Қазақстан Республикасының Бірінші Президенті күніне арналған **«Сейфуллин оқулары – 9:** жоғарғы білім және ғылым дамуындағы жаңа бағыт» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференция материалдары = Материалы Республиканской научно- теоретической конференции **«Сейфуллинские чтения – 9:** новый вектор развития высшего образования и науки**»** посвященная дню Первого Президента Республики Казахстан. – 2013. – Т.1, ч.1 – С. 93-96

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ШАГА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

Токушев М.К.

Одним из наиболее ответственных узлов в широкозахватных посевных агрегатов с пневматической централизованной высевающей системой (ЦВС) является распределитель. Основным показателем, по которому оценивается качество работы распределителей, является равномерность распределения посевного материала по семяпроводам.

Одним из способов повышающих равномерность распределения является задание потоку агросмеси винтового движения. Для этой цели в трубопроводе, непосредственно перед делительной головкой, неподвижно устанавливается дополнительный конструктивный элемент – распределитель, выполненный в виде винтовой спирали навитой на стержень.

Поступивший на распределитель поток, закручивается и вследствие обереженного вращательного движения, под воздействием центробежных сил инерции прижимается к внутренней стенке трубопровода, распределяется по ней равным слоем обретая при этом в поперечном сечении форму полого цилиндра.

Исследование структуры потока на горизонтальном участке материалопровода проведены И.Гостерштдтом, Г.Вельшофом и другие показывают, что при скорости воздуха 15-18 м/с большая часть зерен движется по дну материалопровода, они занимают примерно только половину сечения по высоте.

При таких скоростях воздуха величина подъемной силы мала, поэтому частицы находятся под преобладающим влиянием силы тяжести. Уменьшение концентрации материала в потоке при той же скорости воздуха не изменяет общего характера распределения частиц по сечению. И только увлечение скорости воздуха, а следовательно, и возрастание подъемной силы приводят к тому, что частицы поднимаются в более высокие слои потока.

Отсюда следует, что сила, вызывающая подъем частиц со дна трубопровода, зависит в основном от скорости воздуха, причем при малых скоростях воздуха подъема частиц почти не наблюдается, они протаскиваются по дну материалопровода.

Силой же, противодействующей подъему частиц, может быть только сила тяжести. Этим и объясняется неравномерное распределение частиц в поперечном сечении горизонтального материалопровода, что особенно выражено при низких скоростях воздуха, высоких концентрациях материала.

Допустим $V_м$ – усредненная поступательная скорость перемещения сыпучего материала по направлению осевой линии трубопровода до распределителя, α - искомый угол подъема винтовой линии.

Сила действия воздушного потока на частицу определяется по формуле.

$$P_в = mk_n V_{omn}^2 ,$$

где $k_п$ – коэффициент парусности, m – масса частицы, $V_{отн}$ – скорость потока относительно частицы.

Условия создания равномерного кольца сыпучего материала в пневмотранспорте дополнительным вращением потока возможно при значительном превышении центробежных сил, прижимающих частицу к поверхности, над отрывающими от нее. Основываясь на принципе независимости действия сил и соответствующих ложного движения, рассмотрим силы действующие на частицу в плоскости поперечного сечения трубопровода, так как воздействие на процесс направлено на изменение кинематики потока, именно в этой плоскости.

Случай первый. Частица попадает на винтовую поверхность распределителя (рис. 1).

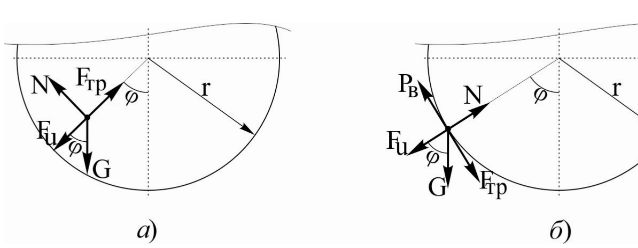


Рисунок 1 – Силы, действующие на частицу в пневмопотоке

а) – на винте распределителя,

б) – на внутренней поверхности трубопровода

Условия образования кольца:

$$\begin{cases} F_u > F_{тр} - G \sin \varphi - P_в, \\ N = G \cos \varphi_1, \end{cases} \quad (1.1)$$

