

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ТУКОВОЙ СЕЯЛКИ

Н. Н. Романюк¹, В. Н. Еднач¹, Р. И. Козлов²,
А. М. Хартанович¹, А. И. Попов³

*Кафедра «Механика материалов и детали машин»,
УО «Белорусский государственный аграрно-технический
университет» (1), Минск, Республика Беларусь;
ОАО «Лидаагропромаш» (2), Лида, Республика Беларусь;
кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ» (3), Тамбов, Россия*

Ключевые слова: высевающий аппарат; гранулы; критическая скорость; минеральные удобрения; пневматическая распределительная система; скорость витания; скорость воздушного потока; туковая сеялка.

Аннотация: Проанализированы закономерности изменения скорости движения гранулированных удобрений в пневматической распределительной системе высевающего аппарата туковой сеялки. Рассмотрены причины нарушения равномерности их распределения по поверхности поля, а также оседания гранул в распределительной головке и тукопроводах. Получены зависимости, отражающие закономерности движения гранулированных удобрений в распределительной системе. Обоснованы геометрические параметры распределительной головки высевающей системы, исходя из физико-механических и аэродинамических свойств гранулированных удобрений.

Пневматическая высевающая система туковых сеялок имеет общее конструктивное сходство с зерновыми и зернотуковыми сеялками, однако, в сравнении с семенами, гранулы удобрений значительно отличаются по размерам и форме поверхности. Применение зерновых сеялок в качестве туковых ведет к нарушению равномерности распределения удобрений по поверхности поля, тем самым существенно снижается эффективность работы агрегата и теряются преимущества перед машинами разбрасывающего типа. Анализ пневматических высевающих систем показывает, что зоны, в которых происходит снижение скорости транспортирующего воздушного потока, и зоны с большой разностью давлений являются местами оседания гранул удобрений и забивания систем. Поскольку транспортирование удобрений от дозатора к тукопроводам и по ним осуществляется воздушным потоком, скорость которого выше скорости витания гранул, то основной задачей расчета оптимальных параметров высевающей системы является определение скорости воздушного потока во всех критических точках системы.

Цель исследований – обоснование геометрических параметров распределительной головки высевающего аппарата туковой сеялки.

Перемещение гранул удобрений в воздушном потоке осуществляется при условии наличия достаточной аэродинамической силы, перемещающей их в воздуховодах независимо от его расположения. Сила действия воздушного потока на гранулу удобрения R определяется по формуле Ньютона [1]

$$R = k\rho S_m(V_B - U)^2, \quad (1)$$

где k – коэффициент аэродинамического сопротивления воздуха; ρ – плотность воздуха, кг/м^3 ; S_m – миделево сечение, м^2 ; V_B – скорость воздушного потока, м/с ; U – абсолютная скорость гранулы удобрения, м/с .

Известно, что в случае, когда скорость воздушного потока достигает критической скорости витания частицы $V_{\text{кр}}$, ее перемещение в воздушном потоке прекращается, и она зависает, при этом выполняется условие: $V_B = V_{\text{кр}}$, $U = 0$ [2].

Данный эффект наблюдается в местах резкого расширения транспортирующего канала и изменения его направления, и как следствие, образуются туковоздушные пробки, повышается давление в системе, происходит пульсирующее изменение скорости воздушного потока. В существующих высевающих аппаратах эти места есть в распределительной головке и тукопроводах (рис. 1).

Проведенные экспериментальные исследования по определению неравномерности распределения удобрений по тукопроводам показал, что причиной выпадения гранул в нижней части распределительной головки является увеличение сечения воздушного канала, а затем уменьшение его скорости [3].

Решение данной проблемы в пневматических транспортирующих системах предлагается осуществлять при помощи увеличения скорости воздушного потока [2, 4, 5]. Так, для вертикальных трубопроводов скорость транспортирования определяется как

$$V_B^B = 2V_{\text{в кр}}, \quad (2)$$

для горизонтальных [4]

$$V_B^Г = 4V_{\text{в кр}}. \quad (3)$$

Однако даже наличие таких скоростных режимов не всегда обеспечивает качественную работу систем. При этом наблюдаются значительный перерасход энергии вентилятора и некачественное перемешивание гранул удобрений в воздушном потоке.

