ISSN 2073-0853
DOI 10.37670/2073-0853

Теоретический
и научно-практический
журнал

№ 2 (88) 2021

ИЗВЕСТИЯ

ОРЕНБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

IZVESTIA
Orenburg State Agrarian University
Theoretical and Scientific-Practical Journal



ISSN 2073-0853 DOI 10.37670/2073-0853-2021-88-2-1-290

2(88).2021

Известия

Оренбургского государственного аграрного университета

Главный редактор

В.А. Шахов, д-р техн. наук, профессор

Члены редакционного совета

Г.И. Бельков, д-р с.-х. наук, профессор, чл.-кор. РАН, Оренбург
И.М. Донник, д-р биол. наук, профессор, академик РАН, Москва
Г.В. Петрова, д-р с.-х. наук, профессор, Оренбург
С.А. Мирошников, д-р биол. наук, профессор, чл.-кор. РАН, Оренбург
С.А. Соловьёв, д-р техн. наук, профессор, чл.-кор. РАН, Москва
Б.Б. Траисов, д-р с.-х. наук, профессор, академик КазНАЕН, Уральск
А.А. Чибилёв, д-р геогр. наук, профессор, академик РАН, Оренбург
Ю.А. Юлдашбаев, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, Москва

Члены редакционной коллегии

В.И. Авдеев, д-р с.-х. наук, профессор, Оренбург
Е.М. Асманкин, д-р техн. наук, профессор, Оренбург
О.А. Быкова, д-р с.-х. наук, Екатеринбург
В.М. Горина, д-р с.-х. наук, Ялта
Н.Ф. Гусев, д-р биол. наук, профессор, Оренбург
Н.Н. Дубачинская, д-р с.-х. наук, профессор, Оренбург
Т.А. Иргашев, д-р с.-х. наук, Душанбе
А.Н. Квочко, д-р биол. наук, профессор, Ставрополь
В.О. Китиков, д-р техн. наук, Минск
М.М. Константинов, д-р техн. наук, профессор, Оренбург
В.И. Косилов, д-р с.-х. наук, профессор, Оренбург
О.В. Костюнина, д-р биол. наук, Дубровицы
Н.П. Крючин, д-р техн. наук, профессор, Самара
Т.С. Кубатбеков, д-р биол. наук, профессор, Москва
А.П. Ловчиков, д-р техн. наук, профессор, Челябинск
О.А. Ляпин, д-р с.-х. наук, профессор, Оренбург
С.Ш. Мамаев, д-р с.-х. наук, Бишкек
В.А. Милюткин, д-р техн. наук, профессор, Самара
И.В. Миронова, д-р биол. наук, профессор, Уфа
Е.Г. Насамбаев, д-р с.-х. наук, профессор, Уральск
Мунасингхе Джагат, PhD, Sabaragamuwa
В.Н. Никулин, д-р с.-х. наук, профессор, Оренбург
М.С. Норов, д-р с.-х. наук, профессор, Душанбе
В.М. Попов, д-р техн. наук, профессор, Челябинск
Ф.М. Раджабов, д-р с.-х. наук, профессор, Душанбе
И.А. Родин, д-р ветеринар. наук, профессор, Краснодар
С.М. Сулейманов, д-р ветеринар. наук, профессор, Воронеж
М.В. Сычёва, д-р биол. наук, Оренбург
В.Б. Троц, д-р с.-х. наук, профессор, Самара
Т.Д. Чортонбаев, д-р с.-х. наук, профессор, Бишкек
А.Ф. Шевхужев, д-р с.-х. наук, профессор, Ставрополь
В.Б. Щукин, д-р с.-х. наук, Оренбург

Периодическое печатное издание, журнал основан в январе 2004 года

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77 – 64406 от 31 декабря 2015 г., г. Москва

Журнал «Известия Оренбургского государственного аграрного университета» включён в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК (Приказ Президиума ВАК от 26.01.2018; http://vak.minobrnauki.gov.ru/)

Стоимость подписки – 1200 руб. за 1 номер журнала.

Индекс издания 20155. АО «Агентство «Роспечать», «Газеты и журналы»

Отпечатано в Оренбургском ГАУ

Учредитель и издатель
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет»

Редактор – Т.Л. Акулова
Корректор – Е.Н. Агеева
Вёрстка – Б.З. Хавин

Адрес редакции, издателя, типографии
460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.
Тел.: (3532) 77-61-43.
E-mail: red@orensau.ru

Подписано в печать 22.04.2021 г.
Дата выхода в свет 24.05.2021 г.
Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 33,9.
Тираж 100 экз.

