

свойства. Если за меру тиксотропности брать отношение максимальной и минимальной вязкости, то для кормовых и навозных масс он колеблется в пределах от 1,5 до 2,0.

В общем случае вязкость кормовых и навозных гидросмесей характеризуется значениями от 0,0034 до 20,4 Па·с, а напряженье сдвига — от 0,15 до 382,2 Па.

Липкость, или адгезионные свойства гидросмесей, характеризует взаимодействие последних с материалом трубопроводов.

Адгезионные свойства кормовых и навозных масс, так же как и вязкостные, определяются составом рассматриваемого материала, влажностью, температурой и другими факторами. Адгезия (липкость) кормосмесей колеблется в диапазоне 10...1300 Па, а навозных масс — от 40 до 2000 Па.

В расчетах численные значения адгезии не используются, однако по их величине можно судить о силе прилипания гидросмесей.

Радиус растекания жидких кормов и навозных масс колеблется в пределах 0,18...0,25 м и зависит от вида конструкционного материала, адгезии и вязкости.

### Глава 3. ТРАНСПОРТИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОТОКА

Транспортирующая способность потока — это такое его состояние, при котором он перемещает максимально возможное количество материала.

Движение неньютоновских жидкостей по трубам и лоткам характеризуется целым рядом особенностей по сравнению с движением ньютоновских жидкостей.

Класс неньютоновских жидкостей — вязкопластичных — обычно называют *бингемовской жидкостью*, названной в честь американского ученого Бингема.

К числу таких жидкостей относятся суспензии и коллоидные растворы, состоящие из двух фаз — твердой и жидкой, кормовые и навозные смеси.

Реологические свойства бингемовской жидкости характеризуются в основном двумя параметрами: начальным напряжением сдвига и бингемовской, или пластической, вязкостью:

$$\mu_{пл} = (\tau - \tau_0) / \frac{du}{dr}. \quad (6.6)$$

В некоторых случаях при гидравлических расчетах пользуются эффективной (кажущейся) вязкостью

$$\mu_{э} = \mu_{пл} + \tau_0 / \frac{du}{dr}. \quad (6.7)$$

Для начального движения неньютоновской жидкости необходимо создать разность давления, соответствующую возникающему в жидкости касательному напряжению  $\tau$  и ее начальному напряжению сдвига  $\tau_0$ . Это объясняется наличием пространственной решетки, когда жидкость находится в покое. В дальнейшем вся масса жидкости отрывается от стенок трубопровода и движется первоначально как одно целое с одинаковыми скоростями для всех частиц, по мере увеличения разности давления возрастает и скорость движения жидкости. В центральной части поперечного сечения возникает так называемое центральное ядро, и жидкость снова продолжает двигаться как твердое тело. Это так называемый структурный режим движения. При повышении разности давления центральное ядро уменьшается, а область ламинарного режима увеличивается, и при дальнейшем возрастании  $\Delta p$  структурный режим полностью перейдет в ламинарный. Но ламинарный режим полностью не существует, так как еще при наличии центрального ядра зарождается турбулентное движение. Следовательно, структурный режим переходит непосредственно в турбулентный.

Количественная оценка транспортирующей способности потока — критическая скорость. При критической скорости транспортирования поток максимально насыщен твердыми частицами материала и транспортирующая способность потока используется полностью. Добавки материалов в такой поток приводят к выпаданию твердых частиц на дно.

Для определения значения критической скорости при движении гидросмеси в литературе предложено множество эмпирических формул и зависимостей, в разной степени удовлетворяющих практике.

При практических расчетах чаще всего поступают следующим образом. По формуле

$$v_{кр} = 0,25 \sqrt{\tau_0 / \rho g} \quad (6.8)$$

находят критическую скорость и, сравнивая ее со средней скоростью потока  $v$ , устанавливают характер режима: при  $v < v_{кр}$  — режим структурный, при  $v > v_{кр}$  — режим турбулентный.

В заключение следует отметить, что режим течения неньютоновских жидкостей устанавливается по критическому значению обобщенного числа Рейнольдса.

#### **Глава 4. НАПОРНЫЙ И БЕЗНАПОРНЫЙ ГИДРОПНЕВОТРАНСПОРТ**

*Напорным гидропневмотранспортом* называется такой транспорт, когда гидравлическая смесь перемещается под давлением. Перемещение гидросмеси может происходить в гори-