Предлагается следующая конструкция распределительной головки и транспортирующей системы гранулированных минеральных удобрений: вентилятор с воздуховодом 1, эжекционный шлюз 2 с катушечным дозатором 3, вертикальная шахта с распределительной головкой 4, тукопроводы 5 (рис. 2). Особенностью



Рис. 1. Выпадение гранулированных удобрений в нижней части распределительной головки

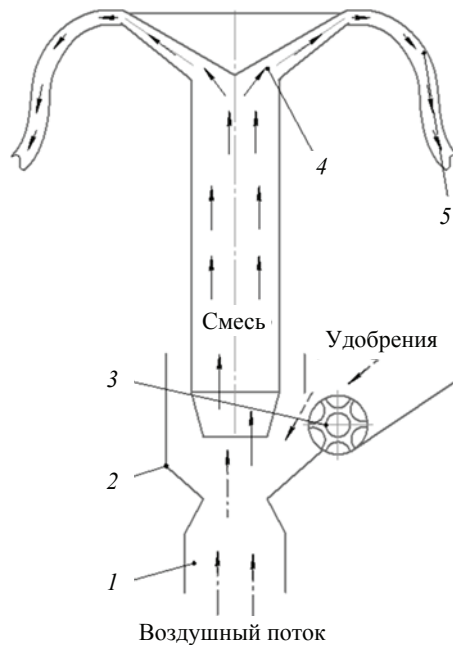


Рис. 2. Схема транспортирующей системы и распределительной головки

предложенной конструкции является распределительная головка, представляющая собой два перевернутых конуса, между ними образован расходящийся кольцевой канал, площадь сечения которого постоянна, независимо от его удаленности от центра.

Скорость перемещения гранул удобрений в вертикальной шахте рассмотрена и представлена в работах [1, 2, 4 – 6]. Проанализируем закономерности движения гранул удобрений в наклонном кольцевом канале. Для упрощения расчетов рассмотрим движение гранулы в сечении центральной оси распределительной головки (см. рис. 2).

Сила сопротивления воздушного потока определяется выражением

$$R_c = k\rho S_m V_{от}^2, \quad (4)$$

где $V_{от}$ – относительная скорость движения гранулы удобрения в воздушном потоке, м/с.

При взаимодействии туковоздушной смеси, движущейся по вертикальной шахте с верхним конусом распределительной головки (рис. 3, а), воздушный поток отклоняется от вертикали на угол α (рис. 3, б) и уходит по каналу распределительной головки, в то время как большая часть гранул удобрений продолжает прямолинейное движение и ударяется о верхний конус, тем самым меняя направление движения на угол β от направления движения воздушного потока.

Учитывая то, что распределительная головка образована двумя конусами, а канал имеет кольцевую сужающуюся форму, то направление движения воздушного потока можно рассматривать по биссектрисе между конусами под углом α к горизонтали

$$\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2) / 2, \quad (5)$$

где α_1, α_2 – углы между горизонталью и соответственно верхним и нижним конусами, град.