Опубликованные материалы размещаются на сайтах Российской универсальной научной электронной библиотеки (https://www.elibrari.ru), ЭБС «Лань» (https://www.e.lanbook.com), Оренбургского ГАУ (https://www.osau.ru)

© ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 2021

ISSN 2073-0853 DOI 10.37670/2073-0853-2021-88-2-1-290

2(88).2021

Izvestia

Orenburg State Agrarian University

Editor-in-Chief

V.A. Shakhov, Dr. Tech. Sci., professor, Orenburg

Editorial Board

G.I. Belkov, Dr. Agr. Sci., professor, Corresponding Member of RAS, Orenburg
I.M. Donnik, Dr. Biol. Sci., professor, Academician RAS, Moscow
G.V. Petrova, Dr. Agr. Sci., professor, Orenburg
S.A. Miroshnikov, Dr. Biol. Sci., professor, Corresponding Member of RAS, Orenburg
S.A. Solovyov, Dr. Tech. Sci., professor, Corresponding Member of RAS, Moscow
B.B. Traisov, Dr. Agr. Sci., professor, Academician KNAS, Uralsk
A.A. Chibilyov, Dr. Geog. Sci., professor, Academician of RAS, Orenburg
Yu.A. Yuldashbaev, Dr. Agr. Sci., professor, Academician of RAS, Moscow

Members of the Editorial Board

V.I. Avdeev, Dr. Agr. Sci., professor, Orenburg
Ye.M. Asmankin, Dr. Tech. Sci., professor, Orenburg
O.A. Bykova, Dr. Agr. Sci., Ekaterinburg
V.M. Gorina, Dr. Agr. Sci., Yalta
N.F. Gusev, Dr. Biol. Sci., professor, Orenburg
N.N. Dubachinskaya, Dr. Agr. Sci., professor, Orenburg
T.A. Irgashev, Dr. Agr. Sci., Dushanbe
A.N. Kvochko, Dr. Biol. Sci., professor, Stavropol
V.O. Kitikov, Dr. Tech. Sci., Minsk
M.M. Konstantinov, Dr. Tech. Sci., professor, Orenburg
V.I. Kosilov, Dr. Agr. Sci., professor, Orenburg
O.V. Kostyunina, Dr. Biol. Sci., Dubrovitsy
N.P. Kryuchin, Dr. Tech. Sci., professor, Samara
T.S. Kubatbekov, Dr. Biol. Sci., professor, Moscow
A.P. Lovchikov, Dr. Tech. Sci., professor, Chelyabinsk
O.A. Lyapin, Dr. Agr. Sci., professor, Orenburg
S.Sh. Mamaev, Dr. Agr. Sci., Bishkek
V.A. Milytkin, Dr. Tech. Sci., professor, Samara
I.V. Mironova, Dr. Biol. Sci., professor, Ufa
E.G. Nasambaev, Dr. Agr. Sci., professor, Uralsk
Munasingkhe Dzhagat, PhD, Sabaragamuwa
V.N. Nikulin, Dr. Agr. Sci., professor, Orenburg
M.S. Norov, Dr. Agr. Sci., professor, Dushanbe
V.M. Popov, Dr. Tech. Sci., professor, Chelyabinsk
F.M. Rajabov, Dr. Agr. Sci., professor, Dushanbe
I.A. Rodin, Dr. Vet. Sci., professor, Krasnodar
S.M. Suleimanov, Dr. Vet. Sci., professor, Voronezh
M.V. Sycheva, Dr. Biol. Sci., Orenburg
V.B. Trots, Dr. Agr. Sci., professor, Samara
T.D. Chortonbaev, Dr. Agr. Sci., professor, Bishkek
A.F. Shevkhuzhev, Dr. Agr. Sci., professor, Stavropol
V.B. Shchukin, Dr. Agr. Sci., Orenburg

Periodical founded in January 2004

Registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Mass Communication and Information Technologies (ROSKOMNADZOR)

MM Registration Certificate: PI #FS77 – 64406 of December 2015, Moscow

The journal «Izvestia of the Orenburg State Agrarian University» is included in the List of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission (Order of the Presidium of the Higher Attestation Commission dated January 26, 2018; http://vak.minobrnauki.gov.ru/)

Subscription cost – 1200 rbl. per issue

Publication index 20155
SC "Rospechat" Agency,
"Newspapers and Journals"

Printed in the OSAU

Constituter and Publisher
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University"

Editor – T.L. Akulova
Corrector – E.N. Ageeva
Make-up – B.Z. Khavin

Address Editorial office, Printing House
18, Chelyuskintsev St. Orenburg 460014.
Tel.: (3532) 77-61-43.
E-mail: red@orensau.ru

Published materials are posted on the websites of the Russian Universal Scientific Electronic Library (https://www.elibrari.ru), ELS "Lan" (https://www.e.lanbook.com), Orenburg State Agrarian University (https://www.orensau.ru)

