

Разработанная инновационная технология и комплект оборудования по производству легкоусвояемого сухого концентрата позволили:

- уменьшить сроки адаптации телят молочного периода к поеданию легкоусвояемого концентрата и других растительных кормов;
- ускорить процесс развития рубцового пищеварения, благодаря более раннему поеданию легкоусвояемого концентрата и других растительных кормов;
- уменьшить расход цельного молока, повысить суточные привесы на 6,6 и снизить затраты кормов на 5,73 %.

Список использованных источников

1. Рыдак, П.А. Передовые методы выращивания молодняка крупного рогатого скота / П.А. Рыдак. – Минск : Ураджай, 1984 г.
2. Плященко, С.И. Получение и выращивание здоровых телят / С.И. Плященко Н.А. Сидоренко А.Ф. Трофимов. – Минск : Ураджай, 1990 г.
3. Пшеничный, П.Д. Рост и развитие крупного рогатого скота. Скотоводство / П.Д. Пшеничный. – М. Сельхозиздат, 1961.– Т 1. – С. 299–300.
4. Сироткин, В.И. Вырастить телят: нормирование, кормление, содержание / В.Н. Сироткин. – М. –Россельхозиздат, 1987.
5. Патент RU №2129391 С2А23К1, Способ выращивания молодняка крупного рогатого скота.
6. патент RU № 2316226 С2 Ф23 К1 Способ кормления молодняка крупного рогатого скота.
7. Легкоперевариваемые углеводы в кормлении коров/ Ю.Лазарев, И. Кузмин – М. – Кормление с/х животных и кормопроизводство №10.2006.
8. Хохрин, С.Н. Корма и кормление животных / С.Н. Хохрин. – М. «Лань», 2002. – С. 300–301.
9. Передня, В.И. Инновационный способ кормления телят в молочный период / В.И. Передня, В.Романюк, А.А. Романович. Woda-Srodiwisko-Obszary Wiesskie 2019 T.19. Z3 (67) institute Technologicznj-Pszyzodniczy w Falentach. 2019.
10. Афанасьев, В.А. Приоритетные методы тепловой обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов / В.А. Афанасьев, А.Н. Остриков – Воронеж, 2015 – С. 335–337.

УДК 631.333-52:004.3

Поступила в редакцию 12.09.2020
Received 12.09.2020

В.К. Клыбик, П.П. Бегун, И.С. Пылило

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: Labis@mail.ru*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ШТАНГОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Представлены результаты экспериментальных исследований дозирующего устройства штанговых рабочих органов для дифференцированного внесения минеральных удобрений. Приведены основные зависимости производительности дозирующего устройства от частоты вращения катушки и величины закрытия заслонки.

Ключевые слова: минеральные удобрения, штанговые рабочие органы, дозирующее устройство, высевающая катушка, заслонка, регулирование дозы.

V. K. Klybik, P.P. Begun, I. S. Pylilo

RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»

RESULTS OF THE RESEARCH OF THE DOSING DEVICE OF THE ROD WORKING UNIT FOR DIFFERENTIAL APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

The results of experimental research of the dosing device of rod working units for differential application of mineral fertilizers are presented. The main dependences of the performance of the dosing device on the frequency of rotation of the reel and the value of closing the shutter are given.

Keywords: mineral fertilizers, rod working unit, dosing device, seeding reel, shutter, dose regulation.

Введение

Дифференцированное внесение минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов для кислых почв и пестицидов на сегодняшний день является ключевым элементом в точном земледелии. При этом учитывается внутрипольная вариабельность параметров плодородия, а это значит, что для обеспечения растений необходимым количеством питательных элементов, приходится изменять в широких пределах (от 10 и до 140 кг) действующее вещество на гектар дозы внесения удобрений. Особенно сложно обеспечить точное динамическое регулирование при внесении подкормочных доз удобрений в пределах от 20 до 150 кг/га в физическом весе.