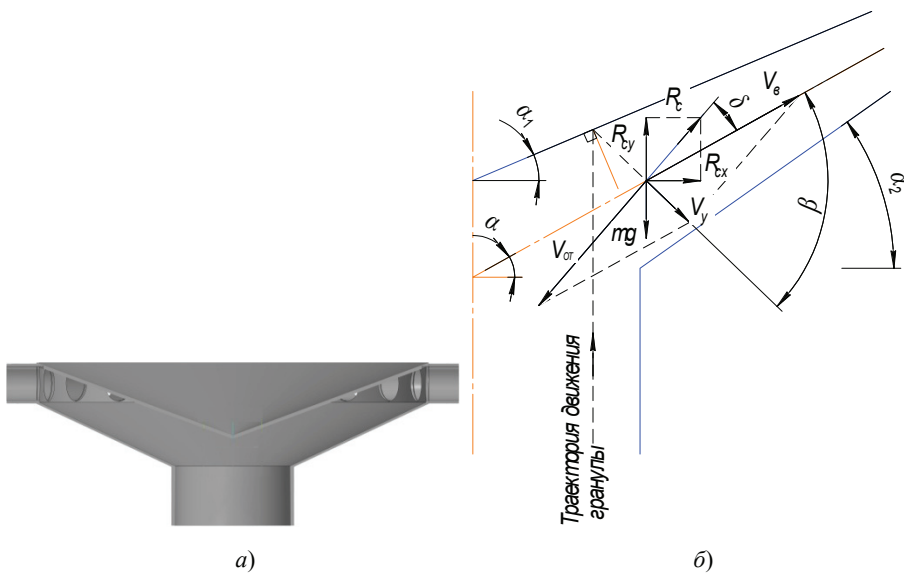


Рис. 3. Распределительная головка (а) и схема сил и скоростей, действующих на гранулу в распределительной головке (б)

Угол вектора скорости после удара гранулы о верхний конус определен из схемы канала

$$\beta = \pi / 2 - 2\alpha_1 + \alpha. \quad (6)$$

Для определения скорости и направления движения туков относительно воздушного потока рассмотрим относительное и абсолютное движения гранулы удобрения (рис. 3, б).

При определении относительной скорости гранулы удобрения исходим из условия неподвижности воздушного потока, учитывая скольжение между слоями воздуха. Относительная скорость гранулы меньше скорости потока, то есть направление движения гранул можно рассматривать как противоположное потоку

$$V_{от} = \Psi((V_в - V_y \cos \beta)^2 + V_y^2 \sin^2 \beta)^{0,5}, \quad (7)$$

где Ψ – коэффициент потери скорости после удара; V_y – скорость гранулы после удара, м/с.

Учитывая то, что гранула при переходе из вертикального канала в горизонтальный взаимодействовала с верхним конусом и изменила свое направление, скорость гранулы после удара определится выражением

$$V_y = U = V_в - V_{кр}. \quad (8)$$

Принимая во внимание то, что сила сопротивления воздушного потока перемещению гранулы в наклонной части распределительной головки противоположна направлению относительной скорости, определен угол действия силы сопротивления воздушного потока δ относительно направления его движения в канале распределительной головки

$$\delta = \arcsin((V_y \sin \beta / ((V_в - V_y \cos \beta)^2 + V_y^2 \sin^2 \beta)^{0,5}). \quad (9)$$

Примем ряд ограничений: критическая скорость витания гранул удобрения (суперфосфат) $V_{кр} = 13,27$ м/с [6], при этом скорость воздушного потока по выражению (2) $V_в = 26$ м/с. Угол установки нижнего конуса α_2 принимается из условия

$$\alpha_2 > \varphi, \quad (10)$$

где φ – угол трения удобрений о материал конуса.

Поскольку угол трения суперфосфата о пластик $\varphi = 33^\circ$ [7], из конструктивных соображений и условия (10) принимаем угол установки нижнего конуса $\alpha_2 = 35^\circ$.

На рисунке 4 представлены зависимости изменения углов δ и α и относительной скорости движения гранулы удобрения $V_{от}$ от угла верхнего конуса головки α_1 . Прослеживается обратная зависимость угла наклона центральной оси кольцевого канала распределительной головки α , являющейся биссектрисой между двумя конусами канала и относительной скоростью движения гранулы удобрения $V_{от}$ (см. рис. 4). Кроме того, снижение относительной скорости $V_{от}$ при увеличении угла наклона верхнего конуса распределительной головки α_1 отражает увеличение абсолютной скорости перемещения гранулы удобрения по кольцевому каналу U . В случае, когда относительная скорость $V_{от}$ больше скорости воздушного потока $V_b = 26$ м/с, транспортирование гранул прекращается (участок от 10° до 12° угла α_1). Отсюда следует, что увеличение угла центральной оси кольцевого канала распределительной головки α и верхнего конуса α_1 более 12° способствуют росту U и производительности распределительной системы, а также препятствуют образованию туковоздушных пробок. Изменение значений угла δ отклонения действия линии силы сопротивления воздушного потока R_c увеличивается и достигает максимума в 33° [8] при угле наклона нижнего конуса головки α_1 равном 30° , что обеспечивает увеличение подъемной силы R_{cy} (см. рис. 4, кривая 1). Дальнейшее увеличение угла $\alpha_1 > 30^\circ$ ведет к пропорциональному росту угла α , характеризующего направление движения воздушного потока от 33° , при этом наблюдается незначительное снижение угла δ . Таким образом, наиболее качественное транспортирование гранул воздушным потоком обеспечивается при значениях угла $\alpha_1 > 30^\circ$.