© FSBEI HE "Orenburg State Agrarian University", 2021

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

Д.В. Митрофанов, Т.А. Ткачёва
Продуктивность зернопаровых севооборотов в зависимости от содержания подвижных форм питательных веществ на чернозёмах южных Оренбургского Зауралья 9

Ю.А. Кузыченко
Внедрение различных систем обработки почвы по комплексному показателю в зоне Центрального Предкавказья 14

Н.А. Максютов, А.А. Зоров, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан, Н.А. Зенкова
Холодная засуха в степном Оренбуржье и её влияние на урожайность сельскохозяйственных культур 18

А.С. Моторин
Оттаивание торфяных почв Северного Зауралья.....24

М.И. Рычкова, Е.Н. Нежинская, С.А. Тарадин
Влияние способа основной обработки почвы и предшественника озимой пшеницы на агрофизические, водные свойства почвы и урожайность в условиях эрозионно-опасного склона.....28

В.И. Ковтун, Л.Н. Ковтун
Новый конкурентный адаптивный сорт пшеницы мягкой озимой универсального типа Чародей 33

Т.А. Тимошенкова
Поражённость сортообразцов ярового ячменя *Ustilago hordei* (Pers.) в условиях степи Оренбургского Предуралья 38

А.Н. Кузьминых
Влияние систем предпосевной обработки почвы на урожайность ярового ячменя.....42

Д.И. Ерёмин, М.Н. Моисеева
Сортовая отзывчивость овса на минеральные удобрения в условиях Северного Зауралья 45

Ф.А. Давлетов, И.И. Ахмадуллина, К.П. Гайнуллина
Результаты изучения сортов сои в условиях Республики Башкортостан 49

В.П. Лухменёв
Влияние страховых гербицидов на зерновую продуктивность гибридов кукурузы в Поволжье и на Южном Урале.....55

Е.Н. Нежинская, М.И. Рычкова, С.А. Тарадин, А.В. Мищенко
Влияние основной обработки почвы на накопление влаги в посевах кукурузы на склонах чернозёмов обыкновенных Ростовской области 62

И.В. Сатункин, А.А. Григорьев
Структура урожая картофеля в зависимости от способа основной обработки чернозёма южного и норм удобрений при капельном орошении 67

Е.В. Павлова, Е.В. Красильникова, В.А. Моторина, Т.В. Тарабукина
Формирование адаптивных агрофитоценозов земляники садовой в условиях Республики Коми 72

Е.А. Тишкина
Устойчивость лекарственного вида *Rosa acicularis* в условиях урбаносферы г. Радужного Ханты-Мансийского автономного округа.....77

Л.А. Тухватуллина
К биологии *Allium lusitanikum* Lam. в Южно-Уральском ботаническом саду-институте 82

Р.М. Османов, А.Н. Алибегова
Оценка влияния экологических факторов на изменчивость морфологических признаков и содержание фенольных соединений *Matthiola odoratissima* (левкой душистый) в предгорных условиях Дагестана.....85

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.Х. Габаев, А.А. Мишхожев
Устойчивость и глубина хода дискового сошника.....91

Н.А. Ринас, Е.М. Юдина, К.М. Глытян
Проблемы и перспективы уборки зерновых культур самоходными комбайнами.....94

А.П. Ловчиков, С.Н. Кулагин
Теоретический аспект комбинации решёт системы очистки зерноуборочного комбайна 98

И.Е. Припоров, М.Х. Аушев
Способ сортирования семян подсолнечника для приготовления жмыха 102

Т.В. Панова, М.В. Панов
Определение конструктивно-режимных параметров пневмотранспортёра для зерносушилки.....106

А.В. Старцев, С.В. Романов, И.И. Сторожев, Т.Е. Алушкин
Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов путём применения водной инжекции во впускной коллектор двигателя.....109

В.Г. Петько, М.А. Христиановская, А.В. Кузьмин
Устройства для обжарки зерна и семян при производстве белковых продуктов и кормов 113

А.Ю. Попенко
Теоретические исследования движения частицы удобрения в закрытом наклонном воздушном канале 118

Ю.А. Кузыченко
Технологические параметры почв и их обработка под подсолнечник в Центральном Предкавказье.....122

А.В. Козлов, С.В. Нетёсов, Н.О. Ренев
Анализ показателей влияния искусственного освещения на рост и развитие меристемных растений *Solanum tuberosum* L. сорта Розара.....126

CONTENTS

AGRONOMY

D.V. Mitrofanov, T.A. Tkacheva
Productivity of soil-protective crop rotations depending on the content of mobile forms of nutrients in the southern chernozems of the Orenburg Trans-Urals 9

