

УДК 631.8

**ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТАНИЯ ДОЗИРУЮЩИХ  
АППАРАТОВ НЕПРЕРЫВНЫМ ПОТОКОМ МИНЕРАЛЬНЫХ  
УДОБРЕНИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Нукешев С.О., д.т.н., доцент<sup>1</sup>, Романюк Н.Н., к.т.н., доцент<sup>2</sup>,  
Ловкис В.Б., к.т.н., доцент<sup>2</sup>, Умбеталиев С.М., магистрант<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина,  
г. Астана, Республика Казахстан

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

**Введение**

Учитывая, что технология дифференцированного внесения удобрений предполагает более высокую точность дозирования и многократное изменение заданной дозы в пределах обрабатываемого поля, успешная её реализация возможна только при соответствующих показателях качества удобрений и выровненном их гранулометрическом составе. В этой связи в современных условиях неотъемлемой составной частью разрабатываемого технологического процесса дифференцированного внесения минеральных удобрений должна являться их подготовка к внесению перед дозирующими устройствами. Сезонность применения, необходимость длительного хранения минеральных удобрений стимулируют процессы слеживаемости и агрегатирования частиц, что снижает их качество и препятствует стабильному функционированию технических средств для внесения туков. Исходя из этого, востребованы устройства для обрушения сводов в бункерах, принудительного транспортирования в дозирующие рабочие органы.

**Основная часть**

Результаты исследований ученых [1-6], а также опыт производства показывают, что явление сводообразования сыпучих материалов в бункерах есть его естественное свойство, которое проявляется в сыпучих телах, находящихся в граничных условиях. Статическое и динамическое сводообразование наблюдается при любом виде истечения сыпучего тела. Однако его влияние на технологический процесс зависит от вида истечения материала [7]. При нормальном виде истечения частицы находятся в движении лишь в зоне столба материала над выпускными окнами бункера. Материал, расположенный около стенок бункера, образует застойные зоны, а свободная верхняя поверхность материала представляет собой воронку, по образующим которой частицы удобрений перемещаются в ее центральную зону. Нормальный вид истечения сыпучего материала наблюдается в

большинстве бункеров сеялок с наклоном стенок вблизи высевных окон к горизонтали в пределах 45-55°.

Гидравлический (сплошной) вид истечения наблюдается в бункерах, стенки которого имеют угол наклона к горизонтали 70-80°. При открытии выпускного окна на этих бункерах вначале наблюдается нормальный вид истечения, затем зона движущихся частиц материала расширяется, образуя так называемый объем обрушения. После того как объемы обрушения достигнут стенок бункера, возникает гидравлический вид истечения. При этом виде истечения застойные зоны отсутствуют.

Смешанный вид истечения имеет место в комбинированных бункерах переходом нормального в гидравлический вид истечения или наоборот. Скорость и расход высеваемого материала при любом из видов истечения практически не зависят от высоты столба, но зависят от микропроцессов образования и разрушения динамических сводов.

Бункерные и кузовные устройства являются обязательной составляющей машин для внесения удобрений. Они служат для накопления и обеспечения дозаторов непрерывным потоком материала. Обеспечение равномерности и устойчивости дозирования материала – одно из важных условий их функционирования при дифференцированном внесении удобрений. При этом необходимо учитывать возможные недостатки процесса питания высевających аппаратов окнами бункера - прекращение истечения материала вследствие образования статических сводов над выпускным отверстием, неустойчивое истечение удобрений из-за периодического образования статических и динамических сводов, выбросы удобрений при неравномерном истечении.

Исследования Богомягих В.А. [8] позволили выявить, что формирование потока при его истечении есть процесс быстрого во времени и последовательного по характеру возникновения и разрушения неустойчивых сводов по всей высоте бункера, который продолжается до его полного опорожнения. При этом наблюдается пульсация истечения. В зависимости от физико-механических свойств высеваемого материала и от соразмерности поперечных сечений потока (по его высоте) с размерами частиц, неустойчивый свод может стать статически устойчивым, приводящим к полному прекращению истечения.

