

Литература

1. Chaump K., Preisser M., Shanmugam S. R., Prasad R., Adhikari S., Higgins B. T. Leaching and anaerobic digestion of poultry litter for biogas production and nutrient transformation // K. Chaump, M. Preisser, S. R. Shanmugam, R. Prasad, S. Adhikari, B. T. Higgins // Waste Manag., 2019. – №84. – P. 413-422.
2. Ishchenko K. V., Palii A. P., Kis V. M., Petrov R. V., Nagorna L. V., Dolbanosova R. V., Paliy A. P. Investigation of microclimate parameters for the content of toxic gases in poultry houses during air treatment in the scrubber with the use of various fillers // K. V. Ishchenko, A. P. Palii, V.M. Kis, R. V. Petrov, L. V. Nagorna, R. V. Dolbanosova, A. P.Paliy // Ukrainian Journal of Ecology, 2019. – № 9 (2). – P. 74-80.
3. Dunlop M. W., McAuley J., Blackall P. J., Stuetz R. M. Water activity of poultry litter: Relationship to moisture content during a grow-out // M. W. Dunlop, J. McAuley, P. J. Blackall, R. M. Stuetz // Journal Environ Manage, 2016. – № 1 (172). – P. 201-206.
4. Palii A. P., Pylypenko S. H., Lukyanov I. M., Zub O. V., Dombrovska A. V., Zagumenna K. V., Kovalchuk Y. O., Ihnatieva T. M., Ishchenko K. V., Paliy A. P., Orobchenko O. L. Research of techniques of microclimate improvement in poultry houses // A. P. Palii, S. H. Pylypenko, I. M. Lukyanov, O. V. Zub, A. V. Dombrovska, K. V. Zagumenna, Y. O. Kovalchuk, T. M. Ihnatieva, K.V. Ishchenko, A. P. Paliy, O. L. Orobchenko // Ukrainian Journal of Ecology, 2019. – № 9 (3). – P. 41-51.

УДК 63.631

**ПОКРЫТИЕ ПОЧВЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ  
РАЗБРАСЫВАТЕЛЯМИ УДОБРЕНИЙ**  
**Калнагуз А.Н., Головченко Г.С., Семерня Е.В.**  
СНАУ, г. Сумы, Украина

Удовлетворение потребности населения в продуктах питания и промышленности в сырье связано с повышением урожайности сельскохозяйственных культур. Практика показывает, что более 50 % прибавки урожая получают за счет внесения удобрений. Внесение удобрений – один из эффективных методов сохранения и повышения плодородия почвы, и как следствие, получения более высоких урожаев с высокими показателями качества. От характера распределения дозы удобрений по полю зависит средняя урожайность сельскохозяйственных культур. Максимально возможные урожаи сельскохозяйственных культур можно получить только при совместном применении органических и минеральных удобрений. При этом минеральные удобрения в основном способствуют повышению урожайности. Органические удобрения, помимо повышения урожайности, улучшают структуру и плодородие почв, способствуя увеличению содержания гумуса, что непременно сказывается на качестве продукции.

Рассеиванию твердых частиц центробежными разбрасывателями посвящено очень много научных работ. Например, в книге [1] подробно рассмотрены вопросы теории движения сыпучего материала по лопаткам центробежных аппаратов и его распределение по поверхности поля, предложены способы выбора параметров рабочих органов машин, исходя из требования равномерного распределения удобрений. Экспериментально получены данные о незначительной неравномерности распределения материала.

В теории центробежных разбрасывателей уделяется много внимания форме лопаток, изогнутых в виде, так называемой, брахистохроны. Это кривая наибыстрейшего перемещения из одной точки поля в другую. В центробежных разбрасывателях твердых частиц это не дает существенного результата. В статье [2] показано, что наиболее рациональными являются прямые радиальные лопатки. Однако существуют работы [3, 4], посвященные разработке моделей движения частиц грунта по поверхности лопатки роторного грунтометателя, в которых использованы уравнения динамики движения в форме уравнений Лагранжа первого рода.

Работа [5] посвящена изучению движения материальной частицы по лопатке центробежного рассеивающего аппарата аналитическим способом, осуществлено численное интегрирование системы дифференциальных уравнений.

В работе [6] показано, что единственным путем повышения производительности разбрасывателя остается увеличения рабочей ширины захвата машины. В работе [7] приведен анализ конструкции агрегатов для разбрасывания удобрений. В статье [8] изложены результаты теоретических исследований рассеивания удобрений центробежными рабочими органами и приведены результаты экспериментальных исследований. Показано, что на рабочей ширине захвата до 33 метров неравномерность посева нитроаммофоски может достигать 14%.

Результаты исследования движения материальных частиц по поверхностям лопаток центробежных роторов широко освещены в работах В.П. Горячкина, Л.Б. Левенсона, Б.А. Берга, П.М. Василенко, П.М. Заики и многих других ученых. Тем не менее, возникают вопросы, требующие дополнительного изучения. Например, остаются до конца не изученными причины неравномерности покрытия почвы при разбрасывании твердых материалов.

Центробежные разбрасыватели удобрений обычно оборудованы двумя роторами, вращающимися в противоположных направлениях в плоскости, наклоненной под некоторым углом к горизонтальной поверхности. Основные преимущества таких аппаратов – высокая производительность и большая ширина орошаемой полосы.

Оба вращающихся диска оснащены прямолинейными лопатками, количество которых, как правило, равно четырем, но возможны и другие варианты. Диски ограждены по контуру кольцевыми стенками, препятствующими произвольному выбросу материала, но имеют окна для направленного выбрасывания частиц. Назовем часть круга, ограниченную радиусами на границах такого окна сектором выброса. Как известно, твердая частица, покидающая диск, имеет переносную скорость, касательную к окружности, и относительную скорость, направленную радиально. Возможен случай, когда эти две скорости равны, если не учитывать трения и частица начинает свой путь с центра круга с нулевой скоростью.

