

ISSN 1728-7936

ВЕСТНИК

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Московский государственный
агроинженерный университет
имени В.П. Горячкина»**

Научный журнал

Основан в 2003 году
Периодичность: 6 номеров в год

№ 1 (71)
ЯНВАРЬ–ФЕВРАЛЬ
2016

Москва

ISSN 1728-7936

VESTNIK

OF FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION
“**Moscow State Agroengineering University
named after V.P. Goryachkin**”

Scientific Journal

Founded in 2003

Publication Frequency: 6 issues per year

№ 1 (71)
JANUARY–FEBRUARY
2016

Moscow

УДК 378.4(066):63+631.3.004.5+
(631.171:621.31)+631.145
ББК 74.58+40.7+ 65.32
В 378

Учредитель и издатель
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева

Журнал рекомендован экспертным советом ВАК
для публикации основных научных результатов
диссертаций на соискание ученой степени доктора
и кандидата наук

ISSN 1728-7936

В Е С Т Н И К

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Московский государственный агроинженерный
университет имени В.П. Горячкина»

№ 1 (71) /2016

Рецензенты:

Алдошин Н.В., доктор технических наук
Андреев С.А., кандидат технических наук
Балабанов В.И., доктор технических наук
Белов М.И., доктор технических наук
Герасенков А.А., доктор технических наук
Глухонюк Н.С., доктор психологических наук
Голубев И.Г., доктор технических наук
Дидманидзе О.Н., член-корреспондент РАН, доктор технических наук
Евграфов В.А., доктор технических наук
Иванов Ю.Г., доктор технических наук
Кобозева Т.П., доктор сельскохозяйственных наук
Косырев В.П., доктор педагогических наук
Кузьмин В.Н., доктор экономических наук
Лысенко Е.Г., член-корреспондент РАН, доктор экономических наук
Морозов Н.М., академик РАН, доктор экономических наук
Новиков Д.А., член-корреспондент РАН, доктор технических наук
Федоров В.А., доктор педагогических наук
Шевченко В.А., доктор сельскохозяйственных наук
Шевчук В.Ф., доктор педагогических наук

Главный научный редактор:

Ерохин М.Н., академик РАН, доктор технических наук, профессор

Редакционный совет:

Дорохов А.С., доктор технических наук, – заместитель главного научного редактора
Водяников В.Т., доктор экономических наук, профессор, – заместитель главного научного редактора
Кубрушко П.Ф., член-корреспондент РАО, доктор педагогических наук, – заместитель главного научного редактора
Алдошин Н.В., доктор технических наук, профессор
Бердышев В.Е., доктор технических наук, профессор
Деянин С.Н., доктор технических наук, профессор
Загинайлов В.И., доктор технических наук, профессор
Казанцев С.П., доктор технических наук, профессор
Кобозева Т.П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Кошелев В.М., доктор экономических наук, профессор
Левшин А.Г., доктор технических наук, профессор
Марковская В.И., кандидат филологических наук, доцент
Назарова Л.И., кандидат педагогических наук, доцент
Силайчев П.А., доктор педагогических наук, профессор
Скорородов А.Н., доктор технических наук, профессор
Судник Ю.А., доктор технических наук, профессор
Тенчурина Л.З., доктор педагогических наук, профессор
Худякова Е.В., доктор экономических наук, профессор
Чумаков В.Л., кандидат технических наук, профессор
Чутчева Ю.В., доктор экономических наук

Иностранные члены редакционного совета:

Абдыров А.М., доктор педагогических наук, профессор, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Казахстан
Баффингтон Дение, профессор, доктор наук, Департамент сельскохозяйственной техники, Университет Штата Пенсильвания, США
Буксман В.Э., кандидат технических наук, директор по экспорту компании «Амазонен Верке», Германия
Куанто Фредерик, профессор, Высший национальный институт аграрных наук, продовольствия и окружающей среды (АгроСюп, Дижон), Франция
Миклуш В.П., кандидат технических наук, профессор, декан факультета «Технический сервис», Белорусский государственный аграрно-технический университет, Беларусь
Билек Мартин, кандидат педагогических наук, профессор университета в г. Крелов, Чехия

Свидетельство о регистрации средства
массовой информации ПИ № ФС 77-60739
от 09 февраля 2015 г.