Yu.A. Kuzychenko
Implementation of various soil cultivation systems for a complex indicator in the Central Ciscaucasia zone 14

N.A. Maksyutov, A.A. Zorov, V.Yu. Skorokhodov, D.V. Mitrofanov, Yu.V. Kaftan, N.A. Zenkova
Cold drought in the steppe Orenburg region and its impact on the yield of agricultural crops 18

A.S. Motorin
Thawing of peat soils in the Northern Trans-Urals.....24

M.I. Rychkova, E.N. Nizhinskaya, S.A. Taradin
The influence of the method of basic tillage and the precursor of winter wheat on the agrophysical, water properties of the soil and yield in the conditions of an erosion-dangerous slope 28

V.I. Kovtun, L.N. Kovtun
New competitive adaptive variety of soft spring wheat universal type Charodey 33

T.A. Timoshenkova
Infestation of varietal samples of spring barley *Ustilago hordei* (Pers.) in the conditions of the steppe of the Orenburg Urals.....38

A.N. Kuzminykh
Influence of pre-sowing tillage systems on the yield of spring barley 42

D.I. Eremin, M.N. Moiseeva
Varietal responsiveness of oats to mineral fertilizers in the Northern Trans-Urals 45

F.A. Davletov, I.I. Akhmadullina, K.P. Gainullina
The results of studying soybean cultivars in the conditions of the Republic of Bashkortostan.....49

V.P. Lukhmenev
Influence of insurance herbicides on grain productivity of corn hybrids in the Volga region and in the South Urals.....55

E.N. Nezhinskaya, M.I. Rychkova, S.A. Taradin, A.V. Mishchenk
Influence of the main tillage on the accumulation of moisture in corn crops on the slopes of ordinary chernozems of the Rostov region 62

I.V. Satunkin, A.A. Grigoriev
The structure of the potato yield, depending on the method of the main processing of the southern chernozem and fertilizer rates with drip irrigation.....67

E.V. Pavlova, E.V. Krasilnikova, V.A. Motorina, T.V. Tarabukina
Formation of adaptive agrophytocenoses of garden strawberries in the conditions of the Komi Republic.....72

E.A. Tishkina
Resistance of the medicinal species *Rosa acicularis* in the urbanosphere of Raduzhny Khanty-Mansi Autonomous Okrug 77

L.A. Tukhvatullina
To biology of *Allium lusitanikum* Lam. at the South-Ural botanical garden-institute 82

R.M. Osmanov, A.N. Alibegova
Assessment of the influence of environmental factors on the variability of morphological characters and the content of phenolic compounds *Matthiola odoratissima* in the foothill conditions of Dagestan.....85

TECHNICAL SCIENCES

A.H. Gabaev, A.A. Mishkhozhev
Stability and travel depth of the disc cutter.....91

N.A. Rinas, E.M. Yudina, K.M. Glytyan
Problems and prospects of harvesting grain crops by self-propelled combines.....94

A.P. Lovchikov, S.N. Kulagin
Theoretical aspect of the combination solution of the cleaning system of the grain combine 98

I.E. Priporov, M.H. Aushev
Method of sorting sunflower seeds for the preparation of cake.....102

T.V. Panova, M.V. Panov
Determination of design and operating parameters of a pneumatic conveyor for a grain dryer 106

A.V. Startsev, S.V. Romanov, I.I. Storozhev, T.E. Alushkin
Improving the efficiency of the use of machine and tractor units by applying water injection into the intake manifold of the engine.....109

V.G. Petko, M.A. Khristianovskaya, A.V. Kuzmin
Devices for roasting grain and seeds in production protein products and feed.....113

A.Yu. Popenko
Theoretical studies of the movement of a fertilizer particle in a closed inclined air duct.....118

Yu.A. Kuzychenko
Technological parameters of soils and their processing under sunflower in the Central Ciscaucasia.....122

A.V. Kozlov, S.V. Netesov, N.O. Renev
Analysis of indicators of the influence of artificial lighting on the growth and development of meristemic plants *Solanum tuberosum* L. cv. Rosara.....126

A.S. Vtornikov, S.N. Markov, A.A. Shuravin, S.S. Us, E.E. Kuznetsov, S.V. Shchitov
A method for correcting the traction-coupling properties of a wheeled power unit in a turn.....129

Научная статья
УДК 631.8

Теоретические исследования движения частицы удобрения в закрытом наклонном воздушном канале

Александр Юрьевич Попенко
Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской аграрный университет»