В настоящее время, во всем мире, самыми распространенными распределяющими рабочими органами машин для внесения минеральных удобрений являются центробежные и в меньшей степени – штанговые. В тоже время обеспечить неравномерность внесения подкормочных доз минеральных удобрений, определяемую коэффициентом вариации до 10 % (допускаемая неравномерность внесения азотных удобрений) [1], возможно только штанговыми рабочими органами, оборудованными катушечными дозирующими устройствами с регулируемой заслонкой. Кроме того, оснащение штанговых машин дозирующими устройствами управляемыми микропроцессорными электронными системами позволит полностью автоматизировать процесс дифференцированного внесения удобрений и по ширине захвата машины.

Основная часть

Для обоснования рациональных параметров дозирующего устройства катушечного типа с регулируемой заслонкой при дифференцированном внесении подкормочных доз минеральных удобрений изготовлен макетный образец и экспериментально исследован процесс дозирования суперфосфата аммонизированного с массовой долей гранул размером от 2 до 5 мм не менее 90 %.

Макетный образец системы дифференцированного внесения минеральных удобрений состоит из рамы 1, бункера для удобрений 2 объемом 50 л, двух высевających катушек 3 позволяющих дозировать количество высеваемых минеральных удобрений, электропривода высевających катушек 5, позволяющего по сигналам, формируемым в блоке управления в зависимости от заданной нормы внесения минеральных удобрений поддерживать необходимый крутящий момент и частоту вращения, заслонок 9 для обеспечения изменения удельной производительности катушечного высевającego устройства перекрытием части катушки, электропривода заслонок 4, емкости для сбора удобрений 7, электронных весов 8, для взвешивания высеянной массы удобрений и щитка распределительного 6 состоящего из блока управления частотой вращения электродвигателем, панели оператора графической ИП320, программируемого логического контроллера ПЛК100-24.К-МП и двух индуктивных датчиков LA12M-50.4N4.U1.K (рис. 1).

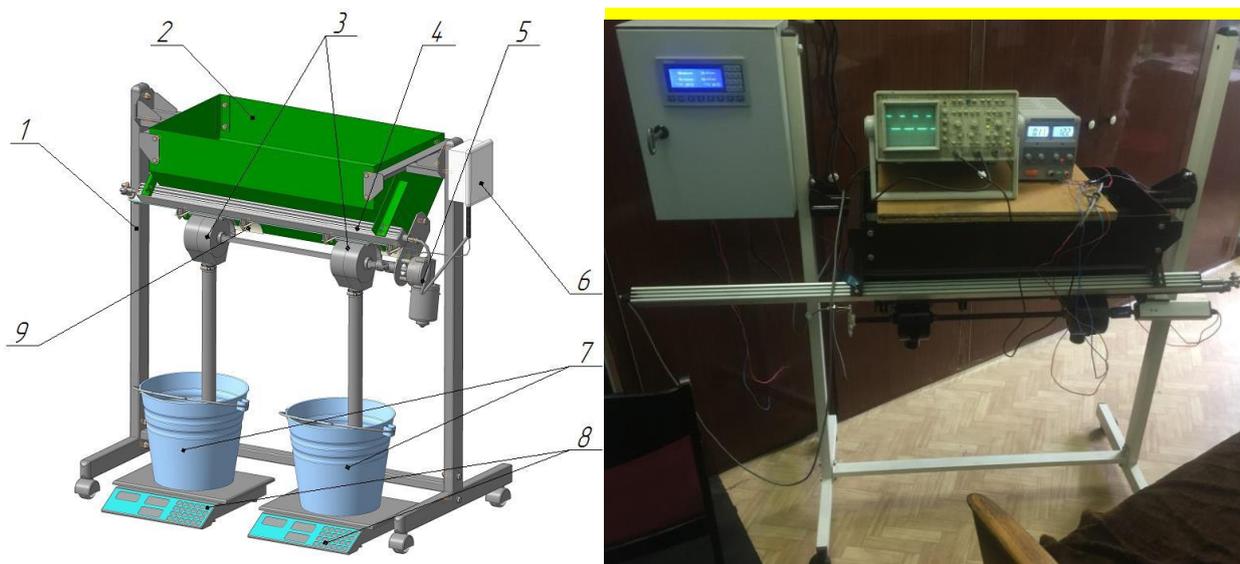


Рис. 1. Общий вид макетного образца системы дифференцированного внесения минеральных удобрений