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016
© Издательство РГАУ-МСХА, 2016

УДК 378.4(066):63+631.3.004.5+
(631.171:621.31)+631.145
ББК 74.58+40.7+ 65.32
В 378

Founder and Publisher
Federal State Budget Establishment
of Higher Education – “Russian Timiryazev
State Agrarian University”

*The Journal is recommended by the expert board
of the State Commission for Academic Degrees
and Titles) for publishing of the principal research
results reported in PhD and Doctoral thesis*

ISSN 1728-7936

VESTNIK

**OF FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION
“Moscow State Agroengineering University named
after V.P. Goryachkin”**

№ 1 (71) /2016

Reviewers:

Aldoshin N.V., Doctor of Engineering
Andreev S.A., PhD in Engineering
Balabanov V.I., Doctor of Engineering
Belov M.I., Doctor of Engineering
Gerasenkov A.A., Doctor of Engineering
Glukhanyuk N.S., Doctor of Psychology
Golubev I.G., Doctor of Engineering
Didmanidze O.N., Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences,
Doctor of Engineering
Yevgrafov V.A., Doctor of Engineering
Ivanov Yu.G., Doctor of Engineering
Kobozeva T.P., Doctor of Agricultural
Kosyreva V.P., Doctor of Education
Kuz'min V.N., Doctor of Economics
Lysenko E.G., Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences,
Doctor of Economics
Morozov N.M., Member of the Russian
Academy of Sciences, Doctor of Economics
Novikov D.A., Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences,
Doctor of Engineering
Fedorov V.A., Doctor of Education
Shevchenko V.A., Doctor of Agricultural
Shevchuk V.F., Doctor of Education

Chief Science Editor:

Erokhin M.N., Member of the Russian Academy of Sciences,
Doctor of Engineering, Professor

Editorial board:

Dorokhov A.S., Doctor of Engineering – Deputy Chief Scientific Editor
Vodyannikov V.T., Doctor of Economics, Professor – Deputy Chief
Scientific Editor
Kubrushko P.F., Corresponding Member of the Russian Academy
of Education, Doctor of Education – assistant of chief scientific editor
Aldoshin N.V., Doctor of Engineering, Professor
Berdyshev V.Ye., Doctor of Engineering, Professor
Devyanin S.N., Doctor of Engineering, Professor
Zaginailov V.I., Doctor of Engineering, Professor
Kazantsev S.P., Doctor of Engineering, Professor
Kobozeva T.P., Doctor of Agricultural, Professor
Koshelev V.M., Doctor of Economics, Professor
Levshin A.G., Doctor of Engineering, Professor
Markovskaya V.I., PhD (Phil), Associate Professor
Nazarova L.I., PhD (Ed), Associate professor
Silaichev P.A., Doctor of Education, Professor
Skorokhodov A.N., Doctor of Engineering, Professor
Sudnik Yu. A., Doctor of Engineering, Professor
Tenchurina L.Z., Doctor of Education, Professor
Khudyakova Ye.V., Doctor of Economics, Professor
Chumakov V.L., PhD (Eng), Professor
Chutcheva Yu.V., Doctor of Economics

Foreign members of the editorial board:

Abdyrov A.M., Doctor of Education, Professor, Kazakh Agrotechnical
University named after S. Seifullin, Kazakhstan
Buffington Dennis, PhD, P.E., Professor and Department Head,
Department of Agricultural and Biological Engineering, Pennsylvania
State University, USA
Buxmann V.E., PhD (Eng), Export Director of Amazonen-Werke,
Germany
Cointault Frédéric, Professor, National Institute of Higher Education
in Agronomy, Food and Environmental Sciences (AgroSup Dijon), France
Miklush V.P., PhD (Eng), Professor, Dean of Farm Machinery Service
Faculty, Belarusian State Agrarian Technical University, the Republic
of Belarus
Bilek Martin, PhD (Ed), Professor of Charles University, the Czech
Republic

The mass media registration certificate
ПИ № ФС 77-60739 of the 9th of February,
2015