Аннотация. Эффективность изучения энергосберегающих приёмов внесения заданных доз концентрированных органических удобрений (КОУ) со специфичными физико-механическими свойствами в различных почвенно-климатических условиях России при возделывании сельскохозяйственных культур актуальна на сегодняшний день. В практическом исполнении используются разбрасыватель с высевающим аппаратом броскового типа. Недостатком существующих разбрасывающих рабочих органов является несоответствие их конструкции по физико-механическим свойствам КОУ. В результате наблюдается неравномерность внесения удобрений – 25 %. Объектом исследования стал экспериментальный разбрасыватель типа МВУ (РУМ) для поверхностного внесения удобрений по поверхности поля с дозой внесения удобрений от 1 до 4 т/га, оснащённый донным транспортёром и пневмоцентробежным распределяющим рабочим органом. Недостатком пневмоцентробежного рабочего органа является неравномерность в граничных зонах внесения удобрения между дисковым аппаратом и пневматическим выбросом. Данный недостаток устраняется путём внедрения в пневматический жёлоб регулирующих заслонок, регулирующих потоки вносимых удобрений. В результате исследования получены математические зависимости, описывающие процесс движения частицы и её выброса из закрытого наклонного воздушного канала с учётом изменения угла наклона от 15° до 45°, и регулирующей задвижки с углом наклона от 0° до 10°. Определены траектории

метания частиц в воздушном пространстве с учётом сопротивления воздуха. Установлено, что с учётом парусности и сопротивления воздушной среды дальность полёта частицы составляет от 7,72 до 9,34 м. Показатель эффективности технологической машины в сочетании с механическим и пневматическим воздействием на частицу удобрений при внесении даст желаемый результат, т.е. качественное распределение удобрений независимо от их гранулометрического состава и характеристик.

Ключевые слова: воздушный поток, регулирующая задвижка, разбрасыватель удобрений, концентрированное органическое удобрение, воздушный канал.

Для цитирования: Попенко А.Ю. Теоретические исследования движения частицы удобрения в закрытом наклонном воздушном канале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 118–122.

Original article

Theoretical studies of the movement of a fertilizer particle in a closed inclined air duct

Alexander Yu. Popenko
Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of the Don Agrarian University

Abstract. Therefore, the effectiveness of studying energy-saving methods of applying given doses of concentrated organic fertilizers (COF) with specific physical and mechanical properties in various soil and climatic conditions in Russia during the cultivation of agricultural crops is relevant today. In practical implementation, a spreader with a throw-type sowing device is used. The disadvantage of the existing spreading working bodies is the discrepancy between their design in terms of the physical and mechanical properties of the KOU. As a result, there is an uneven fertilization – 25 %. The object of the study is an experimental spreader of the type (RUM, MVU) for surface application of fertilizers on the surface of the field with a dose of fertilization from 1 to 4 t/ha, equipped with a bottom conveyor and pneumatic centrifugal distributing working body. The disadvantage of the pneumatic centrifugal working body is the unevenness in the boundary zones of fertilization between (disk apparatus and pneumatic discharge). This disadvantage is eliminated by introducing regulating dampers into the pneumatic chute that regulate the flow of fertilizers applied. As a result of the study, mathematical relationships were obtained that describe the process of particle motion and its ejection from a closed inclined air channel, taking into account the change in the angle of inclination from 15° to 45°, and a control valve with an angle of inclination from 0° to 10°. The trajectories of particle throwing in the air space were determined taking into account the air resistance. It has been established that, taking into account windage and air resistance, the flight range of a particle is from 7.72 to 9.34 m.e. qualitative distribution of fertilizers regardless of their particle size distribution and characteristics.

Keywords: air flow, control valve, fertilizer spreader, concentrated organic fertilizer, air duct.

For citation: Popenko A. Yu. Theoretical studies of the movement of a fertilizer particle in a closed inclined air duct. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 88(2): 118–122. (In Russ.).

В настоящее время значительно снизились объёмы внесения органических удобрений, что негативно сказывается на почвенном плодородии. Для повышения почвенного плодородия эффективным является внесение концентрированных органических удобрений, разновидностью которых является удобрение марки «Агровит-Кор», обладающее пылевидной структурой (более 90 % частиц составляют размер до 1 мм, влажность 45–55 %) [1–4].

Ввиду несоответствия конструкции разбрасывающих органов серийных машин физико-механическим свойствам концентрированных органических удобрений (КОУ) качественное внесение их весьма затруднено.

Для решения данной задачи предлагается конструкция технологической машины с пневмоцентробежным рабочим органом, обеспечивающей дозы внесения КОУ от 1 до 4 т/га на базе серийных машин типа МВУ (РУМ) [1, 3].

Целью исследования является теоретическое обоснование движения частицы удобрения при пневматическом выбросе её из технологической машины в закрытом наклонном канале.

