

- И.Е. Мажугин // Актуальные проблемы мелиоративного и водохозяйственного строительства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 27–29 сентября 2012 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А.Л. Казаков [гл. ред.]. – Горки, 2013. – С. 61–64.
4. Басаревский, А.Н. Подкашивание как технологический способ повышения продуктивности пастбищ / А.Н. Басаревский, И.Е. Мажугин // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19–20 октября 2012 г. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2012. – В 3 т., т. 2. – С. 214–219.
 5. Басаревский, А.Н. Улучшатели земли / А.Н. Басаревский, С.П. Кострома, И.Е. Мажугин // Белорусское сельское хозяйство. – 2014. – №7 (147). – С. 86–89.
 6. Бакач, Н.Г. Конструктивные особенности косилок с ротационными рабочими органами по уходу за лугопастбищными угодьями / Н.Г. Бакач, С.П. Кострома, И.Е. Мажугин // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований. – Минск, 2011. – Ч. 1. – С. 183–186.
 7. Бакач, Н.Г. Аналитический обзор конструкций косилок по уходу за лугопастбищными угодьями / Н.Г. Бакач, И.Е. Мажугин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2011. – Вып. 45. – С. 161–166.
 8. Бакач, Н.Г. Механизация процессов подкашивания лугопастбищных угодий: современные технические решения / Н.Г. Бакач, А.Н. Басаревский, И.Е. Мажугин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2012. – Вып. 46. – С. 116–122.
 9. Кондратьев, В.Н. Косилки бильного типа: вопросы проектирования и эксплуатации: пособие / В.Н. Кондратьев. – Минск: НП РУП «БелНИИ мелиорации и луговодства», 2002. – 40 с.
 10. Кондратьев, В.Н. Особенности конструкций отечественных и зарубежных косилок для ухода за мелиоративными системами / В.Н. Кондратьев // Мелиорация переувлажненных земель. – 2007. – №1. – С. 31–39.
 11. Рубец, С.Г. Скашивание древесно-кустарниковой растительности на мелиоративных объектах многороторной косилкой с трапециевидными ножами: дис. ... канд. техн. наук. 05.20.01 / С.Г. Рубец. – Минск, 2013. – 154 с.
 12. Сухарев, Э.А. Основы теории машин для обслуживания и ремонта мелиоративных систем: учеб. пособие / Э.А. Сухарев. – Киев: ИСИО, 1994. – 360 с.
 13. Бакач, Н.Г. Выбор параметров ножей роторной косилки, влияющих на эффективность ее работы / Н.Г. Бакач, А.Н. Басаревский, И.Е. Мажугин // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 16–17 октября 2014 г. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2014. – В 3 т., т. 2. – С. 111–119.

УДК 631.879:631.3

Л.Я. Степук, В.В. Микульский
(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»),
г. Минск, Республика Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСЕВАЮЩЕГО
АППАРАТА КАТУШЕЧНОГО ТИПА
ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ

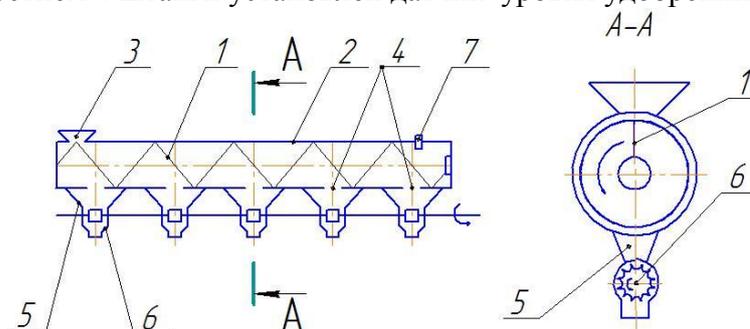
Введение

Высокая неравномерность распределения твердых минеральных удобрений по полю существующими машинами с дисковыми распределяющими рабочими органами, доля которых в парке сельхозтехники нашей страны составляет почти 100 %, приводит к недобору от 2 до 4 ц зерна с каждого гектара [1, с. 17].

В результате многочисленных исследований по изысканию рациональной конструкции распределяющих рабочих органов учеными РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработаны высокоточные штанговые распределяющие рабочие органы, которые нашли применение в прицепной машине для внесения основных и подкормочных доз твердых минеральных удобрений МШВУ-18 и навесном подкормщике РШУ-18 [1, с. 269–380].

При использовании штанговых распределителей, по сравнению с дисковыми, до минимума сведено влияние различных факторов: неровности рельефа поля, ветра, положения распределяющих рабочих органов относительно поверхности поля, физико-механических свойств удобрений, в том числе их гранулометрического состава, на неравномерность распределения удобрений по полю.

Штанговый распределитель (рисунок 1) представляет собой винтовой конвейер, включающий винт 1, кожух 2 с загрузочной горловиной 3. В нижней части кожуха 2 выполнены выпускные отверстия 4, под которыми закреплены накопительные емкости 5 с катушечными высевальными аппаратами 6. Над крайним от загрузочной горловины 3 выпускным отверстием 4 штанги установлен датчик уровня удобрений 7 [2].