- © Federal State Budgetary Establishment of Higher Education –
Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy
named after K.A. Timiryazev, 2016
- © Publishing House of Russian State Agrarian University – Moscow
Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

<i>Алдошин Н.В., Золотов А.А., Цыгуткин А.С., Лылин Н.А., Малла Бахаа</i> Уборка смешанных посевов зерновых культур методом очёса	7
<i>Игнаткин И.Ю.</i> Оценка эффективности рекуперации теплоты в свиарнике-откормочнике ООО «Фирма Мортадель»	14
<i>Бондаренко А.М., Качанова Л.С.</i> Перспективные технологии переработки навоза в концентрированные органические удобрения	20

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

<i>Чупятов Н.Н.</i> Применение карбидосодержащих материалов, полученных из газовой фазы для упрочнения деталей сельскохозяйственной техники	29
<i>Павлов А.Е., Сорокин С.В., Павлова Л.А.</i> Трёхпараметрическая модель роботизированного укладчика штучных продуктов	33
<i>Симоненко А.Н.</i> Тягово-приводная характеристика машинно-тракторного агрегата	37
<i>Перевозчикова Н.В., Родченков Д.А., Грибов И.В.</i> Оценка потребительских свойств тракторов Джон Дир	40
<i>Майстренко Н.А., Уваров В.П.</i> Потребительские ориентиры эффективного использования перспективных транспортно-технологических средств	44

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

<i>Судник Ю.А., Андреев С.А.</i> Анализ и синтез автоматических систем мобильных сельскохозяйственных агрегатов	51
<i>Андреев С.А., Загинайлов В.И., Мещанинова П.Л.</i> Повышение эффективности регенерации силикагеля в адсорбционных осушителях воздуха	57

CONTENTS

FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

<i>Aldoshin N.V., Zolotov A.F., Tsygutkin A.S., Lylin N.A., Malla Bahaa</i> Harvesting of mixed grain crops with stripper header	7
<i>Ignatkin I.Yu.</i> Evaluation of heat recovery efficiency in feeding pigsty of LLC "Firma Mortadel"	14
<i>Bondarenko A.M., Kachanova L.S.</i> Advanced technologies for processing livestock manure into high-quality organic fertilizers	20

TECHNICAL SERVICE IN AGRICULTURE

<i>Chupyatov N.N.</i> Application of carbide-containing materials obtained from gas phase to harden farm machinery parts.....	29
<i>Pavlov A.Ye., Sorokin S.V., Pavlova L.A.</i> Three-parameter model of robotic stacker of piece products	33
<i>Simonenko A.N.</i> Traction-drive characteristics of tractor units	37
<i>Perevozchikova N.V., Rodchenkov D.A., Gribov I.V.</i> Assessment of consumer properties of John Deere tractors	40
<i>Maystrenko N.A., Uvarov V.P.</i> Consumer targets of efficient use of advanced transport-and-technological vehicles	44

POWER SUPPLY AND AUTOMATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION

<i>Sudnik Yu.A., Andreyev S.A.</i> Analysis and synthesis of automatic systems of mobile agricultural units.....	51
<i>Andreyev S.A., Zaginailov V.I., Meschaninova P.L.</i> Increasing efficiency of silica gel regeneration in desiccant dehumidifiers	57