Гранула удобрения, взаимодействующая с верхним конусом, отражена в сторону нижнего конуса распределительной головки (рис. 5). Разложим силу R_c на вертикальную R_{cy} и горизонтальную R_{cx} составляющие.

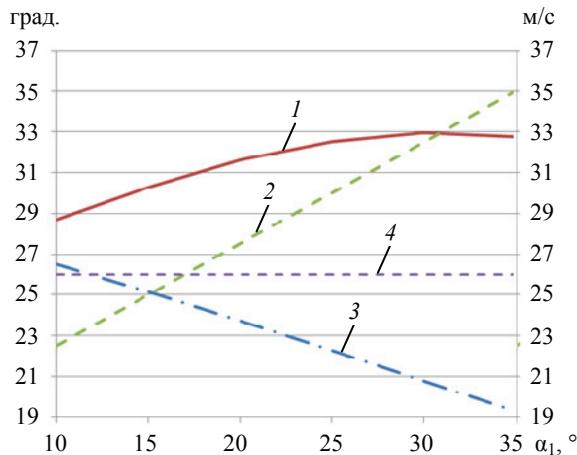


Рис. 4. Графики зависимостей изменения углов δ (1), α (2), относительной скорости движения гранулы удобрения $V_{от}$ (3) и скорости воздушного потока V_b (4) от угла верхнего конуса головки α_1

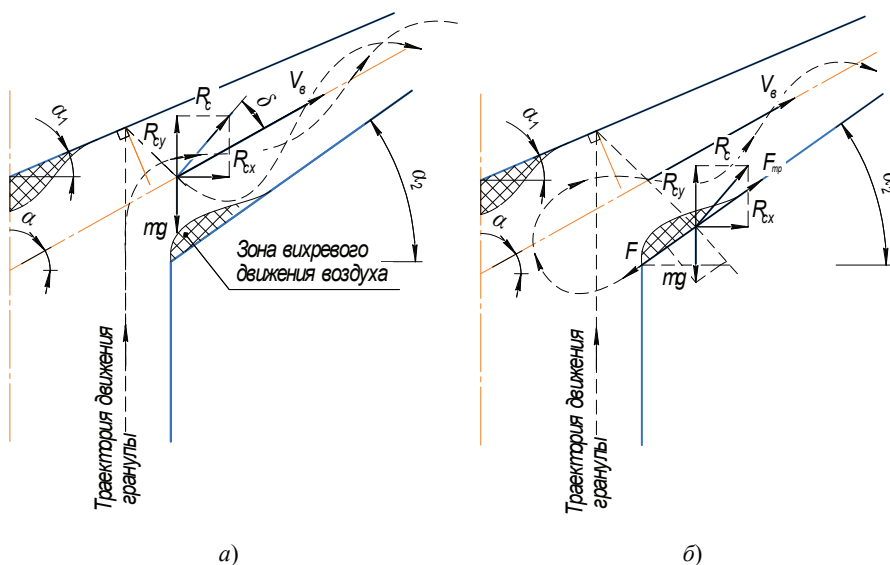


Рис. 5. Движение гранулы в канале головки при $R_{cy} \geq mg$ (а) и $R_{cy} < mg$ (б)

В случае, если $R_{cy} \geq mg$, гранула удобрения продолжает движение в канале (рис. 5, а), если $R_{cy} < mg$, она падает на дно канала распределительной головки и остается там, удерживаемая силой трения $F_{тр}$, либо скатывается в центральную шахту и с потоком воздуха вновь попадает в канал (рис. 5, б). Кроме того, при повороте воздушного потока возникают вихревые зоны, в которых его скорость изменяет свое направление и, как правило, значительно снижается, в результате чего воздушный поток практически не оказывает на гранулы удобрения своего влияния, и их движение в канале прекращается.