1 – винт; 2 – кожух; 3 – загрузочная горловина; 4 – выпускные отверстия;
5 – накопительные емкости; 6 – катушечный высевальный аппарат;
7 – датчик уровня удобрений

Рисунок 1. – Принципиальная схема штангового распределяющего рабочего органа

Работает штанговый распределитель следующим образом.

Дозированный поток удобрений из кузова (бункера) машины поступает в загрузочную горловину 3 винтового конвейера, где захватывается вращающимся винтом и перемещается к концу штанги. Проходя над выпускными отверстиями 4, удобрения просыпаются в накопительные емкости 5. При достижении максимальной высоты слоя удобрений в штанге датчик 7 подает сигнал к отключению привода винта. При включении привода катушечных высевальных аппаратов машина начинает движение с заданной скоростью. Удобрения из накопительных емкостей 5 катушечными высевальными аппаратами 6 дозируются и выносятся на поверхность поля.

Однако, как показали исследования, катушечные высевальные аппараты, состоящие из корпуса и дозирующих катушек с желобками, расположенными по диагонали относительно оси вращения, имеют недостатки. Дозирующие катушки, изготовленные из эластомера (резиновый материал), для перемещения удобрений в корпусе высевального аппарата только принудительным потоком, без активного слоя, имеют высокую адгезию и высокий коэффициент внешнего трения (по резине), из-за чего происходит залипание желобков катушек удобрениями повышенной влажности. Кроме того, вследствие защемления гранул удобрений между ребрами желобков вращающейся катушки и передней гранью загрузочного окна, выполненного в верхней части корпуса высевального аппарата, происходит разрушение гранул, сопровождающееся деформацией ребер желобков катушки, что приводит к постоянному изменению объема самих желобков. Поэтому наблюдается выраженный пульсирующе-порционный высев удобрений и, как следствие, относительно высокая

неравномерность распределения удобрений по полю. Особенно это заметно при малой частоте вращения катушки ($2-4 \text{ мин}^{-1}$).

Основная часть

Катушечные высевающие аппараты являются главными элементами штанговых распределяющих рабочих органов машин РШУ-18 и МШВУ-18, РМУ-8000 и РМУ-11000, они необходимы для высева заданных доз удобрений равномерным потоком. Конструкция рабочих органов катушечного высевающего аппарата должна формировать на выдачу поток материала строго определенных размеров и постоянной плотности.

В результате исследования технологического процесса работы известных конструкций катушечных высевающих аппаратов [3–5] и анализа их работы было сделано заключение, что все катушечные аппараты дозируют и высевают удобрения не только желобками катушек, но и перемещают некоторый концентрически расположенный вокруг катушки слой удобрений (активный слой). При этом толщина активного слоя при вращении катушки – непостоянная и зависит от коэффициента внутреннего трения, гранулометрического состава удобрений и окружной скорости катушки.

В настоящее время в сельском хозяйстве нашей страны применяют около 30 наименований минеральных удобрений (гранулированные, крупно-, мелкокристаллические, порошковидные, пылевидные). Условия хранения их часто не соответствуют требованиям, гарантирующим неизменность их физико-механических свойств. Это, безусловно, негативно сказывается на неравномерности дозирования, а следовательно, и на качестве внесения удобрений.

На основании проведенных поисковых исследований нами разработан катушечный дозатор (высевающий аппарат) (рисунок 2), который содержит корпус 1 с загрузочным окном 2 и разгрузочным окном 3 и желобковую катушку 4 с зазором ε между наружным диаметром D катушки 4 и внутренней поверхностью корпуса 1 высевающего аппарата, равным или меньше минимального размера гранул минимальной фракции дозируемого удобрения. На желобковой катушке 4 посередине выполнен паз 5, разделяющий желобки катушки 4 на две полукатушки 6, шириной B . Ребра 7 желобков полукатушек 6 выполнены по винтовой линии под углом α , направлены навстречу друг к другу и смещены относительно друг друга на половину центрального угла δ желобка катушки 4. В корпусе 1 в первом квадранте индифферентно пазу установлена перегородка 8. Передняя часть загрузочного окна 2 корпуса 1 выполнена в виде равнобедренной трапеции, ширина передней грани 9 которой (вершина трапеции) равна ширине B паза 5, а угол наклона боковых сторон 10 трапеции равен β и определяется по выражению:

$$\beta = 2\varphi - \alpha, \text{ при } \alpha \leq 2\varphi,$$

где φ – угол трения удобрений о боковую поверхность грани загрузочного окна корпуса, град.;

α – угол наклона ребра желобка полукатушки к ее осевой линии, град., который определяется по выражению:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{D \cdot \sin(\delta/2)}{l} \cdot n \right) \geq \gamma, \quad (1)$$

где D – внешний диаметр катушки, мм;

δ – центральный угол желобка катушки, град.;

n – постоянное количество задействованных ребер желобков катушки, пересекающих плоскость bb' , проходящую через ось вращения катушки;

l – ширина одной полукатушки, мм;

γ – угол естественного откоса удобрений, град.