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

УДК 631.354.2

**Н.В. АЛДОШИН, А.А. ЗОЛОТОВ,
А.С. ЦЫГУТКИН, Н.А. ЛЫЛИН, МАЛЛА БАХАА**

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

УБОРКА СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОЧЁСА

Определена целесообразность возделывания смешанных посевов колосовых зерновых и зернобобовых культур. Показаны преимущества возделывания смешанных посевов в сравнении с чистыми посевами. Приведены технологические свойства, влияющие на процесс уборки, культур, используемых в составе смешанных посевов. В статье приведены качественные показатели уборки смешанных посевов комбайнами с классическими (барабанными) молотильно-сепарирующими устройствами (МСУ). Показаны зависимости недомолота, макро- и микроповреждений зерен колосовых и бобовых культур в смешанных посевах от технологических параметров комбайна (зазор на выходе молотильного устройства и скорость вращения барабана молотилки). На основании данных, полученных в результате уборки смешанных посевов комбайнами с классическими МСУ, и агротехнических требований к уборке культур предложен способ уборки таких посевов методом очёса. Описан технологический процесс работы очёсывающей жатки, приведены технические характеристики выпускающихся в России очёсывающих жаток. На примере различных культур определены возможные варианты использования технологии очёса. Рассмотрен вопрос уборки смешанных посевов методом очёса, на примере тритикале и белого люпина. Показаны преимущества применения очёсывающих жаток для уборки таких посевов. В результате исследования было установлено несоответствие параметров рабочих органов очёсывающей жатки размерам стеблей и бобов белого люпина, предложено увеличить раствор между зубьями очёсывающих гребёнок барабана для уборки смешанных посевов зерновых культур.

Ключевые слова: смешанный посев, зерновая колосовая культура, зернобобовая культура, технология уборки очёсом, очёсывающая жатка, очёсывающий барабан, очёсывающая гребенка, влажность зерна.

Введение

Одним из путей решения задачи получения большего количества продукции с каждого гектара посевов может быть использование смешанных посевов. Одним из мощных факторов биологической интенсификации в растениеводстве является создание люпино-злаковых смешанных посевов, позволяющих получать 35...40 ц/га сбалансированного по белку зерна.

Такие смешанные посевы не засоряются сорными растениями, и при этом мы экономим на неиспользовании гербицидов. Белый люпин фиксирует на гектаре до 300 кг азота, разлагает труднодоступные соединения фосфора и калия в почве. Кроме прямой выгоды таких посевов, могут присутствовать и другие положительные моменты. смешанных посевах белого люпина и тритикале мы имеем естественный способ борьбы с сорняками.

С учетом, того, что белый люпин по своим биологическим возможностям усваивает азот воздуха и накапливает его, это повышает качество зерновой колосовой культуры. Такие посевы являются хорошими предшественниками для любых других культур, выращиваемых в севооборотах вместе с ними.

Цель исследования

Обосновать наиболее эффективный способ уборки смешанных посевов зерновых колосовых и зернобобовых культур.

Методы решения

Одним из наиболее сложных этапов возделывания зерновых культур в смешанных посевах является их уборка. Это связано с тем, что одно-

УДК 636

И.Ю. ИГНАТКИН

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛОТЫ В СВИНАРНИКЕ-ОТКОРМОЧНИКЕ ООО «ФИРМА МОРТАДЕЛЬ»

В статье представлены результаты применения воздухо-воздушных пластинчатых рекуператоров теплоты УТ-6000С и УТ-3000 в свинарнике-откормочнике на 300 голов свиногомплекса «Фирма Мортадель». Предлагаемые рекуператоры используются круглогодично: в отопительный период для утилизации теплоты вытяжного воздуха, в летний период – для охлаждения приточного воздуха методом испарения влаги на поверхности теплообменных пластин рекуператора (реализация эффекта водоиспарительного охлаждения). Проведена оценка системы поддержания микроклимата с применением рекуператоров теплоты по показателям энергетической эффективности системы, с определением коэффициента утилизации теплоты и расхода природного газа, обеспечения заданного микроклимата (температуры, относительной влажности, концентрации углекислого газа и аммиака) равномерно по всему помещению, а также степени охлаждения приточного воздуха в летний период года при использовании рекуператора в качестве водоиспарительного охладителя. По результатам проведенных испытаний установлено, что предложенная система обеспечивает заданные параметры микроклимата равномерно по всей площади помещения. В жаркий период года при температуре 30,4°C и относительной влажности 31,2% наружного воздуха температура приточного воздуха составляет 24,9°C при относительной влажности 44,8%, что соответствует снижению температуры приточного воздуха на 6,3°C. Из-за смешивания охлажденного воздуха из рекуператоров с неохлажденным воздухом из общеобменной вентиляции среднее снижение температуры воздуха в помещении составляет 3,78°C. В период испытаний системы рекуперации теплоты коэффициент эффективности утилизации теплоты составил 0,4...0,5. Расчетная годовая экономия газа составляет 81,4%.

Ключевые слова: микроклимат, свиноводство, вентиляция, рекуперации, теплообмен, охлаждение.