Материал и методы. Лабораторная установка для внесения КОУ (рис. 1) содержит вентилятор высокого давления (1), загрузочное устройство (2), воздуховод (3), с возможностью изменения угла наклона к горизонту 15°, 30° и 45°, с установленной в нём регулировочной заслонкой (4).

Распределение удобрения задаётся с помощью угла наклона воздуховода в диапазоне 15°, 30° и 45°. Полное управление качеством внесения удобрений достигается внедрением подвижной регулирующей заслонки в воздуховоде, которая позволяет изменять траекторию полёта частиц удобрения за счёт изменения её угла наклона, обеспечивая равномерное распределение удобрений по поверхности поля в зоне стыковки выбросов между высевающим дисковым и пневматическим внесением.

В качестве исходных параметров был взят стандартный воздуховод прямоугольного сечения с регулирующей заслонкой у нижнего основания. Воздушный поток осуществляется с помощью вентилятора высокого давления.

Результаты исследования. Принято допущение, что скорость воздушного потока по

сечению воздуховода равномерная. При попадании частицы удобрения с донного транспортёра в воздуховод наблюдается закрученный воздушный поток под воздействием внешних сил (аэродинамического сопротивления среды $F_в$ и силы тяжести G), а также с учётом размеров частицы удобрений.

Учитываемый диаметр частицы удобрения достаточно мал. Плотность воздуха значительно меньше плотности частицы удобрения, подъёмная сила которого обусловлена вращением частицы удобрения при движении в воздушном потоке, меняет траекторию по направлению к угловой скорости вращения частицы [5–8] (рис. 2).

Полёту частицы с вращением по часовой стрелке (рис. 2 А), по восходящей ветви траектории препятствуют силы лобового сопротивления воздуха (R) и силы тяжести частицы (G). Равнодействующая (Q) сил (R) и (G) может быть разложена на силы, стремящиеся опустить частицу (P_2) до (Q_2), т.е. уменьшить высоту подъёма и силу (Q_1), тормозящую метание частицы по горизонтальной плоскости. Также возникает подъёмная сила (P). Сила (P_1) стремится уменьшить влияние силы (Q_1), т.е. увеличить дальность бросания частицы. Следовательно, при полёте частиц по восходящей ветви траектории и вращении по часовой стрелке под действием подъёмной силы (P) может уменьшаться высота метания.

Полёт частицы по нисходящей ветви траектории показан на рисунке 2 Б. Под действием подъёмной силы (P) частица опускается по более крутой траектории.

Частица удобрения, движущаяся в потоке воздуха при контакте с регулируемой заслонкой, отражается от неё с прежней по величине и противоположной по направлению скоростью. Под воздействием подъёмной силы (P) частица опускается по более крутой траектории [9].

Уравнение движения центра масс одиночной частицы можно записать в виде [5]:

$$\rho V \frac{dv}{dt} = \sum_{i=1}^{N} F_i , \qquad (1)$$

где ρ – средняя плотность частицы;

V – объём частицы;

$\sum_{i=1}^{N} F_i$ – главный вектор внешних действующих сил.

Сила тяжести вычисляется по формуле [7]:

$$P = \rho V g . \qquad (2)$$

Посредством электронно-вычислительной программы Mathcad была рассчитана траектория метания частиц в пространстве с учётом сопротивления среды и заданного угла регулирующей задвижки.

Известно, что при пневматическом выбросе из воздуховода частица удобрения движется по более крутой параболической траектории с учётом сопротивления окружающей среды [10–12] и с уменьшением дальности полёта частицы.

Дальность полёта частиц удобрений определяется по формуле:

$$L = \frac{v^2}{g} \cdot \sin 2\alpha , \qquad (3)$$

где v – начальная скорость метания частицы;

α – угол наклона к горизонту касательной к траектории в начале свободного метания частицы.