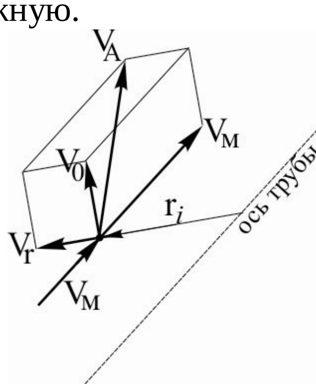
где F_u – сила инерции, $P_в$ – сила действия потока на частицу,

$F_{тр}$ и G – силы трения и тяжести,

N – реакция поверхности на частицу,

$P_в$ – проекция силы воздействия потока на частицу вдоль радиуса цилиндра.

Частица имеющая начальную скорость $V_м$ (рис.2), параллельной оси трубопровода, под действием винта приобретает $V_м$ – радиусную скорость $V_{окр}$ – окружную.



Рассматривая воздушный поток как сплошную среду, можно предположить, что подобное изменение получит кинематика воздуха. При этом скорость воздуха относительно частицы определится как разность $(V_{r(в)} - V_r)$ и величины ее будет небольшой, что влияет и на ее действия силы $P_в$ в направлений радиуса. Величина ее сравнительно небольшая, а направлена она всегда от центра, то есть способствует образования кольца.

Рисунок 2 –
Кинематика частицы

Поэтому эту силу можно не учитывать. Тогда условия (1.1) примет вид

$$F_u > Nf - G\sin\varphi,$$

$$\frac{V_{0(м)}^2}{r} > gf\cos\varphi - g\sin\varphi, \qquad (1.2)$$

где f – коэффициент трения частицы о поверхности,

$V_{0(м)}$ – проекция скорости частицы на перпендикуляр к радиусу поперечном сечении трубопровода.

Приближенно ее можно найти

$$V_0 = V_м tg\alpha_i = V_м (S/2\pi r_i),$$

где $V_м$ – скорость поступательного движения частицы. α_i– угол подъема винтовой поверхности на расстоянии от оси трубы, S – шаг винта.

С учетом этого условия 1.2 перепишем в виде:

$$\frac{V_м^2 \cdot S^2}{4\pi^2 r_i^3} > gf\cos\varphi - g\sin\varphi \qquad (1.3)$$

Теперь видно, что условия выполняется при $V_м$= const и S=const с большим запасом, причем чем ближе частицы оси трубы (меньше r_i) тем больше разность между левой и правой частями выражения 1.2. Это гарантирует перераспределения от центра к внутренней поверхности. По мере удаления частиц от оси (увеличение r_i) фактор перераспределения уменьшается.

Случай второй. Частица попадает на внутреннюю поверхность цилиндра (рис. 1б). При этом условие постоянного контакта частицы с поверхностью – образование кольца, возможно тогда:

а) силы, действующие на частицу способны будут обеспечивать постоянный контакт;

б) действие потока на частицу вызовут относительное вращательное движения, т.е.

$$\begin{cases} F_u > N - G\cos\varphi, \\ P_в > G\sin\varphi + F_{тр} \end{cases} \qquad (1.4)$$

$$F_u = m\frac{V_{0(м)}^2}{R}; \qquad P_в = mk_n V_{0(в)}^2,$$

где $V_{0(в)}$ – проекция скорости воздуха перпендикулярна к радиусу в поперечном сечении трубопровода.

После некоторых преобразований условие 1.4 примет вид:

$$\frac{P_в - G\cos\varphi}{F_u + G\sin\varphi} > f.$$

Подставив значения окончательно имеем выражения определяющие величину необходимого шага винта обеспечивающего предварительное формирование сыпучего материала в пневмотранспорте для повышения равномерности распределения.

$$tg^2\alpha > \frac{gr(\sin\varphi + f\cos\varphi)}{rk_n V_в^2 - fV_м^2} \qquad (1.5)$$

Научный руководитель: Нукешев С.О.