1 – рама; 2 – бункер для удобрений; 3 – высевающие катушки; 4 – электропривод заслонок; 5 – электропривод высевающих катушек; 6 – щиток распределительный; 7 – емкости для сбора удобрений; 8 – электронные весы; 9 – заслонка

Макетный образец работает следующим образом: в бункер 2 установленный на раме 1 засыпаются минеральные удобрения. С распределительного щитка 6 подаются управляющие сигналы на электроприводы заслонки 4 и электродвигатель высевающих катушек 5. Сигналы, сформированные по расчетным алгоритмам в зависимости от необходимой нормы внесения минеральных удобрений, имитируют реальные условия работы машины для внесения минеральных удобрений по карт-заданию посредством изменения величины открытия заслонки 9 и частоты вращения катушечного высевающего устройства 3. Далее минеральные удобрения поступают в емкость для сбора минеральных удобрений 7 установленной на весах 8 и на электронном табло регистрируются данные об изменении массы собранных минеральных удобрений.

Результаты экспериментальных исследований

Технологический процесс дифференцированного внесения минеральных удобрений предусматривает, чтобы дозирование происходило в зависимости от заданной нормы внесения, которая формируется в зависимости от потребности (карт-задания). Поэтому за параметр оптимизации принимаем производительность дозирующего устройства K_n , (кг/га). Входными факторами, оказывающими значительное влияние на процесс дозирования минеральных удобрений, являются поступательная скорость движения машины (v), частота вращения катушки (ω) и величина открытия заслонки (h).

Скорость движения определяли как отношение пройденного пути к времени работы дозирующего устройства. Время работы дозирующего устройства фиксировали секундомером. Открытие заслонки производили электроприводом и измеряли линейкой. Изменение частоты вращения катушки осуществляли ШИМ-регулятором, установленным в щитке распределительном.

Выбор уровней значений для каждого из факторов, включённых в эксперимент, определялся исходя из агротехнических требований, теоретических исследований и составили: для $v=2,2...4,17$ м/с, $\omega=5...55$ об/мин, $h=0,01...0,06$ м. Для каждого фактора определяли основной уровень и интервал варьирования.

План-матрица проведения опытов с реализацией всех возможных сочетаний упорядоченных комбинаций факторов приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. — План-матрица проведения опытов

№ опыта	$x_1 \rightarrow v$	$x_2 \rightarrow \omega$	$x_3 \rightarrow h$
1	- 2,2	- 5	- 0,01
2	+ 4,17	- 5	- 0,01
3	- 2,2	+ 55	- 0,01
4	+ 4,17	+ 55	- 0,01
5	- 2,2	- 5	+ 0,06
6	+ 4,17	- 5	+ 0,06
7	- 2,2	+ 55	+ 0,06
8	+4,17	+ 55	+ 0,06

Порядок проведения опытов рандомизирован. Требуемые фактические значения факторов поддерживали постоянными в течение опыта. После реализации параллельных наблюдений определяли среднее значение показателя параметра оптимизации. В процессе обработки результатов эксперимента использована стандартная методика предусматривающая оценку отклонения показателя параметра оптимизации от среднего значения и вычислена дисперсия воспроизводимости по данным m параллельных наблюдений плана матрицы планирования в каждой точке, проверку однородности дисперсий по критерию Кохрена и построение уравнения регрессии процесса [2–4].

После исключения статистически незначимых коэффициентов и проверки адекватности модели получено уравнение регрессии (1) определяющее зависимость производительности высевающего аппарата от входных факторов.

$$y = 470,56 - 129,09x_1 + 260,49x_2 + 147,78x_3 - 64,29x_1x_2 - 19,98x_1x_3 + 63,62x_2x_3 \quad (1)$$

Для получения функции отклика в зависимости от натуральных значений факторов декодируем уравнение регрессии (1).

