

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-

зонтальной и вертикальной плоскостях по сложной криволинейной траектории. Напорный гидропневмотранспорт делится на компрессорный, насосно-компрессорный, насосно-напорный и насосно-всасывающий.

Безнапорное движение осуществляется преимущественно по открытым лоткам и металлическим желобам под действием сил тяжести.

В сельскохозяйственном производстве безнапорный гидротранспорт, например, применяется при очистке от навоза животноводческих помещений. Гидравлические безнапорные установки можно разделить на системы прямого смыва, рециркуляционные и самотечные.

К безнапорному пневмотранспорту относятся аэрожелоба, где при помощи вентилятора создается поток воздуха, который при помощи чешуйчатой решетки направляется в слой зерна (или другого сыпучего материала) и переводит последний в псевдооживленное состояние. Транспортировка сыпучего материала в этом состоянии происходит за счет сил тяжести в сторону уклона аэрожелоба.

Характеристика работы напорного и безнапорного гидротранспорта — критическая скорость.

*Критической скоростью* называется такая скорость движения гидросмеси, при которой большая часть твердой фазы, содержащейся в потоке, полностью перемещается, не осаждаясь на дне трубопровода. Для нормальной работы напорного гидротранспорта необходимо, чтобы скорость движения смеси была равна или несколько превышала критическую. Анализ ряда эмпирических формул для определения критической скорости показал, что она зависит от гранулометрического состава гидросмеси, его гидравлической крупности, удельного веса частиц и диаметра трубопроводов.

При проектировании безнапорного гидротранспорта основной параметр — это уклон дна, который должен обеспечить такую скорость гидросмеси, чтобы крупные частицы не выпадали на дно (не заиливали).

После определения уклона необходимо вычислить скорость и сравнить ее с критической. Уклон лотка (желоба) увеличивают до получения равенства  $v_{кр} = v$ .

## **Глава 5. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ГИДРОПНЕВОТРАНСПОРТА**

Основные расчетные параметры гидропневмотранспортной системы — диаметр труб, толщина стенки и их материал. В непосредственной связи с диаметром труб находятся потери давления (напора).