

Введение Пневмомеханический протравливатель предназначен для обработки защитно-стимулирующими препаратами семян зерновых культур перед посевом. Предварительная камера протравливания пневмомеханического протравливателя представляет собой горизонтальный трубопровод, перпендикулярно присоединенный к выгрузному патрубку бункера-дозатора семян [1,2,3]. В установленном режиме работы через предварительную камеру протравливания с постоянным расходом движется воздух. В воздушный поток дозировано подаются семена и в мелкодисперсном виде впрыскивается рабочая жидкость [4]. Далее смесь семян и мелкодисперсных частиц поступает в основную камеру протравливания [5]. При совместном движении в воздушном потоке внутри предварительной камеры происходит обволакивание семян мелкодисперсными частицами рабочей жидкости. Чем больше семян будет обволакиваться рабочей жидкостью в предварительной камере, тем выше будут полнота и равномерность протравливания. Для обоснования основных конструктивно-технологических параметров пневмомеханического протравливателя необходимо теоретически описать процесс покрытия поверхности семян рабочей жидкостью защитно-стимулирующих препаратов в предварительной камере протравливания. Цель работы. Разработка математической модели, описывающей процесс покрытия семян мелкодисперсными частицами рабочей жидкости в предварительной камере пневмомеханического протравливателя. Решение данной задачи позволит обосновать основные конструктивные параметры предварительной камеры протравливания пневмомеханического протравливателя семян.

Экспериментальная часть При исследованиях использованы положения газодинамики и газожидкостных смесей, математики, а также специально, разработанная методика исследования пневмомеханических рабочих органов, изложенная в работе [6]. Приняты следующие общие допущения: отсутствует теплообмен между воздухом, семенами и распыленными частицами рабочей жидкости; температура и плотность воздуха постоянные; семена и частицы рабочей жидкости имеют сферическую форму. Результаты и обсуждение Рассмотрим процесс совместного движения смеси семян и мелкодисперсных частиц рабочей жидкости в воздушном потоке (рис. 1). Рис. 1 - К моделированию процесса протравливания Осевую скорость воздуха в начальном сечении обозначим U_0 . Осевые скорости семян и распыленных частиц рабочей жидкости в зоне подачи в предварительную камеру равны нулю. Под действием движущегося воздуха они начинают набирать скорость и разгоняются до своих асимптотических значений, зависящих от коэффициентов парусности. Движение семян и распыленных частиц рабочей жидкости в воздушном потоке можно описать с помощью следующих дифференциальных уравнений: где m_s - соответственно, массы семян и распыленных частиц рабочей жидкости, кг; U_s , U_{sp} - соответственно, скорости зерна, распыленных частиц рабочей жидкости и

воздуха, м/с; - время движения, с; , - коэффициент сопротивления семян и распыленных частиц; , - миделево сечения зерна и распыленных частиц рабочей жидкости, м²; - плотность воздуха, кг/м³. Массы и площади миделево сечения семян и распыленных частиц определяются по следующим формулам через их эквивалентные диаметры: где $d_{эз}$, $d_{эс}$ - соответственно, эквивалентные диаметры семян и распыленных частиц, м; , - соответственно, плотности семян и распыленных частиц, кг/м³. После перехода к эквивалентным диаметрам зерна и распыленных частиц рабочей жидкости, а также с учетом того, что скорость воздушного потока больше скоростей зерна и капель, уравнения (1) и (2) примут следующий вид: При решении уравнения (5) и (6) скорость воздушного потока считается известной. Однако она не является постоянной. Для определения изменения скоростей воздушно-зернового потока запишем интегральное уравнение сохранения материального баланса среды: где - сумма массовых расходов воздуха, семян и распыленных частиц рабочей жидкости рабочей жидкости; - радиус предварительной камеры протравливания, м; , , - объемные концентрации воздуха, семян и распыленных частиц рабочей жидкости, м³/м³. После вычисления, интегральное уравнение (7) примет следующий вид: Отсюда получим следующую формулу для определения скорости воздушного потока: Рассматриваемый поток представляет собой гетерогенную среду с двумя дисперсными фазами. При их столкновении происходит осаждение мелкодисперсных частиц рабочей жидкостной на поверхность семян. Поэтому концентрация распыленных частиц является переменной величиной, которая убывает по времени, то есть уменьшается. Величину уменьшаемой концентрации распыленных частиц за время можно представить как Объем и вес осажденных частиц рабочей жидкости учитываться в характеристиках твердой фазы и воздушного потока по следующему соотношению Уменьшение вязкости воздуха можно не учитывать из-за незначительности. Для проведения дальнейших теоретических исследований необходимо определить общие объемы семян и распыленных частиц рабочей жидкости в рабочей зоне предварительной камеры протравливания. Общий объем распыленных частиц рабочей жидкости на рабочем участке камеры протравливания длиной (рисунок 1) составляет: Вычислим количество распыленных частиц рабочей жидкости на рассматриваемом участке: Подобные формулы можно записать для общего объема и количества семян в рассматриваемом участке: Рассмотрим фронтальный обдув одного зерна потоком воздуха и распыленных частиц рабочей жидкости (рисунок 1). За время об зерновку ударяются все частицы рабочей жидкости, находящиеся в элементарном цилиндре диаметром и длиной , объем которого равен: Вычислим количество частиц рабочей жидкости в элементарном цилиндре, осаждаемых на одно зерно: Объем рабочей жидкости , осаждаемой в виде капель на поверхности зерна за время на участке рабочей зоны камеры протравливания, определяется следующим образом: Запишем

условие сохранения количества рабочей жидкости на участке предварительной камеры протравливания длиной l : Отсюда, с учетом формул (11), (14) и (17) после подстановки и сокращений получим: Отсюда, используя формулу определения производной получим следующее дифференциальное уравнение для вычисления изменения средней концентрации капель рабочей жидкости во времени: За время t капля жидкости перемещается на расстояние z , то есть $z = vt$. Тогда в уравнении (20) можно перейти к координатам z : Уравнения (5), (6) и (21), которые составляют математическую модель процесса протравливания семян зерновых культур в предварительной камере протравливания пневмомеханического протравливателя решаются численно при начальных условиях $z=0, C=C_0, v=v_0$, где C_0 - концентрация частиц рабочей жидкости в момент впрыска в камеру протравливания. Так как скорость воздушного потока не является постоянной, то при каждом шаге численного интегрирования скорость воздушного потока уточняется по формуле (9). Выводы 1. В результате исследований получены три дифференциальных уравнения (5, 6, 21), которые составляют математическую модель, описывающие процесс протравливания семян зерновых культур в пневмомеханическом протравливателе с учетом убывания концентрации рабочей жидкости в предварительной камере и включающие в себя физико-механические свойства семян и рабочей жидкости. 2. Полученная математическая модель процесса протравливания семян рабочей жидкостью в предварительной камере протравливания позволяет определять минимально необходимый размер длины предварительной камеры протравливания в зависимости от уменьшения концентрации распыленных частиц рабочей жидкости для различных семян зерновых культур.