

РАЗРАБОТКА ГАСИТЕЛЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ДЛЯ СЕМЯПРОВОДА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

Айтлева Полина Леонидовна – студентка 3 курса института агроинженерии ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Научный руководитель – Пятаев Максим Вячеславович, к.т.н, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, и технологии и механизации животноводства ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Аннотация: в статье представлены обзор гасителей воздушного потока для семяпроводов пневматических зерновых сеялок и результаты теоретических исследований по оценке эффективности гасителей на основе методов компьютерного моделирования процесса движения воздушного потока; описана методика эксперимента; описан разработанный образец гасителя воздушного потока; представлены предварительные результаты экспериментальных исследований образца гасителя.

Ключевые слова: посев, пневматическая сеялка, гаситель воздушного потока, компенсатор, семяпровод.

Обобщив практические знания и анализ литературы по теме посева машинами с пневматическими высевальными системами, можно сделать вывод, что на сегодняшний день не в полной мере исследован вопрос неравномерного распределения семян в почве по глубине.

Высевальные системы пневматических сеялок состоят из бункера с высевальным аппаратом, пневмотранспортирующей сети с вентилятором и распределительной системой, механизмов привода высевального аппарата и вентилятора.

Технологический процесс работы можно представить следующим образом: из бункера посевной материал поступает в высевальный аппарат, далее семена в определенном количестве поступают в пневмопроводы и с помощью воздушного потока через распределительные устройства доставляются к сошникам. Сошник образует бороздку, в которую закладываются семена, после бороздка засыпается землей.

В случае пневматической транспортировки посевного материала на зерновых сеялках скорость потока воздуха может достигать значительных величин. Из-за этого посевной материал, включающий в себя семена и гранулированные минеральные удобрения, выносится во вспушенные слои почвы или же вовсе выносится из семенного ложа на поверхность. Именно поэтому могут быть не соблюдены агротехнические требования по глубине заделки семян, что, как следствие, приводит к снижению урожайности.

Решение описанной проблемы для пневматических сеялок видится в использовании гасителя воздушного потока, устанавливаемого на семяпровод, непосредственно перед сошником. Данное устройство позволяет снижать действие воздушной струи, подаваемой в пневматических сеялках, за счет сбрасывания давления, что предотвращает выдувание семян из бороздки.

Обзор патентной базы выявил несколько вариантов конструкций гасителей, однако вопрос применения данных устройств до сих пор недостаточно изучен. Так отсутствует единая терминология в наименовании данных устройств, встречаются такие названия, как гаситель, воздушный компенсатор, воздухоотводчик, также отсутствуют и критерии по определению эффективности и качества их работы [1. С. 7-12].

Известен гаситель Башкирского государственного аграрного университета (рис. 1а), он представляет из себя трубу с окошками для выброса «лишнего» воздуха [2]. Данное устройство устанавливается вертикально для сокращения потери семян через выходные отверстия, а также имеет подвижную воронку, которая регулирует открытие окошечек.

Следующий вид гасителя разработан Азово-Черноморской государственной агроинженерной академией (рис. 1б). Гаситель выполнен в виде проходящих насквозь отверстий, расположенных на внешних стенках криволинейных участков семяпровода [3]. Семена, перемещаясь по семяпроводу, достигают криволинейного участка, где сквозь прорези выходит воздух, они же, сталкиваясь о стенки, отражаются и двигаются дальше к сошнику.

Принимая во внимание достаточную сложность технологического процесса работы гасителя, наиболее рационально для исследований его работы использовать средства компьютерного моделирования, а за основной критерий можно принять степень снижения скорости воздушного потока. Исходя из этого факта, были рассмотрены две конструкции гасителей скорости воздушного потока.

Для выявления наиболее эффективной конструкции гасителя в программе КОМПАС-3Д построены их параметрические 3D модели, а после с помощью программы FlowVision рассчитывалась скорость воздуха, проходящего через них.

