

## ТЕЧЕНИЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ НА УЧАСТКЕ ИХ ВВОДА В ПНЕВМОТРАНСПОРТНЫЙ ТРУБОПРОВОД

Гущин В.М., канд. тех. наук, доц.,

Донбасская государственная машиностроительная академия

*Рассмотрены процессы течения газоматериальных потоков на участке ввода аэросмесей в пневмотранспортный трубопровод.*

*The analysis of the movements of the gase materials flows in loading apparatus of the pneumatic conveying is done.*

Для пневмотранспортных установок, работающих в волновом и порционном режимах движения аэросмесей [1], традиционные загрузочные устройства, как правило, трудно приспособляемы. Новые типы загрузочных устройств [2] разработаны на основе интенсификации процессов истечения сыпучих материалов, что достигается приданием сыпучим материалам свойств сверхтекучести посредством воздействия непрерывных или пульсирующих воздушных струй, вибрации или объединенного действия нескольких факторов. Представляется целесообразным осуществлять местную интенсификацию истечения сыпучего материала в зоне выпускного отверстия и на участке его ввода в пневмотранспортный трубопровод.

Течение сыпучих материалов в зоне их выхода из бункера и входа в приемную часть пневмотранспортного трубопровода представляет определенный интерес, так как протекающие здесь процессы детерминируют дальнейшую работу пневмотранспортной установки. Из широкой гаммы загрузочных устройств рассматривается движение сыпучих материалов на переходных участках формирования воздухоматериальных потоков для порционного поступательного и вращательного режимов движения аэросмесей в пневмотранспортном трубопроводе.

На схеме течений и формирования потоков участка ввода материалов пневмотранспортных установок, работающих в порционном режиме движения аэросмесей (рис.1) показаны зоны:  $X_0$  – регулируемая длина;  $X_1$  – участок расширения воздушной струи;  $X_2$  – участок ввода аэрированного сыпучего материала в пневмотранспортный трубопровод;  $X_3$  – участок формирования поступательно движущейся структуры.



тельно подводимая воздушная струя. Поступающая энергия этой струи разбивается на две составляющие. За положительное направление принято направление движения потока. Часть потока воздушной струи, действующая в отрицательном направлении, возбуждает передний фронт потока аэросмеси участка  $X_3$ , приводя его в вихревое состояние. Действующие в направлении движения силы могут быть представлены в виде двух составляющих. Вертикальная составляющая поддерживает частицы материала во взвешенном состоянии, а осевая – продвигает их в заданном направлении. Таким образом, формируется поток когерентных структур. Общей турбулизации потока способствует неравномерность распределения давлений в затоп-

