

бочего участка, а также его позиционирования относительно окружающих строений и подобных объектов.

Работа выполнена в рамках гранта 13127ГУ / 2018 от 23.05.2018 «Разработка системы нивелирования для строительной техники».

Список использованных источников

1. Singh D., Sharma D. Prognosis for Crop Yield Production by Data Mining Techniques in Agriculture // Applications of Image Processing and Soft Computing Systems in Agriculture. – IGI Global, 2019. – С. 145–158.

2. Kale S. S., Patil P. S. Data Mining Technology with Fuzzy Logic, Neural Networks and Machine Learning for Agriculture // Data Management, Analytics and Innovation. – Springer, Singapore, 2019. – С. 79–87.

3. Obukhov A.D., Krasnyansky M.N., Dedov D.L., Karpushkin S.V. Mathematical Model of Information Processing in Electronic Document Management System// International Review of Automatic Control. – 2018 – Vol 11, No 6. С. 336–345. <https://doi.org/10.15866/ireaco.v11i6.15305>.

**Abstract.** The article deals with the principle of an automated farm platform operation. The platform is a laboratory prototype, which will serve as a prototype of a full-size machine with automatic control in the future. The prototype developed is focused on the functionality of a tractor.

УДК 631.331.082

**Еднач В.Н.**, кандидат технических наук, доцент;

**Рогальская Ю.Н.**, магистрант

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУКОВЫХ БУНКЕРОВ**

**Аннотация.** *Повышение урожайности сельскохозяйственных культур невозможно без применения минеральных удобрений. На*

*качество внесения минеральных удобрений оказывает влияние не только системы распределения и внесения, а также типы бункеров и приспособлений, отвечающие за подачу посевного материала в распределительную систему.*

**Введение.** Повышение урожайности сельскохозяйственных культур невозможно без применения минеральных удобрений, так как за счет их применения формируется до 50% урожайности. Наиболее эффективным является припосевное внесение, которое обеспечивает растения легкоусвояемыми формами питательных элементов в первоначальный период их роста и развития. При благоприятных условиях питания у молодых растений формируется более мощная корневая система, растения быстрее развиваются и легче переносят засуху, меньше повреждаются вредителями и болезнями.

Наиболее широкое применение получило внутрпочвенное внесение фосфорных удобрений, так как в начальный период развития растения прежде всего нуждаются в фосфоре. Фосфорные удобрения применяют преимущественно под зерновые и под картофель. Для припосевного внесения используются гранулированный простой и двойной суперфосфат, аммонизированный суперфосфат, аммофос, аммофосфат, нитрофоска и нитроаммофоска. Калийные, как правило, применяются для калиелюбивых растений таких как сахарная и кормовая свекла, картофель и овощи. Калий усиливает накопление моносахаров в плодовых и овощных культурах, повышает содержание сахарозы в корнеплодах, крахмала в картофеле, утолщает стенки клеток соломины злаковых культур и повышает устойчивость хлебов к полеганию, а у льна улучшает качество волокна.

**Основная часть.** Одним из основных путей повышения эффективности применения минеральных удобрений является их качественное, локальное внесение в зону роста растения, с учетом заданной дозы и периода вегетации. Недостаточное содержание питательных элементов в почве приводит к недобору урожая, а их избыток – к развитию в почвах динитрификационных процессов, полеганию хлебов, угнетению жизнедеятельности микроорганизмов, загрязнению грунтовых вод и водоемов. Кроме того, необходимо отметить, что немаловажным фактором является отклонение фактически вносимой дозы от заданной.

В настоящее время существует широкий ряд посевных агрегатов для посева и одновременного внесения минеральных удобрений, выпускаемых как отечественными, так и зарубежными производителями. Основным показателем качества внесения минеральных удобрений является их равномерность распределения по ширине захвата агрегата. На равномерность распределения в пневматических сеялках помимо систем распределения и систем непосредственного внесения значительное влияние оказывают конструктивные особенности применяемых бункеров для туков [1].

Для обеспечения стабильной подачи материала из бункера к дозирующему устройству в конструкциях современных машин предусматривается ряд сложных механизмов, что приводит к увеличению энергоемкости и материалоемкости. В процессе подачи туков к высевающим аппаратам и дозирующим устройствам сеялки возникают зависания посевного материала, образующиеся у выпускных отверстий бункеров.