Для реализации математической модели в программном комплексе FlowVision необходимо для начала загрузить область расчёта конструкции, далее задать математическую модель, установить граничные условия (стенки, входа и выхода), затем построить расчетную сетку и вычислить векторы скоростей. Цвет векторов соответствует определенному значению скорости воздуха.

По результатам теоретических исследований (рис. 1) выше описанные гасители снижают скорость воздушного потока примерно на 30-40%, что является хорошим показателем, однако недостаточным для внедрения конструкций в производство. Поскольку даже при такой степени снижения

скорости возможна неудовлетворительная равномерность заделки посевного материала по глубине, в особенности, если это мелкосемянные культуры или материалы имеющие высокую парусность.

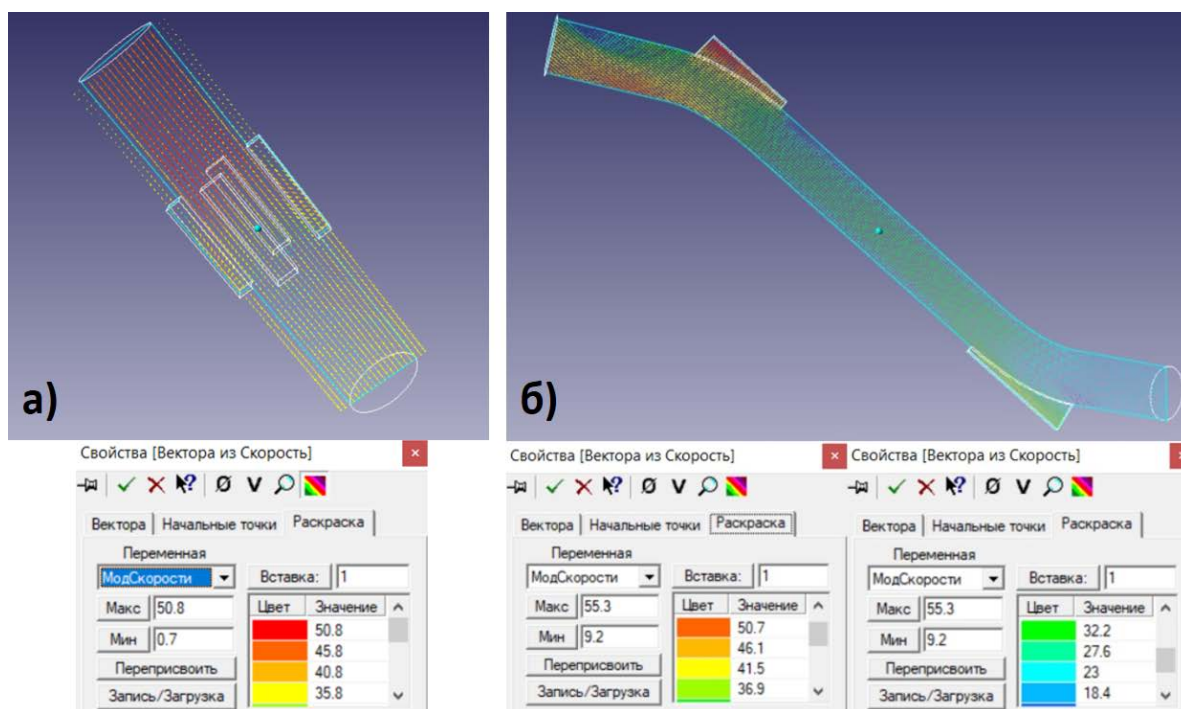


Рис. 1. Результаты построения векторов скоростей:
а) модель БГАУ; б) модель АЧГАА

В целом же, результаты моделирования показывают эффективность гасителей с изогнутыми участками, в которых направление семенного потока и воздуха расходятся, в то время как использование выходных окошек на прямолинейных участках незначительно снижает воздушный поток.