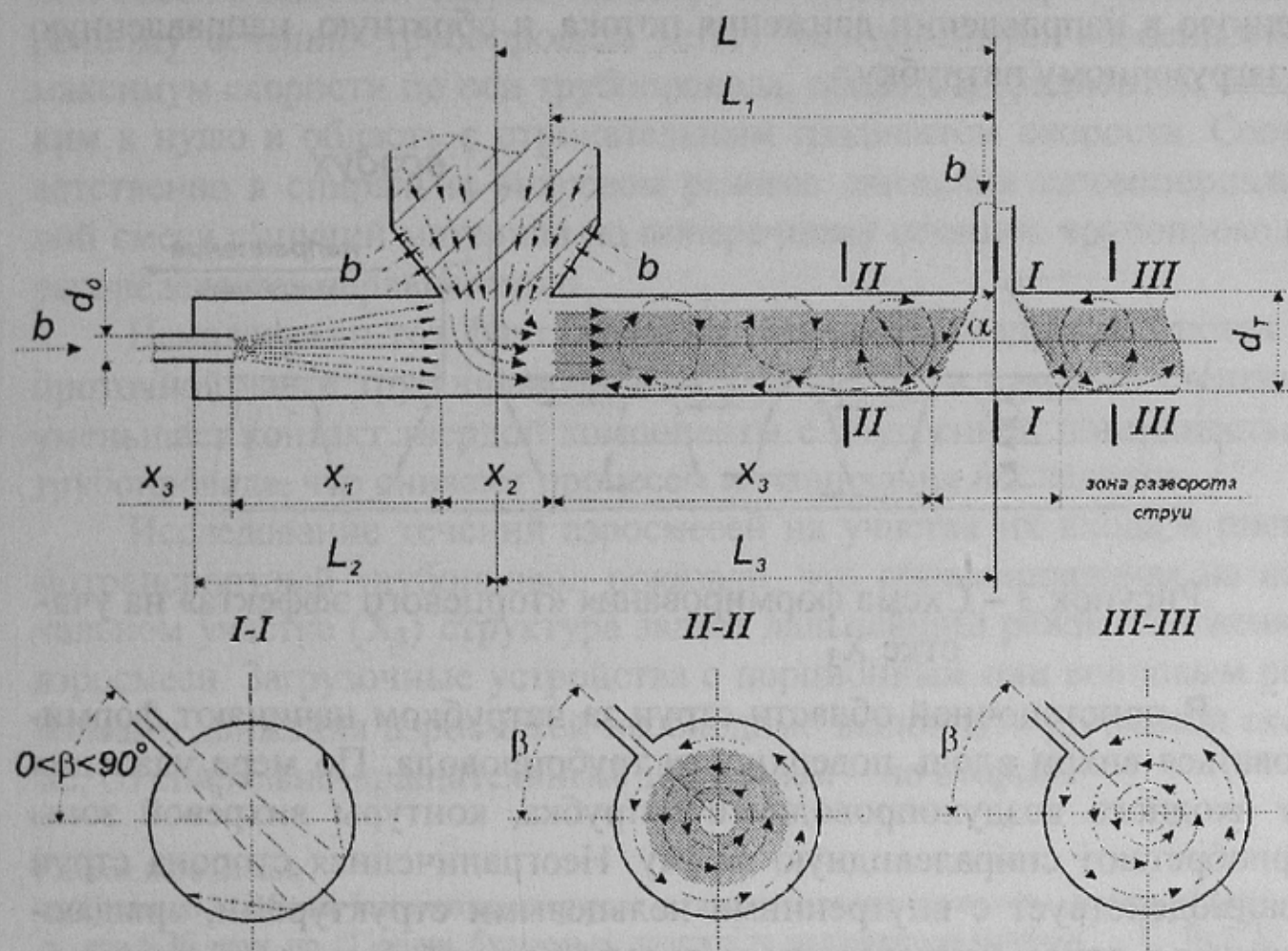


Рисунок 2 – Схема движения потоков на участке входа аэросмеси в трубопровод при переходе поступательного движения аэросмеси во вращательное ( $\alpha=90^0$ ,  $0<\beta<90^0$ )

ленной струе, соударяющейся с поверхностью экранирующей нижней стенки трубопровода.

Формирование потока газоматериальной смеси для вращательного режима движения (рис.2) в зоне  $X_3$  имеет свои отличительные особенности. Возможны два случая воздействия дополнительной воздушной струи:  $\alpha=90^\circ$ ,  $0<\beta<90^\circ$  и  $\alpha<90^\circ$ ,  $0<\beta<90^\circ$ . Рассматривается более простой первый случай, когда  $\alpha=90^\circ$ , как показали исследования рабочих процессов в вихревых камерах [3,4] процессы осложняются влиянием «торцевого эффекта» и действием крупно и мелкомасштабных когерентных вихревых структур.

Входящая под углом  $\beta$  воздушная струя (рис.3) на выходе из воздухоподводящего патрубка расширяется вдоль криволинейной части трубопровода и разделяется на две части: проточную, направленную в направлении движения потока, и обратную, направленную к загрузочному патрубку.