Круглогодичное обеспечение заданного микроклимата в свинарнике – необходимое условие эффективного производства свинины. Поддержание нормативных показателей микроклимата в отопительный период года требует значительных затрат топливно-энергетических ресурсов. Рассматривая структуру затрат теплоты на отопление свиноводческих помещений, можно отметить, что при использовании ограждающих конструкций с достаточным сопротивлением теплопередачи потери теплоты через стены кровлю сравнительно невысоки и составляют порядка 20%, оставшиеся 80% приходится на потери теплоты с вентиляционным воздухом. В этой связи утилизация теплоты вытяжного воздуха является очевидным решением задачи энергосбережения. В качестве утилизатора теплоты используется пластинчатый воздухо-воздушный рекуперативный теплообменник. При этом рекуператор позволяет осуществлять теплообмен между приточным и вытяжным воздухом через разделяющую стенку (теплообменную пластину), что позволяет избежать смешивания грязного вытяжного воздуха с чистым приточным; пластинчатый теплообменник позволяет реализовать большую поверх-

ность теплообмена в компактном корпусе. Благодаря этому решению и организации воздушных потоков по принципу «Противоток» достигается высокий коэффициент эффективности утилизации теплоты до 50% [1...9].

В период с 14.03.2014 г. по 07.07.2014 г. в секторе откорма № 6 на ферме № 7 ООО «Фирма Мортадель» проводились испытания системы поддержания микроклимата с рекуперацией теплоты (рис. 1). Разработанная система была спроектирована в соответствии с рекомендациями и действующей нормативной документацией [4, 6, 10...12].

Методы и методика

Испытания проходили в течение периода откорма. При этом 14.04.14 г. было поставлено на откорм 279 гол., в секторе откорма расположено 12 станков, животных разместили по 23...24 гол. в станке со средним весом 29,0 кг, отгрузка животных происходила 07.07.2014 г.

Для проведения испытаний использованы поверенные приборы: многофункциональный тер-

nov, D.A. Ponizovkin // Sel'skiy mekhanizator [Rural Mechanical Engineer]. 2015. № 8. P. 26–27.

10. SP 131.13330.2012 [Rules and Regulations] Building Climatology. The updated edition of SNiP 23-01-99.

11. Building Climatology: A Reference Guide to the SNiP 23-01-99 *.

12. Droганov B. Kh. et al. Primenenie teploty v sel'skom khozyaystve: Ucheb. posobie [The use of heat in agriculture: Study manual]. / B.Kh. Droганov, V.V. Yesin, V.P. Zuyev; Ed. by B.Kh. Droганov. 2nd ed., rev. and add. Kiev: Higher School, 1990. 319 p.

13. STO AIST 31.2-2007 [Standards of Farm Machinery Testers' Association]: Test method for microclimate.

Ivan Yu. Ignatkin – PhD (Eng), Associate Professor, “Strength of Materials and Machinery Parts” Department, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; phone: 8-915-107-72-88; e-mail: ignatkinivan@gmail.com.

Received on December 15, 2015

УДК 631.86:631.15

А.М. БОНДАРЕНКО

Азово-Черноморский инженерный институт ДГАУ

Л.С. КАЧАНОВА

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА В КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

Проведен анализ современного состояния технологий переработки навоза животноводческих предприятий в органические удобрения. Выявлено, что в настоящее время на 95% животноводческих предприятий Ростовской области отсутствуют системы накопления и переработки навоза, соответствующие нормам проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. Целью исследований являлась разработка инновационных технологий переработки жидкого, полужидкого и твердого навоза животноводческих предприятий в твердые и жидкие концентрированные органические удобрения методом ускоренного компостирования за 7–10 дней. Перспективной технологией производства высококачественных органических удобрений в Ростовской области является технология производства концентрированного органического компоста на основе жидкого и полужидкого навоза, соломы с добавлением биологически активной α -добавки. Рассмотрены технические средства для реализации предлагаемых технологий. Представленные технологии внедрены в хозяйствах Целинского, Зерноградского, Мясниковского и Матвеево-Курганского районов Ростовской области. Рентабельность возделывания озимой пшеницы с применением твердых концентрированных органических удобрений в сравнении с базовой технологией возросла на 20,03% и составила 54,51%, с применением жидких концентрированных органических удобрений в сравнении с базовой технологией возросла на 57,51% и составила 91,99%. Рентабельность возделывания ярового ячменя с применением твердых концентрированных органических удобрений в сравнении с базовой технологией возросла на 2,49% и составила 58,10%, с применением жидких концентрированных органических удобрений в сравнении с базовой технологией возросла на 22,72% и составила 78,33%. Разработанная технология производства концентрированного органического компоста позволяет увеличить объемы получаемого удобрения на 25% и улучшить экологическую обстановку в местах накопления навоза за счет его переработки и применения соломы, как альтернативы ее сжиганию.