Для этого находим значения факторов x_1 , x_2 и x_3 в натуральных их значениях по формуле

$$x_j = \frac{2z_j - z_{jn} - z_{je}}{z_{je} - z_{jn}}, \quad (2)$$

где z_j – натуральное значение фактора;

z_{jn} – нижний предел натурального значения фактора;

z_{je} – верхний предел натурального значения фактора.

Фактор поступательной скорости в натуральных значениях

$$x_1 = 1,02v_n - 3,23 \quad (3)$$

Фактор частоты вращения

$$x_2 = 0,04\omega - 1,2 \quad (4)$$

Фактор величины открытия заслонки

$$x_3 = 40h - 1,4 \quad (5)$$

Подставив натуральные значения факторов x_1 , x_2 и x_3 в уравнение регрессии получим функцию отклика в зависимости от натуральных значений

$$y_{Kn} = 158,14 - 11,02v + 15,75\omega + 6446,4h - 2,79v\omega - 1215,84vh + 118,59\omega h. \quad (6)$$

При анализе функции отклика по влиянию факторов получены следующие значения: при увеличении скорости v до максимального значения 4,17 м/с с минимальными частотой вращения $\omega = 5$ об/мин и минимальной открытой заслонкой $h = 0,01$ м производительность катушечного высевающего аппарата уменьшается до 88,13 кг/га, при минимальной скорости 2,2 м/с, максимальной частоте вращения 55 об/мин и минимальном открытии заслонки 0,01 м производительность возрастет до 694,1 кг/га, при минимально скорости 2,2 м/с, минимальной частоте вращения 5 об/мин и максимальном открытии заслонки 0,06 м производительность составит 185,92 кг/га. Следовательно, на количество высеваемых удобрений катушечным аппаратом с заслонкой большее влияние оказывает изменение частоты вращения катушки и меньшее – величины открытия заслонки и поступательной скорости движения машины.

Рациональные режимы работы дозирующего устройства минеральных удобрений выбираем из условия выполнения качественных показателей технологического процесса по обеспечению выполнения всего диапазона доз внесения минеральных удобрений. Для обоснования частоты вращения катушки по полученному уравнению регрессии была построена диаграмма зависимости удельной производительности катушечного высевающего аппарата от частоты вращения катушки при разных положения заслонки (для ширины внесения удобрений 0,25 м и скорости движения 3,3 м/с) (рис. 2).

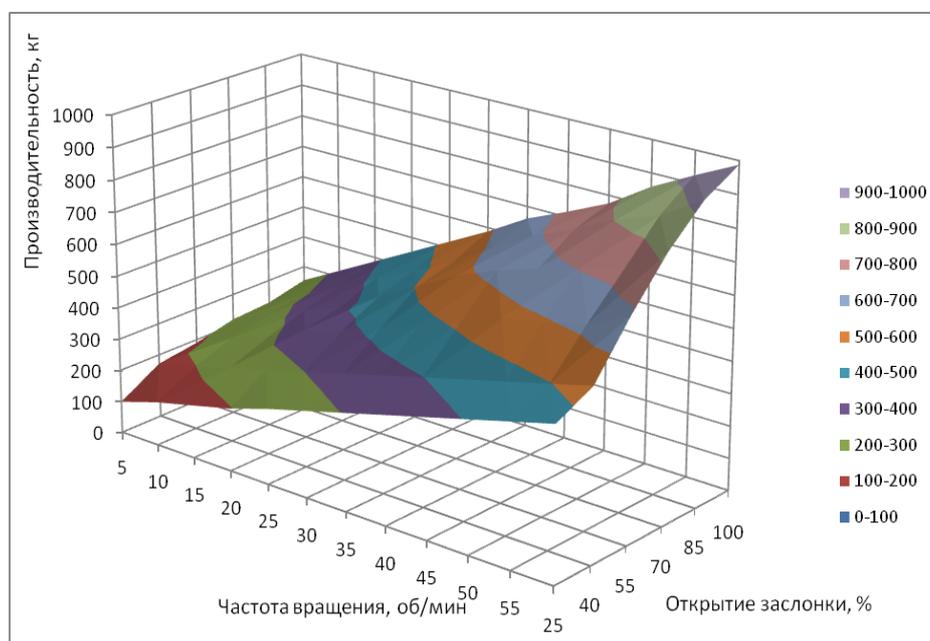


Рис. 2. Диаграмма зависимости производительности дозирующего катушечного аппарата от частоты вращения катушки при различных нормах внесения минеральных удобрений и величины открытия заслонки (для ширины внесения удобрений 0,25 м и скорости движения 3,3 м/с)