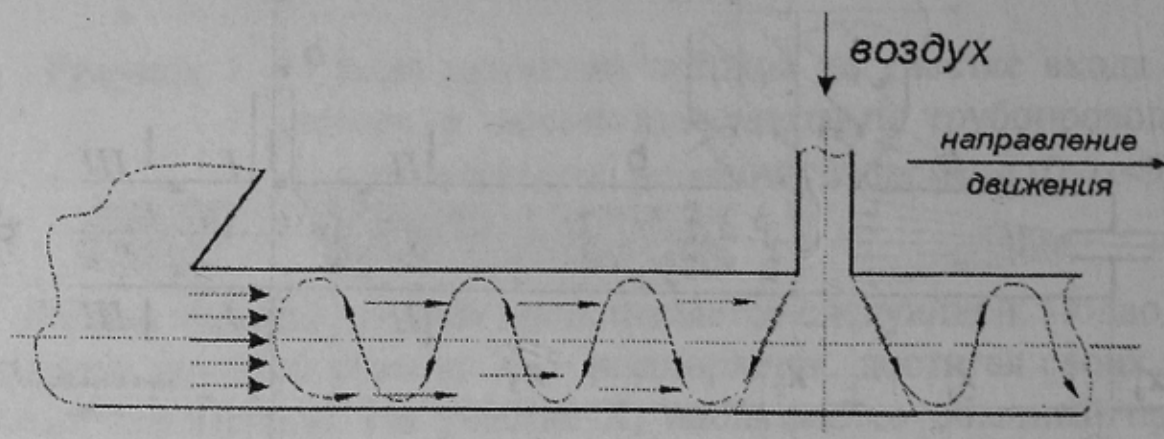


Рисунок 3 – Схема формирования «торцевого эффекта» на участке  $X_3$

В пристеночной области струи за патрубком начинают формироваться вихри вдоль поверхности трубопровода. По мере удаления от входного воздухопроводного патрубка, контуры вихревой зоны приобретают спиралевидную форму. Неограниченная сторона струи взаимодействует с внутренними кольцевыми структурами, вращающимися в одном направлении со входной струей. Впускная струя, обладая определенным энергетическим потенциалом и заданной степенью закрутки, детерминирует развитие процессов в обоих направлениях относительно оси входа струи в трубопровод.

В зоне  $X_3$  (рис. 2) направленная в сторону разгрузочного патрубка составляющая воздушной струи сталкивается с движущейся в направлении проточной части газоматериальной смеси. «Зона - плоскость» столкновения линейно движущейся и этой составляющей как бы формирует «торцевую» зону (плоскость). Возникает явление

«торцевого эффекта» и, как следствие, в срединной части (по оси трубопровода) наблюдается эффект торцевого подтягивания движущегося газоматериального потока. В общем случае, процесс интенсифицируется. Аэродинамика и параметры формирующихся структур зависят от геометрических параметров  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $l$ ,  $d_0$ ,  $d_T$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ , энергетики дополнительно подводимой воздушной струи и физико-механических свойств объекта транспортирования.

Вращательное движение газоматериальной смеси формируется воздействием дополнительных воздушных струй, истекающих из сопел – побудителей. Анализ показывает, что в потоках газоматериальной смеси с высокой скоростью закрутки градиент скорости по поперечному сечению трубопровода имеет определенную особенность: максимум скорости по оси трубопровода, область с градиентом близким к нулю и область с отрицательным градиентом скорости. Соответственно в спирально-вихревом режиме движения газоматериальной смеси сыпучий материал по поперечному сечению трубопровода распределяется неравномерно.

Немаловажен тот факт, что спиралевидный воздушный поток в проточной части трубопровода и на участке  $X_3$ , в какой-то степени, уменьшает контакт твердой компоненты с внутренней поверхностью трубопровода, что снижает процессы изнашивания последнего.

Исследование течений аэросмесей на участке их входа в пневмотранспортный трубопровод показали, что сформированная на начальном участке ( $X_3$ ) структура задает дальнейший режим движения аэросмеси. Загрузочные устройства с порционным или волновым режимами движения аэросмесей необходимо выполнять по первой схеме, со спирально-вращательным движением – по второй.

#### Список источников.

1. Гуцин В.М. Новые пневмотранспортные установки для перемещения сыпучих материалов // 36. наук. пр. "Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини". – К.: Вип. 55, 2000. – С. 70 – 73.
2. Гуцин В.М. Разработка новых типов загрузочных устройств для пневмотранспорта сыпучих материалов // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у машинобудуванні та металургії: 36. наук. пр. – Краматорськ, 1999. – С. 325 – 330.
3. Турик В.Н., Макаренко Р.А. О вторичном течении, наведенном закрученной полуограниченной струей // Прогресивна техніка і технологія машинобудування, приладобудування і зварювального виробництва, - К.: КПІ, 1998. – С. 280 – 284.
4. Бабенко В.В., Воскобойник В.А., Турик В.Н. и др. Статистические характеристики входной струи вихревой камеры // Вестн. НТУУ «КПИ», Машиностроение, т. 1., № 42, 2002. – К.: ММІ НТУУ "КПІ". – С. 44 – 49.