Как известно, меньшие нормы вносятся при рядковом способе, что требует небольших размеров высевных окон. Теоретические и экспериментальные исследования К.В.Алферова и Р.Л.Зенкова позволили найти зависимости, при помощи которых, зная физико-механические свойства удобрений и форму выпускного отверстия, можно определить предельные размеры отверстия, когда образование свода возможно [1].

Для выпускного окна, например, СЗС-2,0 размер стороны высевного окна  $a$  определяется по формуле:

$$a = 2 \frac{1 + \varepsilon}{\varepsilon} \cdot \frac{\tau_0 (1 + \sin \varphi)}{\gamma}$$

где  $\varepsilon = b/a = 0,7$ ;  $\varphi$  - угол внутреннего трения (для гранулированного суперфосфата с влажностью 4,2% -  $\varphi \approx 39,9^\circ$ );  $\tau_0$  - начальное сопротивление сдвигу -  $0,06 \pm 0,08$  кг/см<sup>2</sup>;  $\gamma$  - объемный вес удобрения -  $\gamma = 1005$  кг/м<sup>3</sup>.

Критические размеры выпускного отверстия, подсчитанные по приведенной формуле, несколько раз превышают действительные размеры выпускного окна СЗС-2,0 [9]. Предварительные поисковые эксперименты показали, что даже при высевах удобрений стандартной влажности, над высевными окнами образуются устойчивые своды, которые приводят к прекращению высева. Для получения устойчивого, надежного высева минеральных удобрений необходимо применение сводоразрушающего устройства, позволяющего разрушить начинающийся образовываться свод.

Из анализа существующих конструкций сводоразрушающих устройств и ворошителей можно предположить, что пружинная спираль может применяться в качестве и высевающего аппарата. Важным показателем его работы является транспортирующая способность, которая позволяет непрерывно подавать удобрения к высевным окнам, при этом удобрения транспортируются к выпускному окну по винтовой линии с определенным углом наклона, что приводит к постоянству подачи и решает проблему пульсации подачи. Расположение винтовых ворошителей над высевными окнами позволяет им также выполнять функции решета.

Анализ возможных путей решения задачи подготовки удобрений к дифференцированному внесению выявил целесообразность использования для этой цели «просеивающего» эффекта ворошителей в процессе их перемещения к высевным окнам. Первая идея транспортировки цементных и бетонных смесей вращающейся цилиндрической винтовой спиралью, помещенной в гибкий кожух принадлежит Г.Плюсту и Ф.Аренсу, которые в 1926 году заявили и в 1928 году получили патент [10] на указанный вид винтового конвейера. Последующие отечественные и зарубежные изобретения по односпиральному гибкому шнеку распространили область его применения на различные отрасли народного хозяйства, но основное применение гибкие шнеки нашли в области сельскохозяйственного производства, где они применяются для перемещения материалов по горизонтальным, вертикальным и наклонным направлениям.

Применение пружины в качестве туковывсевающего аппарата показали положительные качества спирали (предупреждение образования сводов, незначительное налипание туков и т.д.). А.И.Мордухович и А.Е.Томпаков,

исследуя аппарат ТВП-2 с пружинными дозирующими органами, отмечают, «что аппарат обеспечивает высокое качество высева. Он не только хорошо высевает влажные удобрения и их смеси, но и тщательно измельчает слежавшиеся туки, причем лучше делает это аппарат с шагом пружины 18; 19 мм, пружина с большим шагом легче, она более эластична, что положительно сказывается на самоочистке в результате вибрации» [11].

Вышеизложенные положительные качества винтовой спирали позволяют предложить его в качестве сводоразрушающего устройства.

В конструктивные требования создания ворошителя входят эффективность устранения застойных зон и крепи сводов над высеваемым окном, способность принудительно подавать удобрения к высевающему аппарату. Исходя из формы и места сводообразования, были разработаны: винтовой ворошитель, выполненный в виде цилиндрической пружины сжатия и закрепленный одним концом жестко на валу ворошителя; конический винтовой ворошитель, выполненный в виде совмещенных основаниями конических пружин, вершины ворошителя имеют возможность свободного скольжения по валу ворошителя, при этом направления навивок правых и левых частей ворошителя противоположны.