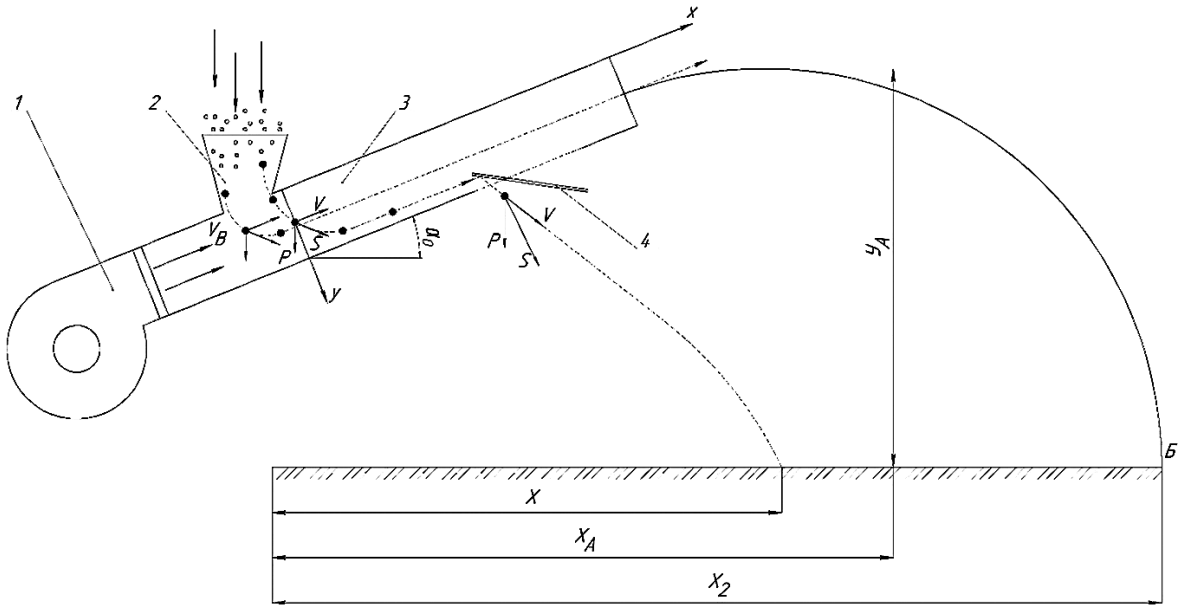


Рис. 1 – Схема движения частицы при разделении в нелинейном воздушном потоке при столкновении регулировочной заслонки:
1 – вентилятор высокого давления; 2 – загрузочное устройство; 3 – воздуховод; 4 – регулировочная заслонка

Изменяя угол наклона воздуховода до 15°, 30° и 45° и угол регулируемой задвижки до 10°, 5° и 0° к горизонтальной плоскости поля, с учётом лобового сопротивления воздуха, силы тяжести и подъёмной силы (при начальной скорости потока на выходе, равной 15,3 м/с), на основе выражения (3) определили дальность полёта частиц удобрений в воздушном пространстве (рис. 3).

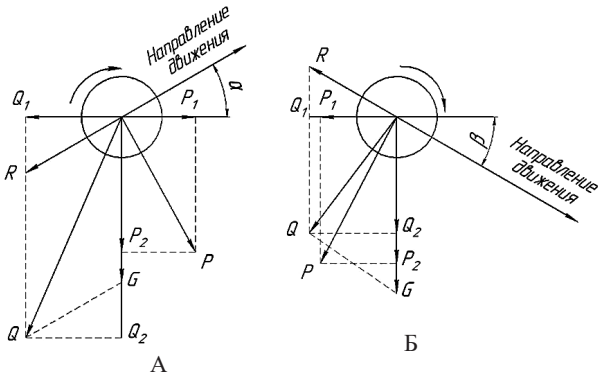


Рис. 2 – Действие сил на частицу с вращением: А – по восходящей ветви траектории; Б – по нисходящей ветви траектории в процессе контакта с регулирующей заслонкой

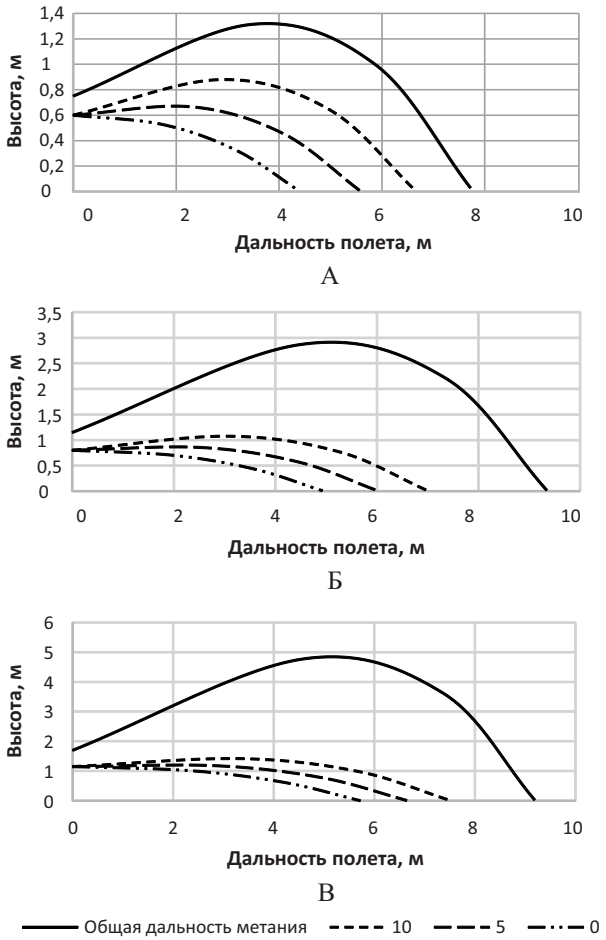


Рис. 3 – Траектории метания частиц удобрения в воздушном пространстве с учётом силы сопротивления и парусности: 15° (А); 30° (Б); 45° (В)