Опираясь на имеющийся опыт в создании гасителей воздушного потока для пневматических зерновых сеялок и на результаты проведенных теоретических исследований, предложена следующая конструкция устройства. Предлагаемый гаситель устанавливается в разрыв семяпровода непосредственно на входе в сошник. Он выполнен в виде изгибающейся трубы со специальным выходящим отделом для окошка сброса воздуха. Ближе к изгибу внутри конструкции расположено несколько перегородок, которые могут регулироваться при необходимости. Перегородки призваны отсекать основную долю воздуха, направляя ее к окошку выхода. При этом семена, поступая в гаситель, под действием силы инерции прижимаются к криволинейной стенке, так они свободно проходят в промежутке между перегородками и стенкой. Благодаря окошку, расположенному на отступе компенсатора, другая часть воздушного потока сбрасывается в атмосферу.

Технологический процесс работы разработанного гасителя выглядит следующим образом. Семявоздушная смесь по патрубку поступает к стенке, где происходит отделение семян и минеральных удобрений от семявоз-

душной смеси, перегородки отделяют попутный воздушный поток, который после выходит через окошко. Перегородки забирают часть кинетической энергии воздуха, следовательно, и его скорости. В зависимости от посевного материала конструкция гасителя имеет ряд технологических регулировок, обеспечивающиеся перегородками. Далее отделившиеся от воздушного потока семена выходят по патрубку к сошнику.

Благодаря наличию регулировок у предложенной конструкции гасителя имеется возможность изменения числа перегородок и их расположения, что позволяет работать с посевным материалом, который обладает различными физико-механическими свойствами и размерами.

Для эффективной работы устройства необходимо определить его рациональные параметры, а именно параметры криволинейной стенки, количество и месторасположение перегородок, а также их общую конфигурацию.

Криволинейная стенка должна обладать такими параметрами, которые бы позволили, при взаимодействии с ней, не отскакивать семенам в область расширения. Только в данном случае обеспечится правильный технологический процесс работы гасителя воздушного потока. Для этого необходимо, чтобы стенка имела определенный радиус изгиба. В программе КОМПАС-3Д был смоделирован прототип криволинейной стенки гасителя воздушного потока и были заданы следующие значения радиусов: 70-120 мм. Использование большего радиуса криволинейной стенки, приводит к увеличению габаритов конструкции, что в последствии может усложнить работу с использованием данного компенсатора. По проведенным расчетам выяснилось, что чем больше радиус, тем меньше угол отскока семян. Поэтому наилучшим был выбран радиус стенки $R=120$ мм.

При определении параметров перегородок, было установлено, что их размеры не должны превышать 25-30 мм, наилучшей толщиной перегородок будет значение 1,5-2 мм. Чтобы избежать нагромождения конструкции будем устанавливать не более 4-х перегородок, на расстоянии не менее 10 мм друг от друга.

Процесс работы предложенной конструкции гасителя при различных его конструктивных параметрах также смоделирован в программе FlowVision [4. С. 116-121.]. На основе моделирования удалось установить, что конструкция гасителей, на которых перегородки изогнутые наиболее действенны, снижение скорости воздушного потока при этом может достигать 60-70%. Таким образом, можно резюмировать, что на основании результатов теоретических исследований (рис. 2) оптимальный вариант – это гаситель с двумя изогнутыми отсекающими перегородками, расположенными рядом с двумя прямыми направляющими, данная конструкция позволяет сократить скорость воздуха на 70% и более.

