оба ядра отрываются от границ так, что имеет место приграничное скольжение. Это явление в работе описывается посредством модели тонкого смазочного слоя по подшипниковому типу. Описанные выше случаи мотивированы следующими основаниями. Процесс отвердевания начинается от холодных границ трубы или канала и распространяется в глубину, вызывая отвердевание, растущее от границ. Значительный продольный градиент давления в совокупности с большой величиной вязкости текучей части, заключенной между ядрами может оторвать от границ периферийные ядра. Если же совместного действия перечисленных факторов недостаточно, то периферийные ядра прилипают к границам. Для изложенной выше картины сформулированы и решены уравнения гидродинамики и теплообмена. В последних учтены источники тепловыделения (отвердевание) и теплопоглощения (плавление) при фазовых переходах, а также фиссипативные источники тепла. На внутренних и внешних межфазных границах используется краевое условие Ньютона с коэффициентами теплоотдачи. Для смазочных приграничных слоев при отрыве ядер от границ используются условия непрерывности скорости и тензора напряжений на межфазных границах.