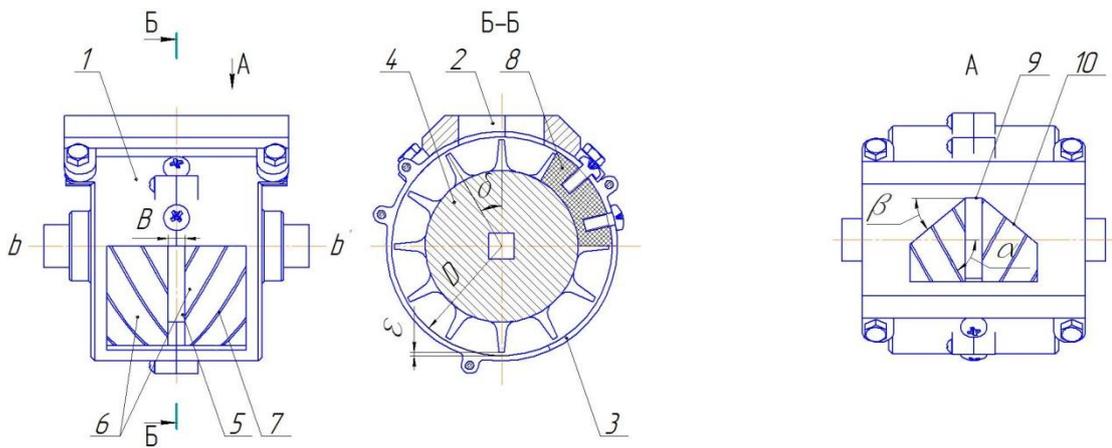


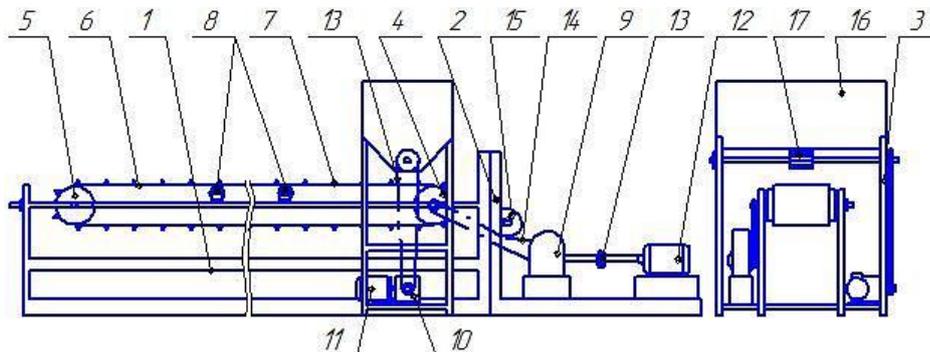
Рисунок 2. – Схема экспериментального высевающего аппарата

Высевающий аппарат работает следующим образом.

При вращении катушки 4 удобрения поступают в паз 5 и желобки полукатушек 6. Частицы удобрений, которые попали между ребрами 7 желобков полукатушек 6 и боковой стороной 10 трапеции загрузочного окна 2 корпуса 1, смещаются в сторону паза 5 и попадают в него. Тем самым предотвращается разрушение гранул. Далее сформированные в пазу 5 и желобках катушки 4 удобрения перемещаются к выгрузному окну 3, выполненному в нижней части корпуса 1, и вытекают через него.

Предполагается, что выполнение ребер желобков полукатушек по винтовой линии под углом α с относительным смещением их на угол, равный половине центрального угла δ желобка полукатушки, обеспечит равномерную подачу удобрений по всей ширине выгрузного окна и предотвратит повреждение гранул удобрений в нижней части корпуса за счет перемещения их вдоль ребер желобков полукатушек в сторону паза. Кроме того, в такой конструкции можно изготавливать дозирующие катушки из пластических масс (например, из полиуретана), которые по сравнению с резиной более износостойки и имеют лучшие адгезионные свойства, исключая налипание материала в желобках.

При проведении экспериментальных исследований ставилась задача обосновать угол наклона α ребер полукатушки и ширину паза B катушки, при которой будет минимальная неравномерность, для чего была создана экспериментальная установка (рисунок 3).



- 1 – рама ленточного конвейера; 2 – рама привода ленточного конвейера;
 3 – рама привода катушечного дозатора; 4 – приводной барабан; 5 – натяжной барабан;
 6 – лента; 7 – прорезиненные полоски; 8 – поддерживающие ролики; 9 – редуктор привода ленты; 10 – редуктор привода катушечного дозатора; 11, 12 – электродвигатели;
 13, 14 – цепная передача; 15 – натяжной ролик; 16 – бункер; 17 – катушечный дозатор

Рисунок 3. – Схема экспериментальной установки

Экспериментальная установка представляет собой ленточный конвейер, смонтированный на специальной раме, с приводом, позволяющим изменять линейную

скорость ленты в широком диапазоне, и экспериментальный катушечный высевальный аппарат с индивидуальным приводом, смонтированным на дополнительной раме (рисунок 4).