1. Результаты расчёта дальности полёта частиц, м

Угол наклона воздуховода	Дальность метания частицы	Угол наклона регулируемой задвижки		
		10°	5°	0°
15°	7,72	6,66	5,56	4,4
30°	9,34	6,99	6,01	4,92
45°	9,19	7,48	6,64	5,72

При сравнении полученных результатов установлено, что при 15° наклона воздуховода дальность метания частиц с использованием регулирующей задвижки при угле наклона 0° ниже по сравнению с использованием угла наклона при 30° и 45° (табл. 1). Таким образом, наиболее целесообразно использование при минимальном угле наклона насадки и регулирующей задвижки с дальностью полёта частицы 7,72 и 4,4 м.

Выводы. Проведённым исследованием установлено, что дальность полёта частицы зависит от аэродинамических свойств удобрений и угла установки жёлоба. С изменением угла наклона от 15° до 45° дальность полёта частицы составляет от 7,72 до 9,34 м.

Дальностью полёта частиц определяются общая и рабочая ширина внесения удобрений и качество их распределения по ширине и ходу движения агрегата, а также дозы внесения удобрений.

Литература

1. Пат. RU № 196608. Разбрасыватель минеральных и концентрированных органических удобрений / А.М. Бондаренко, А.Ю. Попенко, Л.С. Качанова, А.Н. Головко. ФГБОУ ВО ДонГАУ. Заяв. № 2019132750 от 14.10.2019 г., опубл. 06.03.2020 г. Бюл. № 7.

2. Качанова Л.С. Управление технологическими процессами производства и применения органических удобрений в аграрном секторе экономики: монография / Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской ГАУ». Зерноград, 2016. 207 с.

3. Бондаренко А.М., Качанова Л.С. Технология и технические средства производства и применения органических удобрений: монография. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», 2016. 224 с.

4. Bondarenko A.M., Savkin V.I., Shelkovnikov S.A., Kachanova L.S. Approaches to the economic evaluation of elements of organic agricultural production of innovative type // Astra Salvensis. 2019. Т. 7. № S1.

5. Матвиенко О.В., Андропова А.О. Исследование движение частицы в потоке жидкости вблизи подвижной стенки // Вестник Томского государственного университета. 2015. № 4 (36). С. 85–92.

6. Исследование движение частицы в потоке жидкости вблизи подвижной стенки / О.В. Матвиенко, А.О. Андропова, А.В. Андриасян [и др.] // Вестник Томского государственного университета. 2018. № 52. С. 75–88.

7. Wang Y., Sierakowski A., Prosperetti A. Rotational dynamics of a particle in a turbulent stream // Physical Review Fluids. 2019. № 4 (6).

8. Fukada T., Takeuchi S., Kajishima T. Effects of curvature and vorticity in rotating flows on hydrodynamic

forces acting on a sphere // International Journal of Multiphase Flow.2014.№ 58: P. 292–300.

9. Бодретдинов И.Д., Мударисов С.Г. Научное обоснование и совершенствование пневматических систем сельскохозяйственных машин на основе моделирования технологического процесса // Вестник НГИЭИ. 2019. № 9 (100). С. 5–16.

10. Цепляев А.Н., Перепелкин М.А., Цепляев В.А. Парусный классификатор для определения критической скорости частиц зернового вороха // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 3 (23). С. 203–205.

11. Закономерности разделения минералов на наклонной плоскости фрикционного сепаратора / С.А. Ляпцев, В.Я. Потапов, В.В. Потапов [и др.] // Известия Уральского государственного горного университета. 2014. № 2 (34). С. 36–40.

12. Программа ЭВМ № 2015615331. Расчёт дальностей метания частиц сыпучего тела как функции случайного аргумента – коэффициента парусности / В.А. Черноволов, В.А. Луханин. ФГБОУ ВО ДонГАУ. Заявка № 2015612484 от 15.05.2015 г., опубл. 20.06.2015 г. Бюл. № 6.

Александр Юрьевич Попенко, соискатель. Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет». Россия, 347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21, PopenkoAlexander@yandex.ru

Alexander Yu. Popenko, research worker. Azov-Black Sea Engineering Institute – a branch of the Don State Agrarian University. 21, Lenin St., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia, PopenkoAlexander@yandex.ru