В настоящее время для предотвращения этого эффекта широкое распространение получило применение ворошильных устройств различных форм и размеров. Устройства, имеющие механический вращающийся привод, имеют существенный недостаток – большую степень разрушения гранул удобрений ворошителем устройством и чистиком выпускных отверстий бункера. В некоторых случаях крошение гранул удобрений достигает до 30%, что отрицательно сказывается на их дозировании и транспортировании, а так же на равномерность распределения по ширине захвата и ходу движения агрегата. Из опыта известно, что наиболее приемлемым способом дозирования, не влекущим к значительным разрушениям и истиранию гранул минеральных удобрений при их подаче из бункера, является их вибродозирование, осуществляющее одновременно разрыхление и перемешивание удобрений в плоскости выпускных отверстий бункера. Помимо этого, к дополнительным мероприятиям относятся создание шуровочных отверстий, обстукивание стенок бункеров, установка внутри бункеров раскатателей, сводоразрушающих досок и т.п. Применение того или иного устройства не может гарантировать равномерность распределения на достаточно высоком уровне [2].

Сложность решения данной проблемы заключается в том, что основным звеном в технологии внесения минеральных удобрений является туковая смесь, представляющая собой набор компонентов (систему материальных тел), отличающихся не только размерами и формой, но и физико-механическими свойствами. Большое значения для

истечения минеральных удобрений имеют размеры выпускного отверстия, а также углом наклона стенок бункера, который должен быть больше угла внутреннего трения. Наиболее значимым показателем является угол внутреннего трения, который напрямую зависит от физико-механических свойств применяемого посевного материала.

Сводообразование сыпучих материалов объясняется возникновением напряжения, которое возникает в зоне разгрузочного отверстия бункера. При этом горизонтальные напряжения в слое частиц достигают наивысшего значения. Угол внутреннего трения определяет подвижность сыпучего материала, его необходимо учитывать при конструировании лотков, выпускных конических частей бункеров. Во всех случаях следует принимать угол наклона поверхностей к горизонту, по которым стекает данный сыпучий материал, превосходящим по величине его угол естественного откоса.

С целью определения коэффициентов внутреннего трения удобрений нами проведен ряд опытов, отражающих зависимость угла внутреннего трения от вида применяемого материала. В таблице 1 приведены результаты опытов, полученные для фосфорных и комплексных удобрений.

Таблица 1 – Определение угла естественного откоса для фосфорных и комплексных удобрений

Вид удобрения	№ опыта	Повторность	Угол естественного откоса	Коэффициент внутреннего трения	Среднее значение угла естественного откоса	Среднее значение коэффициента внутреннего трения
1	2	3	4	5	6	7
фосфорные	1	7	34,1	0,676	33,47	0,661
	2		33,9	0,671		
	3		33,8	0,669		
	4		33,7	0,668		
	5		33,7	0,668		
	6		32,2	0,631		
	7		32,9	0,647		
комплексные	1	6	31,6	0,615	32,03	0,626
	2		33,0	0,649		
	3		32,1	0,627		
	4		32,0	0,625		
	5		31,9	0,623		
	6		31,6	0,615		

Таким образом, в результате опытов было установлено: угол внутреннего трения комплексных удобрений составил 32,03 градусов, угол трения фосфорных 33,47 градусов, что обусловлено формой частиц удобрений и гранулометрическим составом. Кроме того для предотвращения сводообразования сыпучих материалов возникающего в зоне выгрузного отверстия необходимо учитывать коэффициент трения гранул удобрений о материал дна бункера. Таким образом, при проектировании формы туковых бункеров необходимо комплексно учитывать трение туков о поверхность бункера, влияющее на зависание удобрений, и силы внутреннего трения частиц друг с другом, влияющее на сводообразование. Необходимо отметить, что угол трения фосфорных удобрений по стали находится в интервале от 26,5 до 35 градусов, а для комплексных – от 21,8 до 38,7 градусов. В свою очередь угол трения для фосфорных удобрений по пластику (полиэтилен) составляет от 21,7 до 31 градуса, для комплексных соответственно от 16,7 до 26,6 градусов.

**Заключение.** На основании выше изложенного нами предложено применять пластиковые вставки в металлические бункеры стандартной комплектации. При этом угол дна бункера образованный пластиковой вставкой равен углу естественного откоса удобрений, что предотвратит зависание материала и обеспечивает стабильность высева. Кроме того пластиковые вставки в бункер будут препятствовать коррозированию металлических бункеров.

#### Список использованных источников

1. Астахов, В.С. Посевная техника: анализ и перспективы развития / В.С. Астахов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. – № 1. – С. 6–9.
2. Беспмятнова, Н.М. Колебания и вибрация в технологических процессах почвообрабатывающих и посевных машин и агрегатов / Беспмятнова Н.М. – зерноград, 2008. – 227 с.

**Abstract.** Increasing crop yields is not possible without the use of mineral fertilizers. The quality of mineral fertilizers is influenced not only by the distribution and application systems, but also by the types of bunkers and devices responsible for the supply of seed.