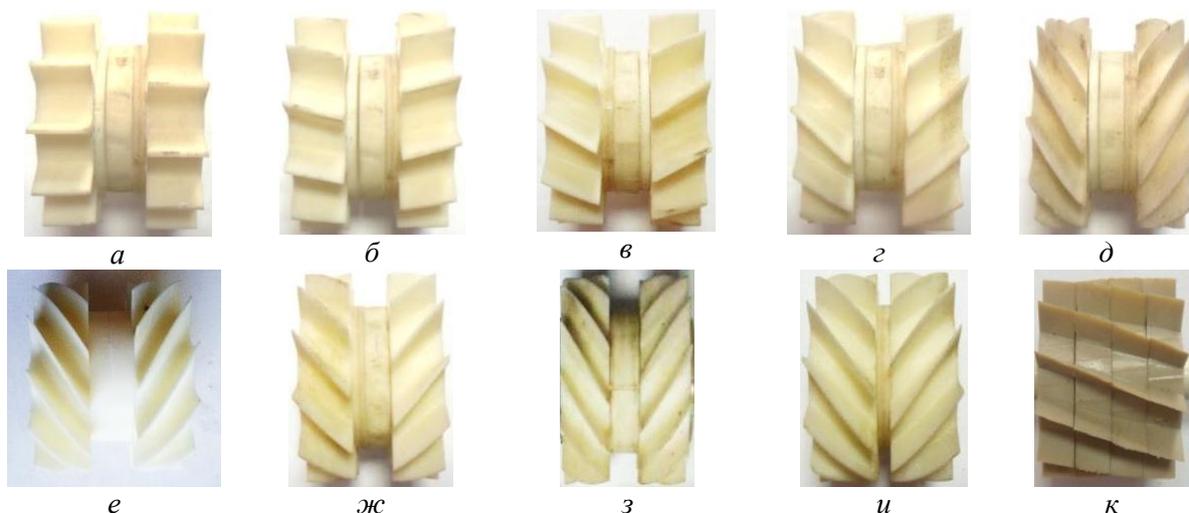
Рисунок 4. – Общий вид экспериментальной установки

Скорость движения ленточного конвейера подобрана с таким расчетом, чтобы при перемещении агрегата по полю на 0,5 м лента перемещалась в сторону, обратную движению машины, на ячейку (13,6 см), что соответствует скорости перемещения машины 8 км/ч.

Привод дозирующей катушки осуществляется от электродвигателя через девятиступенчатый редуктор цепной передачи. Производительность дозатора регулируется изменением частоты вращения катушки посредством девятиступенчатого редуктора.

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены с помощью 3D принтера Fortus 250 mc (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства») различные варианты дозирующих катушек (рисунок 5). В том числе с углом наклона ребер 0, 15, 30, 45, 60, 65 град. и шириной паза 20, 15, 10, 5 мм.

Экспериментальные исследования по обоснованию угла наклона ребер желобков полукатушки свыше 65 град. не проводились по той причине, что дальнейшее его увеличение приводило к резкому уменьшению расстояния между ближайшими точками ребер желобков. Так, при угле наклона ребер желобков 70 град. ближайшее расстояние между ребрами составляет примерно 8,5 мм. Учитывая форму, радиус желобка и гранулометрический состав удобрений, максимальный размер фракции которых достигает более 7 мм, это может привести к нарушению технологического процесса высева удобрений, так как данные гранулы могут задержаться в сужающемся желобке.



а, б, в, г, д, е – дозирующие катушки с шириной паза $B = 20$ мм и углом наклона ребер желобков соответственно 0, 15, 30, 45, 60, 65 град.; *ж, з, и* – дозирующие катушки с углом наклона ребер желобков 60 град. и шириной паза соответственно 15, 10, 5 мм; *к* – базовая катушка, изготовленная из эластомера (резиновый материал) с углом наклона ребер желобков 22 град.

Рисунок 5. – Экспериментальные дозирующие катушки

Порядок работы следующий. Включали привод ленточного конвейера до того момента, когда крайняя передняя ячейка займет исходное положение (примерно за 0,5 м до точки высыпания удобрений из катушечного высевашевого аппарата). Затем включали привод катушки. В момент, когда из катушки начинало поступать удобрение на ленту, включали привод ленточного конвейера.

Для отбора проб на ленту конвейера наклеивали с определенным шагом полоски прорезиненного материала, которые образовывали на ней своеобразные ячейки. Отбор проб удобрений осуществляли путем сметания их с ленты, с соответствующих ячеек. Затем пробы взвешивали на электронных весах с точностью до 0,01 г.

Коэффициент вариации определяли по формуле:

$$v = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}},$$

где \bar{X} – среднее значение измеряемой величины, г;

X_i – текущее значение измеряемой величины, г;

n – количество проб, отобранных с ленты.

Исследования дозирующей катушки проводились на аммиачной селитре, мелкокристаллическом хлористом калии и суперфосфате.

По результатам исследований построены графики опытных зависимостей неравномерности подачи аммиачной селитры катушечным высевашевым аппаратом от частоты вращения катушки при углах наклона ребер желобков 0, 15, 30, 45, 60, 65 град. и ширине паза 20 мм (рисунок 6, 7). Диапазон частот вращения дозирующей катушки, при которых проводились исследования, находился в пределах от 7,12 до 14,66 мин⁻¹.