Ключевые слова: твердый навоз, жидкий навоз, полужидкий навоз, технология, концентрированное органическое удобрение, концентрированный органический компост, себестоимость, рентабельность.

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

УДК 621.791.927.55

Н.Н. ЧУПЯТОВ

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ПРИМЕНЕНИЕ КАРБИДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Отражены результаты анализа отказов современных гидравлических агрегатов, а также причин и механизмов разрушения их рабочих сопряжений. Предложен новый способ упрочнения и восстановления прецизионных деталей гидравлических систем с применением карбидосодержащих материалов, синтезированных в CVD-процессе. Представлен анализ наиболее доступных для использования в CVD-процессах металлоорганических соединений (МОС), технологические режимы их разложения и механические свойства карбидов металлов, входящих в исходные соединения. Обоснован выбор в качестве реагента для CVD-процесса гексакарбонила хрома $\text{Cr}(\text{CO})_6$. С помощью сравнительного математического моделирования взаимодействия кварцевых абразивных частиц с поверхностью стали 15Х, цементированной и закалённой до HRC 55...58 и с модифицированной поверхностью, проведена оценка упрочняющих свойств выбранного материала. При этом установлено, что предельные деформации на неупрочнённой поверхности наблюдаются по всей траектории взаимодействия с частицей кварца, в то время как упрочнённая поверхность претерпевает незначительные деформации лишь в месте захода кварцевой частицы на упрочнённую поверхность. Дальнейшее взаимодействие кварцевой частицы с упрочнённой поверхностью носит характер упругого отеснения. Сделан вывод о целесообразности использования CVD-метода МОС для получения упрочняющих покрытий на деталях гидравлических систем сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: хромовые покрытия, CVD-метод, металлизация, гексакарбонил хрома, карбид хрома, карбидохромовые покрытия.

Карбиды переходных металлов относятся к широкому классу соединений, выделяющихся высокой микротвёрдостью и химической инертностью. Анализ работ, посвящённых изучению физических, химических и эксплуатационных свойств этих соединений, позволяет сделать вывод о целесообразности их использования для повышения работоспособности прецизионных деталей гидравлических систем сельскохозяйственной техники.

Большое количество работ направлено на исследование методов получения и свойств карбидов, однако их применение в сельскохозяйственном машиностроении ограничено высокой стоимостью реализации разработанных технологических процессов (высокой энергоёмкостью и низкой производительностью).

Анализ источников литературы [1, 2, 3 и др.] указывает на возможность создания энергоэффективной высокопроизводительной технологии получения карбидосодержащих упрочняющих по-

крытий с применением химического парофазного осаждения, однако, опубликованных материалов недостаточно для окончательного выбора материала, создания рабочего процесса и однозначной оценки возможного технико-экономического эффекта.

Целью настоящей работы являются:

– систематизация знаний с целью подбора оптимального для упрочнения деталей гидравлических систем карбидосодержащего материала и способа его получения;

– теоретическая оценка эффективности применения выбранного материала для упрочнения рабочих поверхностей прецизионных деталей гидравлических систем сельскохозяйственной техники.