Рассмотрим движение гранулы (см. рис. 5, б) в случае, если угол наклона конуса канала α_2 меньше угла трения удобрений о материал распределительной головки φ , тогда гранула, попавшая в зону вихревого движения воздуха, остается на нижнем конусе неподвижной. При этом силой, перемещающей гранулу удобрения, будет являться сила сопротивления воздушного потока R_c , а силой, препятствующей перемещению, составляющая силы тяжести mg и сила трения $F_{тр}$.

Силу трения определяем как

$$F_{тр} = fmg \cos \alpha_2, \quad (11)$$

где f – коэффициент трения; m – масса гранулы, кг; g – ускорение свободного падения, m/c^2 .

Условие перемещения гранулы воздушным потоком запишем как

$$R_c \cos(\delta + \alpha - \alpha_2) > mg \sin \alpha_2 + fmg \cos \alpha_2. \quad (12)$$

Если левая часть выражения (12) больше правой, то гранулы перекаатываются по нижнему конусу головки к тукопроводам. Работа в таком режиме более приемлема с точки зрения равномерности внесения удобрений. Однако необходимо учитывать, что в зоне вихревого движения воздуха, а также у стенок канала значение скорости воздушного потока V_b ниже, чем в центральной части канала, следовательно, ниже и значение силы R_c . При этом перемещение гранулы будет определяться условием

$$R_c \cos(\delta + \alpha - \alpha_2) < mg \sin \alpha_2 + fmg \cos \alpha_2. \quad (13)$$

В случае, если правая часть выражения (13) больше левой, гранула остается неподвижной, что приводит к накоплению удобрений в нижней части распределительной головки и снижает равномерность распределения по поверхности поля. Для предотвращения данного эффекта необходимо обеспечить соскальзывание остановившихся в вихревой зоне гранул по нижнему конусу распределительной головки к вертикальной шахте. Для этого необходимо соблюдение условия, чтобы угол нижнего конуса распределительной головки был больше угла трения гранул $\alpha_2 > \varphi$. Таким образом, гранулы, находящиеся на нижнем конусе в вихревой зоне, при условии недостаточности движущей силы R_c скатываются по нижнему конусу к шахте распределительной системы. Условие перемещения гранул запишем как

$$mgs\alpha_2 > R_{св}\cos(\delta + \alpha - \alpha_2) + fmg\cos\alpha_2, \quad (14)$$

где $R_{св}$ – сила сопротивления воздушного потока в вихревой зоне, Н.

При движении гранул, которое описывается условием (14), силой движущей гранулы является составляющая силы тяжести, а противостоят – сила трения и сила сопротивления потока $R_{св}$, действующая в вихревой зоне. Учитывая условия движения воздушного потока и пропорциональность его скорости по высоте канала, а также то, что наибольшее свое значение скорость будет иметь в центральной части канала, а минимальное – в вихревой зоне, то примем $V_B < V_{кр}$, тогда $U = 0$, и после упрощения выражение (14) примет вид

$$\sin\alpha_2 > f\cos\alpha_2 \Rightarrow \alpha_{2\min} > \varphi_{\max}. \quad (15)$$

Условие (15) соответствует условию (14) и обеспечивает движение гранул, упавших на нижний конус распределительной головки, к вертикальной шахте.

Для определения минимальной скорости воздушного потока $V_{B\min}$, при которой происходит забивание системы, должно выполняться условие $V_B > V_{кр}$

$$V_{B\min} = (mg(\sin\alpha_2 - f\cos\alpha_2)/(kpS_m\cos(\delta + \alpha - \alpha_2)))^{0.5} + V_{кр}. \quad (16)$$

На рисунке 6 представлены графики зависимости изменения скорости воздушного потока $V_{B\min}$ от угла наклона нижнего конуса распределительной головки α_2 , при разной плотности удобрений, характеризующихся следующими характеристиками: максимальный диаметр гранул $d = 4$ мм [9], максимальный угол трения о пластик 33° [7].