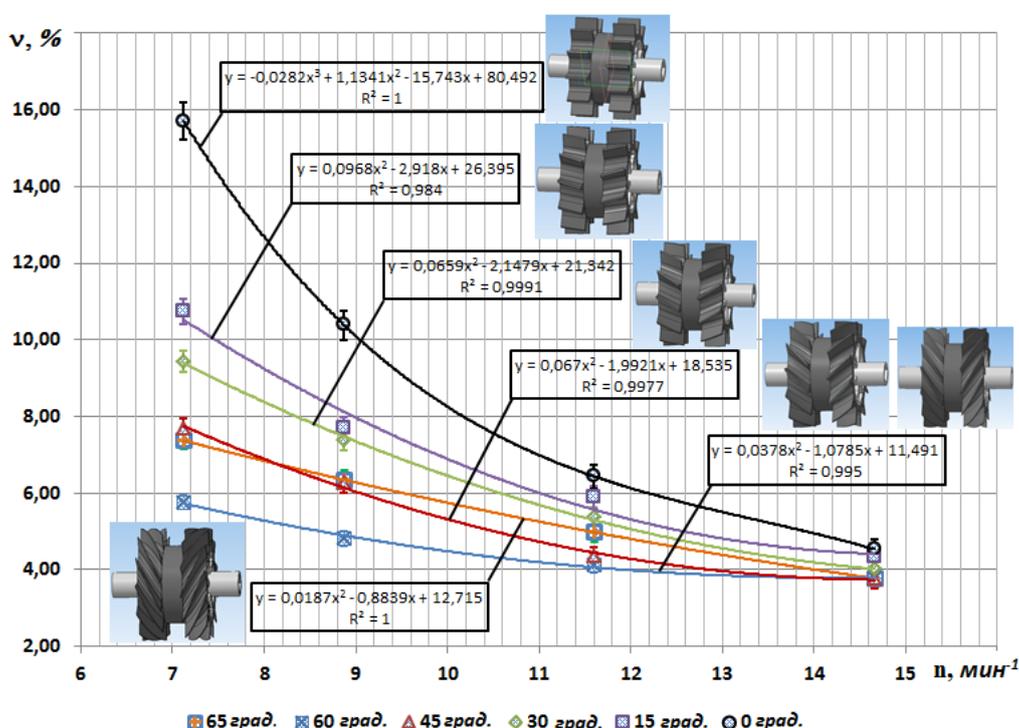


Рисунок 6. – Зависимость неравномерности распределения аммиачной селитры катушечным высевашевым аппаратом от частоты вращения катушки при различных углах наклона ребер желобков полукатушки и ширине паза $B = 20$ мм

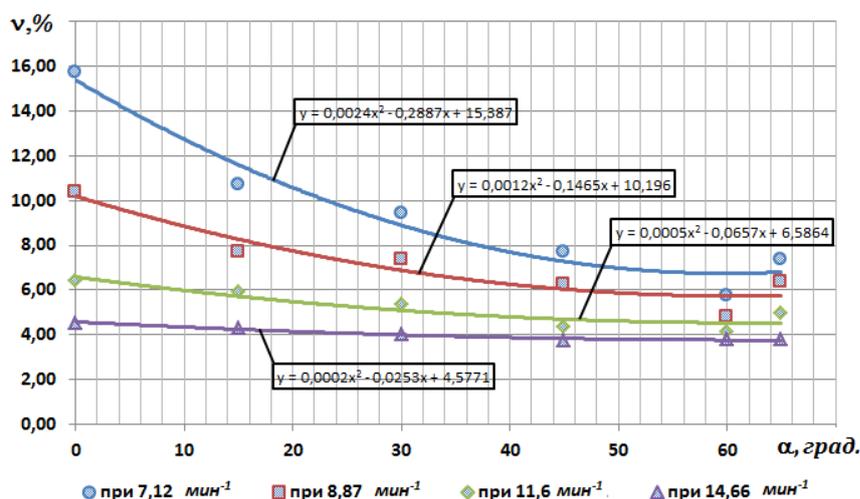


Рисунок 7. – Зависимость неравномерности распределения аммиачной селитры от угла наклона ребер желобков полукатушки при различных скоростях ее вращения и ширине паза $B = 20$ мм

Из графиков (рисунок 6, 7) следует, что с увеличением угла наклона ребер желобков полукатушки от 0 до 60 град. (с интервалом 15 град.) и при частоте вращения катушки 7,12; 8,87; 11,6 и 14,66 мин⁻¹ неравномерность дозирования аммиачной селитры снижается соответственно с 15,71 % до 5,76 %, с 10,39 % до 4,82 %, с 6,43 % до 4,12 % и с 4,54 % до 3,78 %. При дальнейшем увеличении данного угла до 65 град. неравномерность дозирования аммиачной селитры увеличивается до 7,37 %, 6,35 %, 4,98 % и 3,8 % соответственно. Причем более заметное снижение и увеличение неравномерности дозирования аммиачной селитры наблюдается на малых частотах вращения катушки. С увеличением частоты вращения катушки влияние угла наклона ребер желобков полукатушки на неравномерность дозирования снижается незначительно, и при 14,66 мин⁻¹ разница составляла не более 1 %.

В результате дифференцирования уравнений, описывающих данные параболические линии (рисунок 7), были найдены соответствующие углы наклона ребер желобков полукатушки, при которых наблюдаются минимальные значения неравномерности распределения удобрений на ленту. Так, с увеличением частоты вращения катушки с 7,12 до 14,66 мин⁻¹ точки минимальных коэффициентов вариации находятся при углах наклона ребер желобков от 60 до 63 град. Учитывая незначительное изменение неравномерности распределения удобрений в данном диапазоне углов при соответствующих режимах работы катушки, следует считать оптимальным угол установки ребер желобков полукатушки 60 град.