Цилиндрическая винтовая спираль расположена соосно валу ворошителя, напротив высеваемых окон. Один конец пружины свободно скользит по валу, что позволяет ей работать на растяжение и сжатие и способствует самоочистке, т.е. исключает налипания туков на спирали. Выполнение конического ворошителя в виде совмещенных основаниями конических пружин с противоположными направлениями витков исключает застойные зоны и позволяет транспортировать материал к высевному окну, т.е. обеспечить высевающий аппарат непрерывным потоком материала. Основными параметрами, определяющими работы этих устройств, являются диаметр, шаг, частота вращения, толщина проволоки и длина пружины.

### **Заключение**

Для обеспечения технологического процесса равномерного внутрипочвенного внесения минеральных удобрений необходимы устройства для обрушения сводов в бункерах, принудительного транспортирования в дозирующие рабочие органы.

В качестве сводоразрушающего устройства для бункеров удобрителей возможно использование винтовых спиралей, обладающих способностями эластичности, самоочистки, вибрации и просеивания.

Технической задачей предлагаемого сводообрушителя является устранение застойных зон, исключение транспортирования материала в одну сторону, повышение равномерности внесения трудносипучих материалов.

### **Литература**

1. Алферов К.В., Зенков Р.Л. Бункерные установки / К.В. Алферов, Р.Л. Зенков. – М.: Машгиз, 1955.
2. Алферов, К.В. Бункеры, затворы, питатели / К.В. Алферов. – М.– Л.: Гос.научно– техн. изд. маш. лит., 1946.
3. Банит, Е.А. Исследование процесса истечения сыпучих материалов из отверстий сосудов: дис ... канд.техн.наук. – Одесса, 1959.
4. Влияние наибольшего сводообразующего размера выпускного отверстия бункера на расход сыпучего материала / В.А. Богомягких [и др.] //Науч.– техн.прогресс в инж. сфере АПК: тез.докл.науч.– практ.конф./РИАМА.– зерноград, 1999. – С.45– 46.
5. Roessler, M.Z. Mixing with vibrations / M.Z. Roessler, H.C. Willis // American Ceramil Society Bulletin. 1969. –V.48, № 3. – P.22– 23.
6. Sinohara, K. Cravity and vibration Effect on flow of Cohesive Materials from Hopper / K. Sinohara, A. Suzuki, T. Tanaka. Paper. Soc.Eng. – 1968. – P.33.
7. Теоретические основы расчета сводоразрушающих устройств бункеров сельскохозяйственного назначения / В.А. Богомягких [и др.] // ВНИПТИМЭСХ. – зерноград, 1997.
8. Богомягких, В.А. Теория и расчет бункеров для зернистых материалов / В.А. Богомягких. – Ростов н/Д: Рост. ун– т, 1973.
9. Нукешев, С.О. Обоснование конструкции сводоразрушителя / С.О. Нукешев // Труды научно– практ. конф. «Научные основы развития сельского хозяйства». – Ташкент: ТашГАУ, 2001. –С. 242 – 243.
10. Plust, H. Biegsame, in einem Schlanch arbeitende Fцrderschnecke / Plust H. und Ahrens F. Немецкий патент № 462082, 3 июля 1928 г.
11. Мордухович, А.И., Томпаков А.Е. Новые туковысевающие аппараты / А.И. Мордухович, А.Е. Томпаков //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1983. –№ 2. – С.11.

**УДК 631. 358**

### **ОБЗОР И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКОВ ЛЬНОТРЕСТЫ**

**Казакевич П.П., д.т.н., профессор, чл.- корр. НАН Беларуси,  
Леончик И.В., аспирант**

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

### **Введение**

Преимуществами прессования льняной тресты в паковки являются не только возможность полностью исключить ручной труд на погрузочно-