Анализ графиков зависимостей показывает, что гранулы удобрений будут удерживаться на поверхности нижнего конуса силой трения $\alpha_2 \leq \varphi_{\max}$, при этом влияние воздушного потока минимально, а значение скорости может быть меньше либо равно критической $V_B \leq V_{кр}$. Увеличение угла наклона нижнего конуса больше угла трения $\max \varphi$ приведет к движению гранул в сторону вертикальной шахты, и остановить их может сила сопротивления воздушного потока R_c , величина которой зависит от его скорости V_B . Так, при $\alpha_2 = 45^\circ$ значение скорости воздушного потока для удобрений плотностью 1700 кг/м^3 (суперфосфат) должно быть выше $16,2 \text{ м/с}$, а для удобрений плотностью 800 кг/м^3 (карбамид) [7] – выше $15,3 \text{ м/с}$. Из выражений (4) и (8) видно, что значение критической скорости удобрений является определяющим, и гранулы, имеющие большую критическую скорость, воздушный поток остановить в зоне вихревого движения воздуха не сможет. Отсюда следует, что сужающийся канал конической распределительной головки, образованной верхним и нижним конусами со значениями углов: $\alpha_1 = 12^\circ$, $\alpha_2 = 35^\circ \dots 40^\circ$, обеспечит стабильное движение смеси и достаточное отклонение силы R_c на угол δ до 33° , что предотвратит опускание гранул в менее скоростной воздушный поток к нижнему конусу канала.

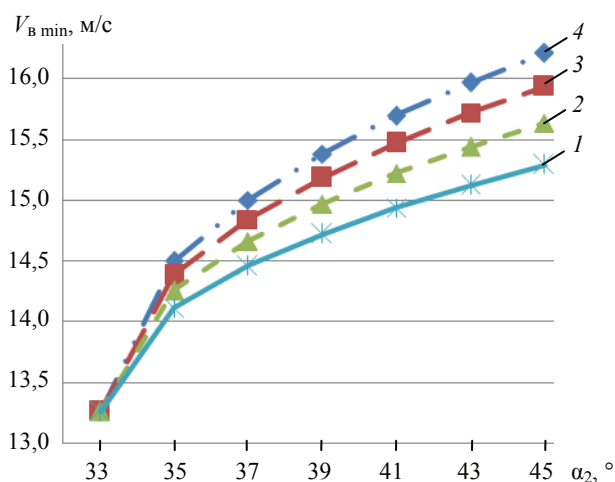


Рис. 6. Графики зависимостей изменения скорости $V_{в min}$ от угла α_2 при разной плотности минеральных удобрений ρ , кг/м³: 1 – 800; 2 – 1100; 3 – 1400; 4 – 1700

Выводы. Предложена оригинальная конструкция распределительной головки пневматической системы для внесения гранулированных минеральных удобрений, кольцевой канал которой имеет постоянное сечение и образован двумя конусами. Использование представленной конструкции позволит обеспечить стабильную скорость воздушного потока и равномерное транспортирование гранулированных минеральных удобрений, тем самым обеспечив заданную равномерность распределения их по поверхности поля.

Основной причиной выпадения гранулированных удобрений на донную часть распределительной головки является резкое изменение траектории движения туковоздушного потока с вертикального на горизонтальный, следствием чего являются удары гранул о верхнюю часть распределительной головки и изменение их скорости движения относительно потока.

Получены графики, позволяющие определить потери скорости движения гранул удобрений, зависящие от угла наклона верхнего конуса распределительной головки: если угол наклона верхнего конуса равен 10° , то относительная скорость составляет 26,5 м/с; 35° – 19,2 м/с. Использование нижнего конуса распределительной головки с углом наклона $\alpha_2 = 35^\circ$, который больше угла трения туков о его поверхности $\max \varphi = 33^\circ$, будет препятствовать скоплению гранул на ней.