В результате многочисленных теоретических и экспериментальных исследований [6–9] доказано, что расположение ребер желобков катушки под углом обеспечивает более равномерную выдачу удобрений по всей ширине выгрузного окна. Причем некоторые исследователи считают, что для достижения высокой равномерности дозирования удобрений первый желобок левого торца катушки должен выходить на второй желобок правого торца. Это означает, что при полном опорожнении одного желобка начинается выпуск из последующего. В нашем случае угол наклона ребер желобков несколько превышает теоретический угол 50 град., рассчитанный по формуле (1), при котором должна наблюдаться наиболее высокая равномерность дозирования удобрений. По этой причине необходимо провести дополнительные теоретические

исследования по его обоснованию и проверить достоверность полученных результатов экспериментально, что является предметом отдельного научного исследования.

Кроме того, с увеличением угла наклона ребер желобков катушки предотвращается повреждение гранул удобрений в нижней части корпуса за счет перемещения их вдоль ребер желобков катушки в сторону паза под действием сил внешнего трения о боковую поверхность ребра желобка катушки (рисунок 8).

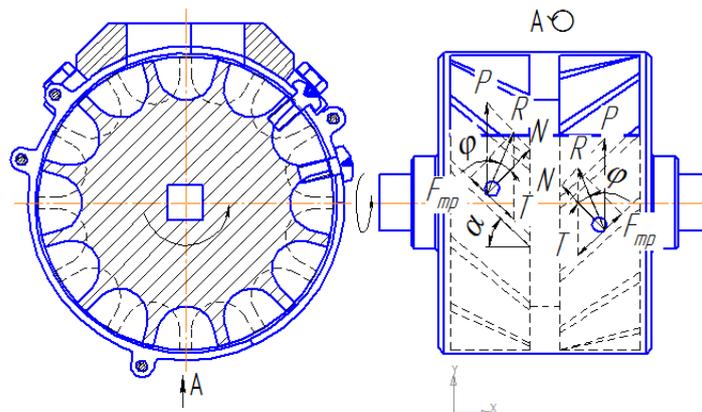


Рисунок 8. – Схема сил, действующих на гранулы удобрений в нижней части катушечного высевающего аппарата

Поскольку коэффициент внешнего трения в соответствии с рисунком 8 равен

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_{mp}}{N} = \frac{Nf}{N} = f,$$

где F_{mp} – сила трения частицы о поверхность желобка полукатушки, H ;

N – сила нормального давления частицы на поверхность желобка, H ,

следовательно, угол, образуемый нормалью к ребру желобка катушки N и реакцией R , очевидно, не должен быть меньше угла трения, для того чтобы гранулы могли перемещаться в сторону паза. Но так как частицы минеральных удобрений повышенной влажности, особенно пылевидные, предрасположены к налипанию на рабочую поверхность желобка катушки, то здесь лучше принять вместо угла трения удобрений о рабочую поверхность желобка катушки угол, равный углу естественного откоса. Отсюда можно сделать вывод, что $\operatorname{tg} \alpha \geq \operatorname{tg} \varphi$ и угол естественного откоса α должен быть выбран из условий высева удобрений наибольшим, следовательно, наибольшим будет коэффициент внутреннего трения между частицами удобрения.

Данный принцип расчета заложен у туковысевающих аппаратов цепного типа, угол наклона пальцев которых находится в пределах от 30 до 25 град. [10]. Тогда в нашем случае угол установки ребер желобков полукатушки должен находиться в пределах от 60 до 65 град. Поскольку ранее выбранный оптимальный угол установки ребер желобков полукатушки входит в данный предел, то, соответственно, описанное выше требование выполняется.

Кроме того, проведены эксперименты по определению неравномерности подачи аммиачной селитры катушечным высевающим аппаратом в зависимости от частоты вращения дозирующей катушки при ширине паза 5, 10, 15, 20 мм и угле наклона ребер желобков катушки 60 град. Результаты представлены на графиках (рисунок 9, 10).

