

В связи с этим рассмотрено теоретическое решение задачи движения вязкопластичных дисперсных систем с учетом распределения скоростей при входе [3].

Равенство (5)

$$C_2(t) = KR \left[\frac{\tau_0}{\eta} - \frac{i(t)R}{2\eta} \right] + \frac{i(t)R^2}{4\eta} - \frac{\tau_0 R}{\eta} \quad (5)$$

выражает собой приближенное решение задачи нестационарного движения вязкопластичной дисперсной системы в начальном участке круглой цилиндрической трубы с учетом пристенного скольжения, которое дает возможность при минимальных затратах времени и средств осуществить выбор оптимальных параметров и конструкций формующих аппаратов, а также позволяет определить мощность в зависимости от производительности, степени переработки торфа, распределения касательных напряжений и т.д.

Л и т е р а т у р а

1. Ким А.Х., Козеев М.П. Исследование градиентного движения вязкопластичного торфа в круглых цилиндрических насадках. — В сб.: Теоретическая и прикладная механика. Минск, 1973. 2. Козеев М.П. О скольжении некоторых вязкопластичных систем по твердым стенкам. — 26-я научн.-техн. конф. БПИ. Мат-лы секции теоретической и прикладной механики. Минск, 1970. 3. Козеев М.П. Приближенное решение задачи нестационарного движения вязкопластичной дисперсной системы в начальном участке круглой цилиндрической трубы с учетом пристенного скольжения. — Труды института Тепло- и Массообмена АН БССР. Прикладная реология. Т.2. Минск, 1970. 4. Козеев М.П. Экспериментальное изучение пристенного скольжения при движении торфяной массы в круглых цилиндрических насадках. — В сб.: Технология торфяного производства и торфяные машины. Минск, 1971, вып. 1.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ ПРИСТЕННОГО СКОЛЬЖЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ НЕКОТОРЫХ ВЯЗКОПЛАСТИЧНЫХ СИСТЕМ В КОНИЧЕСКИХ НАСАДКАХ

Пристенное скольжение – это всякое повышение градиента скорости в текучей системе вблизи твердой поверхности, обусловленное тем или иным влиянием соседства поверхности, но не связанное с ее макрогеометрией и с распределением скоростей и напряжений в объеме.

К числу таких систем принадлежат торфомассы, консистентные смазочные и защитные смазки, смазочные масла при низких температурах, бетонные смеси, концентрированные глинистые суспензии, всевозможные виды теста, грунты и почвы, расплавленные шлаки, полимерные и строительные материалы, продукты пищевой и краскоделательной промышленности и др.

Пристенное скольжение, которое в одних случаях оказывает положительное, а в других – отрицательное влияние целесообразно учитывать во всех технологических процессах, где приходится встречаться с движением вязкопластичных дисперсных систем.

Положительный фактор этого явления наблюдается при продавливании системы, когда расходуется меньшая мощность, чем та, которая требовалась бы при его отсутствии. Отрицательный фактор пристенного скольжения наблюдается в работающих подшипниках, когда для его уменьшения подбирают смазки, обладающие хорошими свойствами адгезии. Поэтому экспериментальное исследование подобных явлений имеет большое практическое значение.

В нашей работе поставлены задачи экспериментального изучения явлений пристенного скольжения, установления реологических констант пристенного эффекта для различных случаев движения, установления зависимости этих констант от основных показателей системы.

Экспериментальное исследование движения вязкопластичного торфа, глины строительной, консистентной смазки ЦИАТИМ-201 и мучного теста в круглых и плоских конических насадках проводилось методом просвечивания рентгеновскими лучами [1]. Выбор этого метода связан с непрозрачностью исследуемых материалов.

Перед опытом в лабораторных условиях материалы тщательно перемешивались и приводились в однородное состояние. Ре-

ологические свойства этих материалов можно характеризовать предельным напряжением сдвига и вязкостью [1, 2, 3], а сами материалы можно рассматривать как вязкопластичное тело Шведова – Бингама [1].

В рабочую часть конических насадков вместе с исследуемыми материалами закладывался один ряд свинцовых реперов. Конические насадки устанавливались в горизонтальном положении, под которые закладывалась кассета, заряженная рентгеновской пленкой. Путем включения рентгеновского аппарата фиксировалось положение свинцовых реперов [1].