График зависимости производительности дозирующего катушечного аппарата от частоты вращения катушки при различных агротехнических скоростях движения (для ширины внесения удобрений 0,25 м, с полностью открытой заслонкой) представлен на рис. 3.

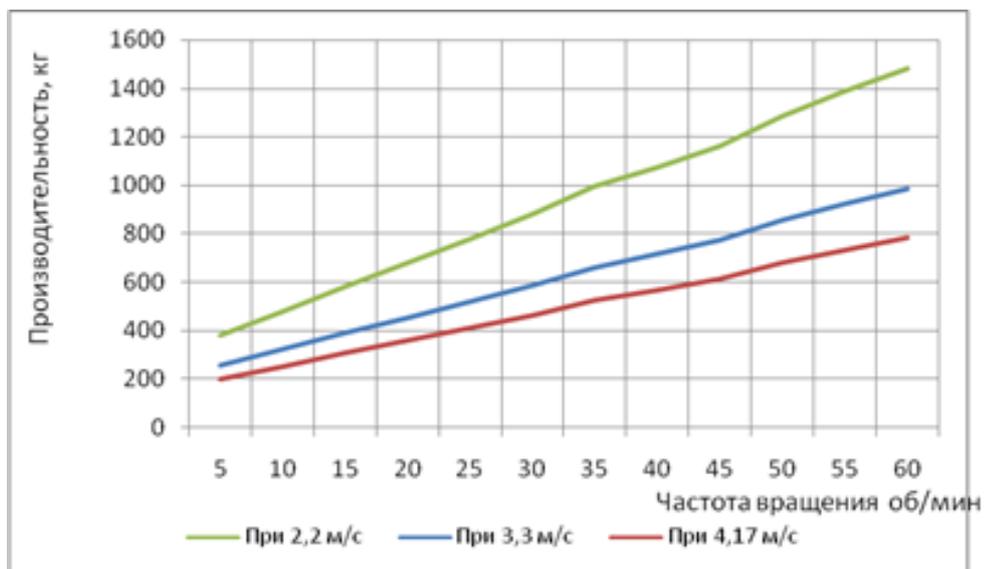


Рис. 3. График зависимости удельной производительности дозирующего катушечного аппарата от частоты вращения катушки при различных агротехнических скоростях движения (для ширины внесения удобрений 0,25 м, с полностью открытой заслонкой)