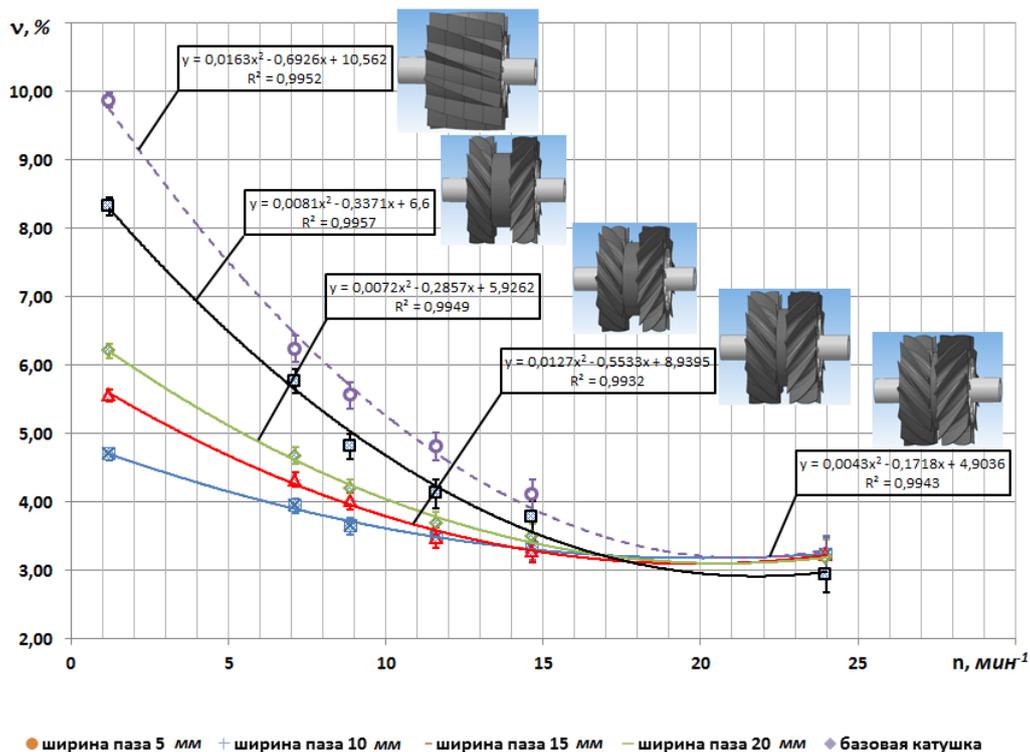


Рисунок 9. – Зависимость неравномерности распределения аммиачной селитры катушечным высевальным аппаратом от скорости вращения катушки n при различной ширине паза B и угле наклона ребер желобков полукатушки $\alpha = 60^\circ$

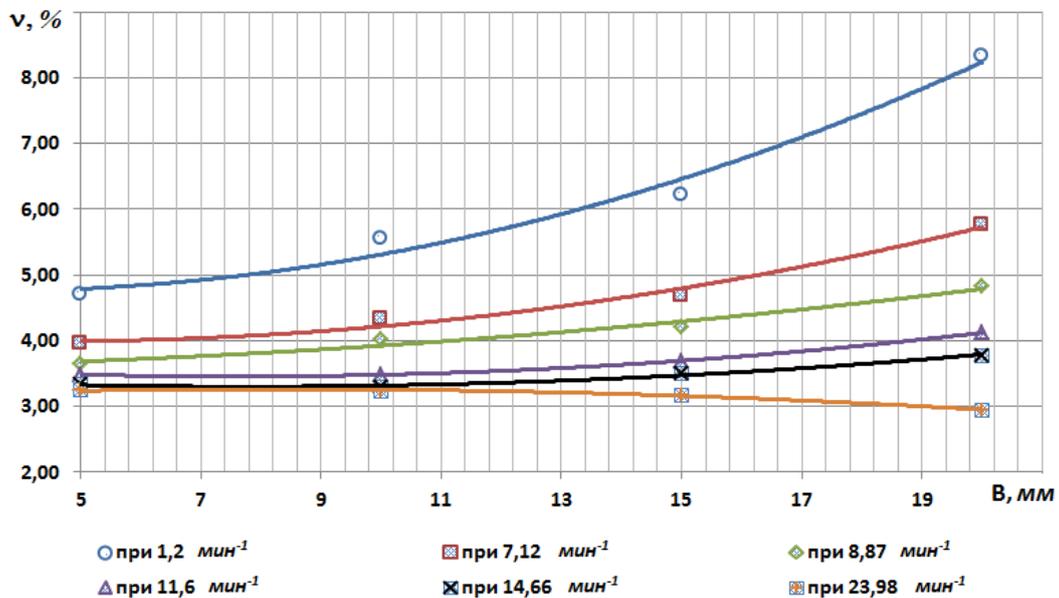


Рисунок 10. – Зависимость неравномерности распределения аммиачной селитры от ширины паза B катушки при различных скоростях ее вращения и угле наклона ребер желобков полукатушки $\alpha = 60^\circ$

Из графиков (рисунок 9, 10) следует, что с увеличением ширины паза B неравномерность дозирования аммиачной селитры возрастает по кривой типа гиперболы, что подтверждает истину теории Кардашевского [11], которая заключается в том, что причиной неудовлетворительной работы катушечных дозирующих устройств является наличие в них двух видов движения: принудительного и за счет активного слоя потока материала во время высева. При приближении к минимуму активного потока движения материала улучшается работа катушечного дозатора.

Следует также отметить, что при увеличении ширины паза B и частоты вращения дозирующей катушки наблюдается снижение неравномерности дозирования аммиачной селитры. Данное явление также наблюдали такие исследователи, как И.Л. Слущкий, А.Н. Семенов, К.Н. Смирнов и др. [12]. По их мнению, объясняется это тем, что при увеличении частоты вращения катушки увеличивается число слоев частиц материала в активном слое, это и приводит к улучшению работы катушечного дозатора.