Коэффициент пристенного скольжения как отношение переносной скорости, обусловленной пристенным скольжением, к градиенту скорости в прилегающих объемных слоях определялся по формуле

$$K = \frac{v_{ск}}{\left| \frac{\partial v}{\partial n} \right|_0}, \quad (1)$$

где K – коэффициент пристенного скольжения; $v_{ск}$ – скорость скольжения; $\left| \frac{\partial v}{\partial n} \right|_0$ – градиент скорости в прилегающих к твердой стенке объемных слоях.

Оказывается, что в этом случае значения коэффициента пристенного скольжения в различных сечениях конуса будут разные. С изменением расстояния от оси конического насадка до твердой стенки величина этого коэффициента изменяется. Следовательно, и толщина пристенного слоя в различных сечениях конуса будет неодинакова. Таким образом, при движении вязкопластичных систем в коническом насадке коэффициент пристенного скольжения характеризуется не толщиной пристенного слоя [1], а тангенсом угла конусности пристенного слоя.

Как показывают проведенные нами опыты, при движении вязкопластичных систем в конических насадках необходимо пользоваться формулой

$$K = \frac{v_{ск}}{\left| \frac{\partial v}{\partial n} \right|_0 \cdot r_c}, \quad (2)$$

где r_c – расстояние от оси конуса до твердой стенки. Выражая расстояние r_c через r , проведенный из вершины ко-

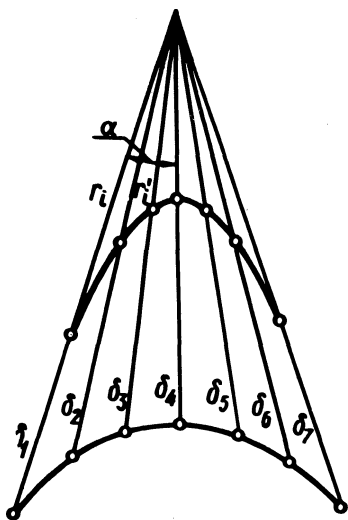


Рис. 1. Фронт движения реперов в конических насадках.

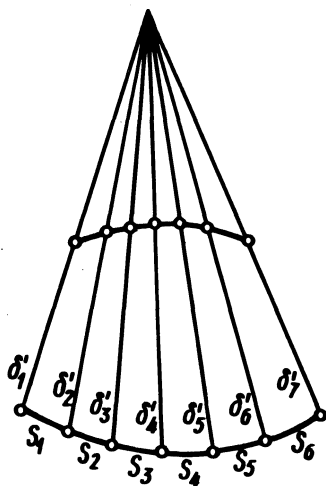


Рис. 2. Приведенная эпюра скоростей в конических координатах.

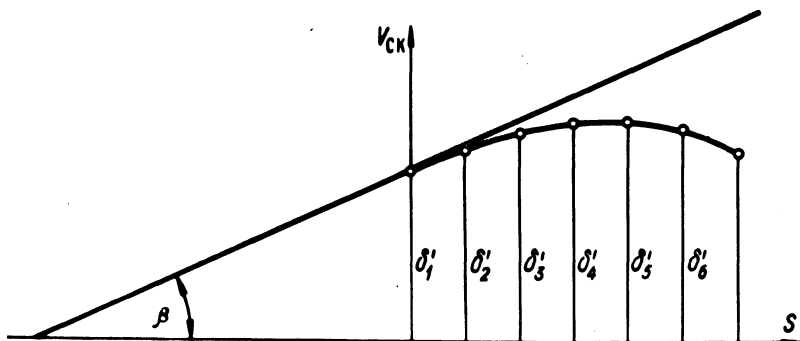


Рис. 3. Развернутый график скоростей.