Ширина полосы захвата почвы, обрабатываемой центробежными разбрасывателями удобрений, намного больше, чем у других конструкций подобного назначения, что достигается за счет большой начальной скорости выбрасываемых частиц. Это одно из важнейших преимуществ таких разбрасывателей. Интенсивность покрытия почвы удобрением зависит от скорости движения агрегата в осевом направлении и производительности всей установки.

#### Литература

1. Черноволов В.А. Моделирование процессов распределения минеральных удобрений центробежными аппаратами монография / В.А. Черноволов, Т.М. Ужахов. – М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. гос. образ: зерноград [Рост. обл.], 2011. – 264 с.
2. Татьянченко Б. Я. Путешествие брахистохроны / Б. Я. Татьянченко, М. Я. Довжик, А.Н. Калнагуз. // Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». Минск «Беларуская навука». – 2018. – С. 274–281.
3. Шатохин В.М. Моделирование движения частицы грунта по шероховатой поверхности пространственной лопатки роторного грунтометателя / В.М. Шатохин, Н.В. Шатохина, А.Н. Попова // Строительство и техногенная безопасность. – Симферополь : СМКУ. – 2014. – Вып.48. – С. 201-210.
4. Семкив О. М. Исследование движения частицы грунта по лопатке с профилем оптимальной формы в поле центробежных сил инерции [Электронный ресурс] / О. М. Семкив, В.М. Шатохин, А. Н. Попова // Технічна естетика і дизайн.- 2012.- Вып. 11.- С. 165-174. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/texnect\\_2012\\_11\\_30](http://nbuv.gov.ua/UJRN/texnect_2012_11_30).
5. Адамчук В. В. Дослідження руху матеріальної частинки добрива при відцентровому розсіюванні / В. В. Адамчук, С. Ф. Пилипака, В. М. Бабка. // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету./ Наші видання/ ВНАУ/. – 2012. – С. 24–33.

6. Адамчук О. Теория разгона удобрений рассеивающим рабочим органом центробежного типа [Электронный ресурс] / О. Адамчук // Научни трудове на Русенския университет. – 2013. – Т. 52, серия 1. – С. 22–30. Режим доступа: <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp13/1.1/1.1-3.pdf>.
7. Прасолов Є. Я. Вдосконалення агрегату для розкидання мінеральних добрив / Є. Я. Прасолов, Є. В. Педора, Я. А. Бочарова // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. - 2013. - № 38 (1011). - С. 26–33. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vcpinrct\\_2013\\_38\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vcpinrct_2013_38_6).
8. Адамчук В. Математическая модель разбрасывания минеральных удобрений центробежным способом [Электронный ресурс] / В. Адамчук, В. Яременко, Н. Борис // Agricultural Engineering, Research Papers . Vol. 45 Issue 1, p6-14. 9p.. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <http://ageng.asu.lt/ae/article/download/14/28>.

УДК 631.12:635.21

### **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕРНОКОМПЛЕКСА**

**Колос В.А.<sup>1</sup>, к.т.н., Сапьян Ю.Н.<sup>1</sup>, Сулейманов М.И.<sup>1</sup>, к.т.н.,**

**Кабакова Е.Н.<sup>1</sup>, Ловкис В.Б.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент**

<sup>1</sup>ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Обработка урожая зерновых, зернобобовых, крупяных и других культур с получением зерновой, семенной и фуражной продукции базисных кондиций может насчитывать 32 варианта технологии – от «короткой», включающей только предварительную очистку, до «полной» с долгосрочным хранением [1]. В этой связи при организации работы зернокомплекса возникает проблема формирования оптимальных с позиции энергосбережения вариантов конфигурации поточных линий с учетом набора культур, влажности и засоренности зерноурожа, состояния и технического уровня оборудования, назначения и качества продукции. Энергосберегающая оптимизация зернокомплекса, как средство повышения его энергоэффективности (ЭЭ) и реализации потенциала энергосбережения (ППЭС), в научно-методической литературе освещена недостаточно. В данной статье рассмотрены вопросы алгоритмизированного вычисления и анализа критериев оптимизации в реальных производственных условиях.

Входные данные алгоритма – производительность и операционные расходы ТЭР машин, объемы обрабатываемого сырья и конечной продукции поточных линий обследуемого и базового комплекса определяются после верификации и актуализации схем линий и операционных карт приемки, размещения, обработки и хранения зерна. При возможном несоответствии расходов ТЭР машин данным техпаспортов, использовании традиционных и биологических топлив (ТТ и БТ) проводят выборочные опытные инструментальные измерения в ходе технологических операций. Показатели остальных машин, эксплуатируемых с соблюдением режимов и качества продукции, а также машин базового комплекса определяют по данным приборного учета и техдокументации. Для сопоставимости показателей обследуемого и базового комплексов исходную массу, влажность и засоренность зерноматериала принимают одинаковыми, а объемы продукции пересчитывают в плановые тонны (пл. т).

Выходными данными (показателями ЭЭ) являются начальные и прогнозируемые расходы и экономия ТЭР, прямая энергоемкость продукции, энергозатраты и ППЭС ТК. Вычислительный алгоритм следующий:

При использовании в поточной линии сушилки на ТТ его расход на  $s$ -ю продукцию  $t$ -й культуры, кВт·ч/пл. т вычисляется по формуле:

$$g_{Ttst} = g_{Tstz} M_{stz} / M_{st}, \quad (1)$$