Список литературы

1. Трубин, Б. Г. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет / Б. Г. Трубин, А. Б. Лурье, С. М. Григорьев [и др.] ; под ред. Б. Г. Турбина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1967. – 589 с.
2. Соболев, А. А. Движение частиц в воздушном потоке / А. А. Соболев, П. А. Мельников, А. О. Тютюник // Вектор науки ТГУ. – 2011. – № 3 (17). – С. 82 – 86.
3. Рогальская, Ю. Н. Анализ равномерности распределения минеральных удобрений зерновой пневматической сеялкой / Ю. Н. Рогальская, В. Н. Еднач // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 24–25 октября 2019 г., Минск. – Минск, 2019. – Ч. 1. – С. 59 – 61.

4. Обоснование параметров пневматической системы транспортирования семян и удобрений почвообрабатывающего посевного агрегата / З. С. Рахимов, Н. Т. Хлызов, И. Р. Рахимов [и др.] // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 1. – С. 91 – 104.

5. Пневматические высевальные системы посевных машин: теория, расчет, эксперимент / В. П. Чеботарев, Н. Д. Лепешкин, Ю. Л. Салапура, Д. В. Зубенко. – Минск : БГАТУ, 2019. – 224 с.

6. Анализ аэродинамических свойств минеральных удобрений / Ю. Н. Рогальская, В. Н. Еднач, М. И. Сулейманов, Ю. Н. Сапьян // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 24–25 октября 2019 г., Минск. – Минск, 2019. – Ч. 1. – С. 84–85.

7. НТП-АПК 1.10.13.001–03. Нормы технологического проектирования складов твердых минеральных удобрений и химических мелиорантов. – Текст : электронный // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 2003. – URL : <http://gostrf.com/normadata/1/4293852/4293852020.htm> (дата обращения: 13.10.2021).

8. Еднач, В. Н. Определение оптимальных характеристик туковых бункеров / В. Н. Еднач, Ю. Н. Рогальская // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Белагро-2019», 6–7 июня 2019 г., Минск. – Минск, 2019. – С. 387 – 391.

9. ГОСТ 21560.1-82 Удобрения минеральные. Метод определения гранулометрического состава. – Взамен ГОСТ 21560.1-76 ; введ. 1983-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 3 с.

To the Question of Substantiation of Geometric Parameters of a Distribution Head of the Seeding Unit of the Fertilizer Seeder

N. N. Romanyuk¹, V. N. Ednach¹, R. I. Kozlov²,
A. M. Khartanovich¹, A. I. Popov³

*Department of Mechanics of Materials and Machine Parts,
Belarusian State Agrarian and Technical University (1),
Minsk, Republic of Belarus;*

*OJSC “Lidagroprommash” (2), Lida, Republic of Belarus;
Department of Equipment and Technology for Nanomanufacturing,
TSTU (3), Tambov, Russia*

Keywords: sowing machine; granules; critical speed; mineral fertilizers; pneumatic distribution system; soaring speed; air flow rate; fertilizer seeder.

Abstract: The patterns of change in the speed of movement of granular fertilizers in the pneumatic distribution system of the sowing apparatus of a fertilizer seeder are analyzed. The reasons for the violation of the uniformity of their distribution over the field surface as well as the settling of granules in the distribution head and fertilizer ducts, are considered. Dependencies that reflect the patterns of movement of granular fertilizers in the distribution system are obtained. The geometric parameters of the distribution head of the sowing system, based on the physical, mechanical and aerodynamic properties of granular fertilizers are substantiated.