нуса до данной точки, и функцию угла α , равного половине угла раствора конуса, имеем

$$r_c = r \cdot \sin \alpha.$$

После подстановки значения r_c в формуле (2) получим

$$K = \frac{v_{ск}}{\left| \frac{\partial v}{\partial n} \right|_0 r \cdot \sin \alpha} \quad (3)$$

Таблица 1. Результаты проведенных опытов по определению коэффициента пристенного скольжения при движении вязкопластичных дисперсных систем в круглых и плоских конических насадках

Исследуемый материал	Влажность, %	Угол раствора конич. насадка	Коэффициент пристенного скольжения
1	2	3	4
Торф	82,8	15	18,25
"	82,8	20	11,34
"	82,8	25	9,60
"	82,8	30	8,38
"	82,8	35	7,23
"	84,0	15	6,43
"	84,0	20	4,84
"	84,0	25	3,26
"	84,0	30	2,88
"	84,0	35	2,51
"	85,6	15	1,53
"	85,6	25	0,81
"	85,6	30	0,61
"	85,6	35	0,55
"	86,8	15	0,67
"	86,8	20	0,56
"	86,8	25	0,34
"	86,8	30	0,28
"	86,8	35	0,21
"	88,0	15	0,31
"	88,0	20	0,29
"	88,0	25	0,17
"	88,0	30	0,12
"	88,0	35	0,11
"	88,8	20	0,14
"	88,8	25	0,10
"	88,8	30	0,07
"	88,8	35	0,06
"	85,6	20	1,27
"	88,8	15	0,18
Глина		15	0,49

Продолжение

1	2	3	4
Глина		30	0,26
ЦИАТИМ-201		15	0,13
"		20	0,10
"		25	0,08
"		30	0,07
"		35	0,06

Таблица 2. Зависимость коэффициента пристенного скольжения от влажности при движении низинного тростникового торфа степени разложения 30% в круглом коническом насадке с углом раствора 30°

Влажность, %	Коэффициент пристенного скольжения
88,8	0,07
88,0	0,12
86,8	0,28
85,6	0,61
84,0	2,88
82,8	8,30

Таблица 3. Зависимость коэффициента пристенного скольжения от угла раствора конического насадка при движении низинного тростникового торфа степени разложения 30%

Влажность торфа, %	Коэффициент пристенного скольжения в конических насадках с углом раствора				
	35	30	25	20	15
82,8	7,23	8,38	9,60	11,34	18,25
84,0	2,51	2,88	3,26	4,84	6,43
85,6	0,55	0,61	0,81	1,27	1,53
86,8	0,21	0,28	0,34	0,56	0,67
88,0	0,11	0,12	0,17	0,29	0,31
88,8	0,06	0,07	0,10	0,14	0,18

Для вычисления коэффициента пристенного скольжения необходимо построить фронт движения реперов (рис. 1), приведенную эпюру скоростей в конических координатах (рис. 2) и развернутый график скоростей (рис. 3). Величины коэффициентов пристенного скольжения сведены в табл. 1, 2, 3.

При движении исследуемой массы в конических насадках размерность коэффициента пристенного скольжения выражается в единицах измерения угла, т.е. в радианах.

Угол конусности пристенного слоя является величиной, пропорциональной коэффициенту пристенного скольжения.

Экспериментальное изучение явлений пристенного скольжения вязкопластичного торфа при движении в круглых и плоских конических насадках с углом раствора $2\alpha = 15, 20, 25, 30$ и 35° , консистентной смазки ЦИАТИМ-201, глины строительной и теста мучного позволяет вывести следующее.

Движение исследованных вязкопластичных систем в круглых и плоских конических насадках в большинстве случаев сопровождается пристенным скольжением.

Основной реологической характеристикой скольжения является коэффициент пристенного скольжения. В зависимости от формы насадка последний для одной и той же системы имеет разное математическое выражение. Форма пристенного слоя зависит от формы насадка, в котором происходит движение исследуемой системы.

При движении торфяной массы в круглых и плоских конических насадках коэффициент пристенного скольжения главным образом зависит от влажности. Причем эта зависимость является обратной. С увеличением влажности торфа коэффициент пристенного скольжения уменьшается.

При движении одной и той же массы в круглых и плоских конических насадках коэффициент пристенного скольжения зависит от угла конического насадка. Эта зависимость является обратной. С увеличением угла раствора конического насадка коэффициент пристенного скольжения уменьшается.

Деформационные свойства торфяной массы, глинистого раствора и мучного теста, обладающих высокой влажностью, а также консистентной смазки ЦИАТИМ-201 после предварительной переработки с достаточной для практики точностью описывается модель реологического тела Шведова - Бингама.

Частицы вязкопластичных дисперсионных систем в первом приближении движутся по траекториям представляющим прямые, проходящие через вершину конического насадка.