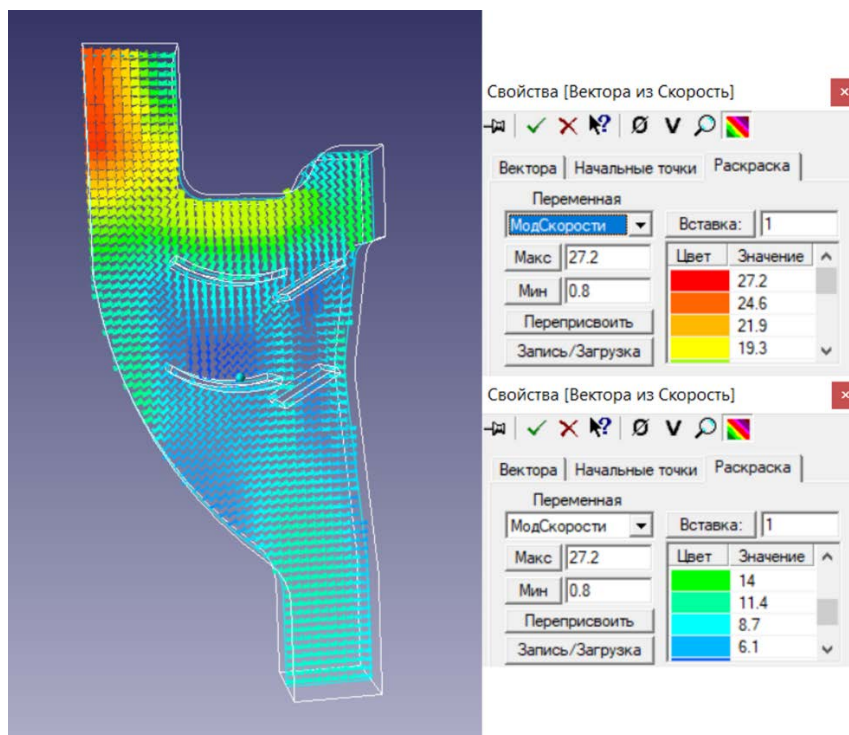


Рис. 2. Результаты построения векторов скоростей на разработанной конструкции гасителя

Для предварительного обоснования основных конструктивно-технологических параметров была изготовлена лабораторная установка (рис. 3) с целью оценки эффективности работы гасителя воздушного потока [5. С. 169-172].

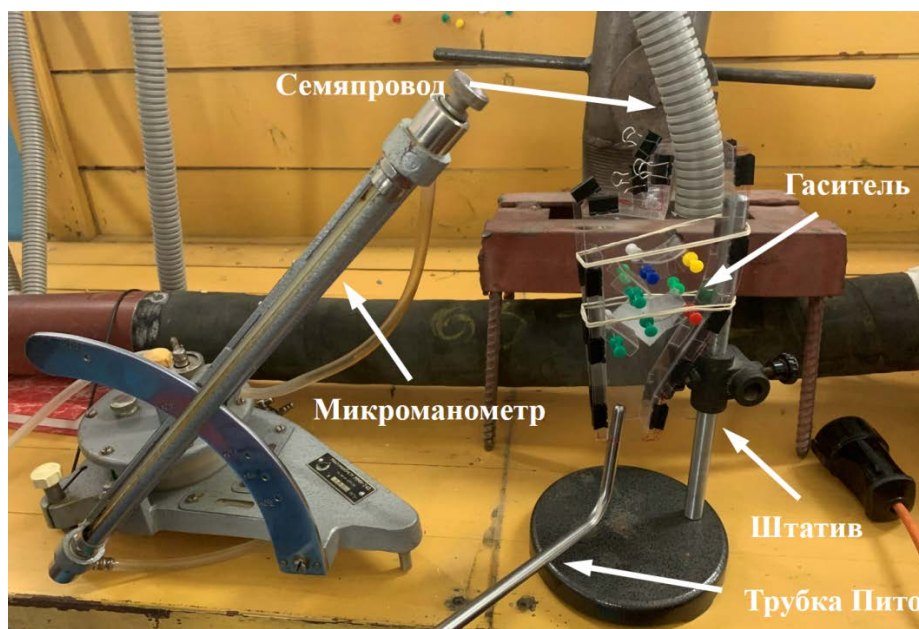


Рис. 3. Экспериментальное исследование на лабораторной установке

Воздушный поток электровентилятором нагнетался в трубопровод, куда дозирующим устройством подавались семена. Посевной материал

подхватывался воздушным потоком и из трубопровода поступал в семяпровод. Потом, проходя через гаситель, сбавлялись давление и скорость воздушного потока, а семена выпадали в семясборник.

Для определения эффективности разработанного устройства производился замер динамического давления на входе и выходе из гасителя с помощью микроманометра ММН-2400. Зная давление, удалось найти скорость воздушного потока. Так, на выходе из семяпровода (на входе в гаситель) она составляла – 21,6 м/с, а после прохождения через него – 7,3 м/с.