References

1. Trubin B.G. [Ed.], Lur'ye A.B., Grigor'yev S.M. [et al.] *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny. Teoriya i tekhnologicheskii raschet* [Agricultural machines. Theory and technological calculation], Leningrad: Mashinostroyeniye, 1967, 589 p. (In Russ.)
2. Sobolev A.A., Mel'nikov P.A., Tyutyunik A.O. [Movement of particles in an air stream], *Vektor nauki TGU* [Vector of Science TSU], 2011, no. 3 (17), pp. 82-86. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Rogal'skaya Yu.N., Yednach V.N. *Tekhnicheskoye i kadrovoye obespecheniye innovatsionnykh tekhnologiy v sel'skom khozyaystve* [Technical and staffing of innovative technologies in agriculture], Proceedings of the International Scientific Practical Conference, 24-25 October, 2019, Minsk, 2019, part 1, pp. 59-61. (In Russ.)
4. Rakhimov Z.S., Khlyzov N.T., Rakhimov I.R., Sidochenko D.V., Galimov A.N. [Substantiation of the parameters of the pneumatic system for transporting seeds and fertilizers of a soil-cultivating sowing unit], *APK Rossii* [APK of Russia], 2017, vol. 24, no. 1, pp. 91-104. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Chebotarev V.P., Lepeshkin N.D., Salapura Yu.L., Zubenko D.V. *Pnevmaticheskoye vysevyayushchiye sistemy posevnykh mashin: teoriya, raschet, eksperiment* [Pneumatic sowing systems of sowing machines: theory, calculation, experiment], Minsk: BGATU, 2019, 224 p. (In Russ.)
6. Rogal'skaya Yu.N., Yednach V.N., Suleymanov M.I., Sap'yan Yu.N. *Tekhnicheskoye i kadrovoye obespecheniye innovatsionnykh tekhnologiy v sel'skom khozyaystve* [Technical and staffing of innovative technologies in agriculture], Proceedings of the International Scientific Practical Conference, 24-25 October, 2019, Minsk, 2019, part 1, pp. 84-85. (In Russ.)
7. <http://gostrf.com/normadata/1/4293852/4293852020.htm> (accessed 13 October 2021).
8. Yednach V.N., Rogal'skaya Yu.N. *Sovremennyye problemy osvoyeniya novoy tekhniki, tekhnologiy, organizatsii tekhnicheskogo servisa v APK* [Modern problems of mastering new equipment, technologies, organization of technical service in the agro-industrial complex], Proceedings of the International Scientific Practical Conference Belagro-2019, 6-7 June, 2019, Minsk, 2019, pp. 387-391. (In Russ.)
9. *GOST 21560.1-82 Udobreniya mineral'nyye. Metod opredeleniya granulometricheskogo sostava* [GOST 21560.1-82 Mineral fertilizers. Method for determining the granulometric composition], Moscow: Izdatel'stvo standartov, 2003, 3 p. (In Russ.)

Zur Frage der Begründung geometrischer Parameter des Verteilerkopfes des Säapparates der Düngerstreumaschine

Zusammenfassung: Es sind die Änderungsmuster der Bewegungsgeschwindigkeit von körnigen Düngemitteln im pneumatischen Verteilungssystem einer Dünger-Sämaschine analysiert. Die Gründe für die Verletzung der Gleichmäßigkeit ihrer Verteilung über die Feldoberfläche sowie das Absetzen von Granulat im Verteilerkopf und in den Düngerkanälen sind betrachtet. Es sind Abhängigkeiten erhalten, die die Bewegungsmuster von körnigen Düngemitteln in dem Verteilungssystem widerspiegeln. Basierend auf den physikalischen, mechanischen und aerodynamischen Eigenschaften von körnigen Düngemitteln sind die geometrischen Parameter des Verteilerkopfes des Säsystems begründet.

Sur le problème de la justification des paramètres géométriques de la tête de distribution du semoir à toupee

Résumé: Sont analysés les modèles de changement de la vitesse de déplacement des engrais granulaires dans le système de distribution pneumatique de l'appareil de semoir à toupee. Sont examinées les raisons de la violation de l'uniformité de leur distribution sur la surface du champ, ainsi que de la sédimentation des granules dans la tête de distribution. Sont obtenues les dépendances reflétant les schémas de mouvement des engrais granulaires dans le système de distribution. Sont justifiés les paramètres géométriques de la tête de distribution du système d'ensemencement en fonction des propriétés physiques, mécaniques et aérodynamiques des engrais granulaires.

Авторы: *Романюк Николай Николаевич* – кандидат технических наук, доцент, ректор УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»; *Еднач Валерий Николаевич* – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Механика материалов и детали машин», УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь; *Козлов Радион Игоревич* – заместитель директора по инновационной деятельности, главный конструктор ОАО «Лидагропромаш», Лида, Республика Беларусь; *Хартанович Анастасия Михайловна* – студент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь; *Попов Андрей Иванович* – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Техника и технологии производства нанопродуктов», ФГБОУ ВО «ТГТУ», Тамбов, Россия.