Однако, как показали экспериментальные исследования, при высеве катушкой с шириной паза 5 мм суперфосфата двойного гранулированного с размером гранул 5–7 мм, доля которых в общем составе превышала 4 %, были слышны посторонние звуки в виде потрескивания. При просеивании прошедших удобрений через катушку доля гранул размером 5–7 мм составляла уже менее 3 %. При высеве данных удобрений катушкой с шириной паза 10 мм этого явления не наблюдалось, соответственно, ширина паза должна выбираться с учетом максимального размера гранул высеваемых удобрений. Учитывая то, что размер фракции некоторых удобрений достигает более 7 мм, для надежности работы целесообразно принять ширину паза равной 10 мм.

Заключение

В результате проведения экспериментальных исследований нового катушечного высевального аппарата было установлено, что наилучшее сочетание надежности и равномерности дозирования минеральных удобрений достигается дозирующей катушкой с углом наклона ребер желобков 60 град. и пазом 10 мм.

Поскольку угол наклона ребер желобков катушки, при котором наблюдается наилучшая равномерность дозирования удобрений, несколько превышает теоретический угол, установленный ранее исследователями [6–8], необходимо провести дополнительные теоретические исследования по его обоснованию.

08.08.2016

Литература

1. Степук, Л.Я. Построение машин химизации земледелия / Л.Я. Степук, А.А. Жешко; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 443 с.
2. Машина штанговая для внесения минеральных удобрений: пат. № 17624 Респ. Беларусь, МПК7 А 01С 15/00 / Л.Я. Степук, В.В. Барабанов; заявитель РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № а 20110579; заявл. 2011.05.05 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 5.
3. Крючин, Н.П. Посевные машины. Особенности конструкций и тенденции развития: учеб.-метод. пособие / Н.П. Крючин. – Самара, 2003. – 116 с.
4. John Deere Air Seeding Equipment // Проспект фирмы John Deere (США). – 33 с.: ил.
5. Сеялка D9 6000-TC Combi // Официальный сайт компании AMAZONEN-WERKE [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.amazone.ru/4351.asp>. – Дата доступа: 01.08.2015.
6. Повышение равномерности распределения семян при посеве сои на основе усовершенствования катушечного высевального аппарата / С.П. Присяжная [и др.] // Земледелие. – 2014. – № 2. – С. 41–42.
7. Попко, В.И. Обоснование процесса работы и параметров шнеково-лопастного туковысевающего аппарата для локального внесения гранулированных минеральных удобрений: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.И. Попко. – Луцк, 1984. – 162 л.
8. Шабуня, С.А. Исследование процесса посева сои сеялкой с диагональными катушечными высевальными аппаратами: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / С.А. Шабуня. – Благовещенск, 2006. – 179 л.
9. Ларюшин, Н.П. Некоторые результаты лабораторно-полевых исследований катушечно-винтового высевального аппарата / Н.П. Ларюшин, А.В. Шуков // Нива Поволжья. – 2009. – № 2. – С. 52–58.

10. Лисовенко, С.И. Исследование туковысевающих аппаратов европейского типа / С.И. Лисовенко // Сборник научных работ «Харьковский институт механизации социалистического сельского хозяйства». – Харьков, 1940. – Вып. 2. – С. 45–70.
11. Кардашевский, С.В. Высевающие устройства посевных машин / С.В. Кардашевский. – М.: Машиностроение, 1973. – 178 с.
12. Атомян, В.М. Исследование свободного истечения и высева семян зерновыми сеялками с катушечными высевающими аппаратами / В.М. Атомян. – Ереван: Изд-во Главного управления с.-х. наук МСХ АРМ. ССР, 1960. – 164 с.

УДК 331.472

**Л.В. Мисун, Т.В. Севастюк,
А.П. Утенков**
(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ЛЬНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Введение

Работники льноперерабатывающих предприятий в процессе своей трудовой деятельности взаимодействуют с предметами и средствами труда (машинами, механизмами, оборудованием), а также с производственной средой, включающей производственные помещения и промплощадки. Все эти составляющие производственной деятельности часто не соответствуют требованиям безопасности труда, сохранения жизни и здоровья работников.

Одним из основных показателей, не отвечающих гигиеническим нормативам охраны труда работников, является уровень запыленности рабочего места. Так, согласно данным ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», на рабочих местах сортировщиков, раскладчиков сырья, съемщиц длинного и короткого волокна мяльно-трепальных линий концентрация пыли превышала ПДК в два и более раз [1]. Особую опасность для организма работающего представляют респирабельные и трахеобронхиальные пылинки, способные проникать в альвеолы и в периферии легкого.

Анализ ранее проведенных исследований показывает, что еще недостаточно изучены закономерности формирования пылевой обстановки на объектах льноперерабатывающей отрасли АПК. В частности, не исследованы взаимосвязь пылевого состояния внутренней и внешней воздушной среды, закономерности формирования пылевого режима производственных помещений.

Основная часть

Одним из основных средств борьбы с пылью и предотвращения аварийных взрывопожарных ситуаций при льнопереработке является аспирация (рисунок 1) – удаление запыленного воздуха из полостей технологического и транспортного оборудования или из укрытий источников интенсивного пылеобразования. Аспирация позволяет также локализовать источники пылеобразования и существенно уменьшить пылевое загрязнение производственных помещений и окружающей среды. При этом аспирация оборудования способствует увеличению срока его службы, улучшению качества выпускаемой продукции [2].