По эксперименту гасителю удалось снизить скорость воздуха на 70%, что доказало верность результатов теоретических исследований, и тем самым эффективность использования данного устройства.

Таким образом, были сделаны следующие выводы по данной работе:

1) Обзор гасителей воздушного потока для семяпроводов пневматических зерновых сеялок показал некоторое количество конструкций, недостаточная эффективность которых была доказана с помощью компьютерного моделирования;

2) Предложена своя конструкция гасителя воздушного потока, в которой отделение воздушной струи от семявоздушной смеси достигается благодаря криволинейной стенке и регулируемым перегородкам;

3) Теоретически установлены рациональные конструктивные параметры гасителя воздушного потока, обеспечивающие наилучшие условия для его эффективной работы;

4) Проведены экспериментальные исследования работы гасителя, разработанная конструкция снижает скорость воздушного потока на 70%, что позволило установить правдивость результатов теоретических исследований и, как следствие, эффективность его работы.

Библиографический список:

1. Айтлева П.Л. Анализ конструкций пневматических компенсаторов зерновых сеялок / П.Л. Айтлева // Идеи молодых ученых – агропромышленному комплексу: агроинженерные науки. Материалы студенческой научной конференции Института агроинженерии / Под редакцией Н.С. Низамутдиновой. – Челябинск, 2021. – С. 7-12.

2. Пат. 2 556 065 Рос. Федерация, МПК А01С7/04 А01С7/20. Семяпровод пневматической сеялки / С.Г. Мударисов, З.С. Рахимов, А.В. Шарафутдинов, И.М. Фархутдинов, Р.Ф. Юсупов, К.И. Лукомский, И.Р. Рахимов, В.Н. Коновалов, С.В. Анохин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ. – № 2014117748/13; заявл. 29.04.2014; опубл. 10.07.2015.

3. Пат. 2 485 751 Рос. Федерация, МПК А01С 7/20. Семяпровод пневматической сеялки / М.А. Таранов, А.Ю. Несмиян, В.И. Хижняк, Д.Е. Шаповалов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Азово-

Черноморская ГАА. – № 2011150486/13; заявл. 12.12.2011; опубл.: 27.06.2013.

4. Пятаев М.В., Айтлева П.Л. Теоретические исследования по оценке эффективности гасителей воздушного потока для пневматических зерновых сеялок / М.В. Пятаев, П.Л. Айтлева // Современные тенденции агроинженерных наук и инновационные технологии в сельском хозяйстве. Материалы Международной научно-практической конференции Института агроинженерии. – Челябинск, 2021. – С. 116-121.

5. Пятаев М.В., Айтлева П.Л. Экспериментальные исследования гасителя воздушного потока для семяпровода пневматической зерновой сеялки / М.В. Пятаев, П.Л. Айтлева // Стратегии и векторы развития АПК: сб. ст. по материалам нац. конф. посв. 100-летию Кубанского ГАУ. / отв. за вып. А.А. Титученко. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – С. 169-172.

DEVELOPMENT OF AN AIR FLOW SUPPRESSOR FOR THE SEED TUBE OF PNEUMATIC SEED DRILLS

Aitleva Polina Leonidovna – 3rd year student of the Institute of agricultural engineering Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the South Ural State Agrarian University. Russian Federation.

Scientific supervisor – Pytaev Maxim Vyacheslavovich, Phd. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Operation of the machine and tractor fleet, and technologies and mechanization of animal husbandry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the South Ural State Agrarian University. Russian Federation.

Abstract: the article presents an overview of the designs of air flow suppressors for seed tubes of pneumatic seed drills. Theoretical studies have been carried out to evaluate the effectiveness of air flow suppressors based on computer modeling methods of the process of air flow movement. The experimental research methodology and laboratory setup are described. Based on theoretical and experimental studies, a sample of an air flow suppressor has been developed. Preliminary results of experimental studies of a sample of an air flow suppressor are presented.

Keywords: sowing, pneumatic seeder, air flow suppressor, compensator, seed drill tube.