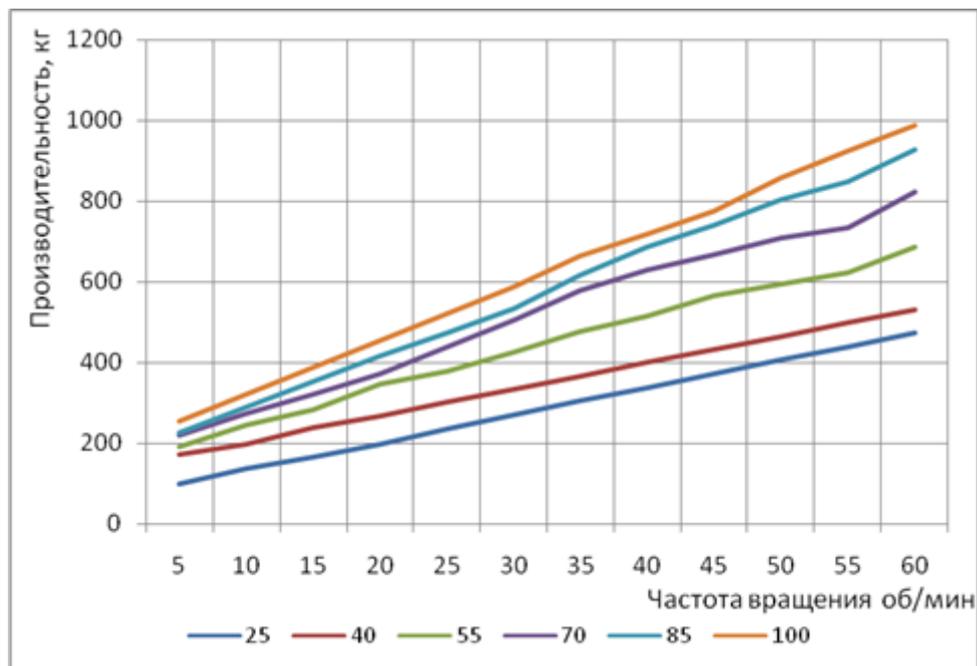


Рис. 4. График зависимости производительности катушечного высевающего аппарата при различной степени открытия заслонки

Анализируя диаграмму (рис. 4), исследуемого катушечного аппарата для высокоточного дозирования минеральных удобрений в технологии точного земледелия, определим диапазон частоты вращения катушки от 5 до 60 об/мин, так как ниже 5 об/мин возрастает неравномерность высева катушечного аппарат, а выше 60 об/мин происходит повреждение гранул минеральных удобрений. Диапазон открытия заслонки принимаем от 25 до 100%, так как при перекрытии заслонкой более 75% разгрузочного окна, происходит зависание минеральных удобрений в зоне забора и нарушается технологический процесс дозирования в целом.

Заключение

В результате выполненных исследований установлено, что на количество высеваемых удобрений катушечным аппаратом с заслонкой основное влияние оказывает изменение частоты вращения катушки и в меньшей степени – величины открытия заслонки и поступательной скорости движения машины.

Рациональными значениями технологических режимов работы дозирующего устройства штанговых рабочих органов удовлетворяющими агротехническим требованиям во всем эксплуатационном диапазоне изменения скорости и доз внесения гранулированных минеральных удобрений, является диапазон поступательной скорости $v=2,2...4,17$ м/с, при величине открытия заслонки $h=0,01...0,06$ м и частоте вращения катушки $\omega=5...60$ об/мин.

Список используемых источников

1. Степук, Л.Я. Плюсы и минусы центробежных разбрасывателей / Л.Я. Степук, В.В. Барабанов // Наше сельское хозяйство. – 2009. – № 2.
2. Вейников, В.А. Теория подобия и моделирования / В.А. Вейников – М. : Высшая школа, 1976. – 479 с.
3. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / В.Е. Гмурман. – М. : Высш. шк., 1972. – 358 с.
4. Губин, В. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных / В. И. Губин, В. Н. Осташков : Учеб. пособие для студентов технических вузов.— Тюмень : Изд-во «ТюмГНГУ», 2007.— 202 с.

УДК 631.362. 2

Поступила в редакцию 12.09.2020
Received 12.09.2020

А.Н. Антоненко, В.В. Голдыбан

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: labpotato@mail.ru*

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ

В статье проанализированы технологии измельчения фуражного зерна и предложена перспективная конструкция дискового измельчителя.

Ключевые слова: рабочие диски, разгрузочная щель, радиальные пазы, ножевая решетка, переизмельчение.

A.N. Antonenko, V.V. Goldyban

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: labpotato@mail.ru*

UNIVERSAL CEREAL GRINDER

The article analyzes the technologies for grinding feed grain and proposes a promising design of a disk grinder.

Keywords: working disks, discharge gap, radial grooves, knife grate, regrinding.

Введение

Одной из важнейших проблем измельчения является получение конечного продукта более однородного по гранулометрическому составу. Это обусловлено необходимостью стабилизации показателя качества продукции, а также требованием снижения удельной энергоёмкости при ее получения. В комбикормовом производстве однородность гранулометрического состава способствует лучшему усвоению питательных веществ, содержащихся в комбикормах. Наличие пылевидных частиц ухудшает кормление животных и может вызвать закупорку дыхательных путей, особенно у молодняка [1].