Методика исследований

Выбор упрочняющего материала производился исходя из анализа условий работы узлов гидравлических систем и данных об упрочняющих мате-

5. Khrushchev M.M., Babichev M.A. Abrasive wear [Abrasive wear]. M.: Nauka [Science], 1970. 252 p.
6. Aldoshin N.V. Kontrol' kachestva izdeliy vybyvshey iz ekspluatatsii tekhniki [Quality control of the withdrawn equipment parts] // Tekhnika v sel'skom khozyaystve [Farm Machinery]. 2010. № 4. P. 30–33.
7. Erokhin M.N. Novoe v teorii traktora [New issues in the tractor theory] // Traktory i sel'khoz mashiny [Tractors and Farm Machinery]. 2014. № 9. P. 50–52.
8. Anderson T.L. Fracture Mechanics – Fundamentals and Applications. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 1994.
9. Kozyrev V.V. Metalloorganicheskie soedineniya v mashinostroenii i remontnom proizvodstve: Monografiya [Organometallic compounds in engineering and repair production: Monograph]. Tver': Publishing House Studiya-S, 2003. 160 p.
10. Syrkin V.G. Gazofaznaya metallizatsiya cherez karbonily [Gas-phase metallization through carbonyls]. M.: Metallurgiya [Metallurgy], 1985. 248 p.
11. Razuvaev G.A., Gribov B.G., Domrachev G.A. i dr. Metalloorganicheskie soedineniya v elektronike [Organometallic compounds in electronics]. M.: Nauka [Science], 1972. 479 p.
12. Gribov B.G., Domrachev G.A., Zhuk B.V. i dr. Osazhdenie plenok i pokrytiy razlozheniem metalloorganicheskikh soedineniy [Deposition of films and coatings with decomposition of organometallic compounds]. M.: Nauka [Science], 1982. 322 p.
13. Erokhin M.N., Kazantsev S.P., Chupyatov N.N. Primenenie karbonil'nogo khroma dlya polucheniya uprochnyayushchikh pokrytiy na detalyakh sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [The use of carbonyl chromium for making hardening coatings of farm machinery parts] // Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Sovremennyye problemy osvoeniya novoy tekhniki, tekhnologii, organizatsii tekhnicheskogo servisa v APK” [Proceedings of the International scientific-practical conference “Modern problems of the development of new techniques, technologies, and organization of technical service in agriculture”]. Minsk: BGATU, 2014. Ch. 1. P. 275–278.

Nikolai N. Chupyatov – PhD (Eng), a post-doctorate researcher, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 172383, Tver region, Rzhev, Kranostroiteley ul, 19, apt. 38; phone: + 7-915-721-40-71; e-mail: nikolaj-ch@mail.ru.

Received on December 28, 2015

УДК 621(075.8)

А.Е. ПАВЛОВ, С.В. СОРОКИН, Л.А. ПАВЛОВА

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ТРЕХПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РОБОТИЗИРОВАННОГО УКЛАДЧИКА ШТУЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Роботизированные устройства в агропромышленном комплексе значительно облегчают выполнение однотипных операций, зачастую производимых вручную. Для совершенствования механизмов требуется проведение теоретических расчётов. В настоящей работе с помощью методов теоретической механики найдены законы движения двух ведущих звеньев, обеспечивающих безостановочное транспортирование захватного устройства по криволинейной траектории. Определены функции перемещений и скоростей ведущих звеньев, позволяющие исключить ручное программирование методом обучения. Предложен математический метод задания координат этих звеньев во время рабочего и холостого ходов. Кроме того, полученные траектории схвата гарантируют надёжную многослойную укладку. Данная модель надёжной многослойной укладки штучных продуктов в тару с высокими стенками позволяет существенно упростить действующие укладчики, исключив из их конструкции механизм периодического опускания стола, на котором установлена тара.

Ключевые слова: укладчик, вакуумный схват, кинематика звеньев.

6. Pavlov A. Ye., Pavlova L. A. Dinamika tverdogo tela dlya agroinzhenerov. Konspekt lektsiy. [Rigid Body Dynamics for Agricultural Engineers. Lectures]. LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken. Germany. 2013. <http://www.ljpubljuknigi.ru/>.

7. RF patent for utility model № 135621. IPC B65B 5/10. Device for stacking piece goods in containers. Belov M. I., Pavlov, A. E., Sorokin S. V. Ap-

plication 2012158012/13 of 28.12.2012; published on 12.20.2013. Bulletin № 35.

8. RF Application for the invention № 2015117401. Device for layer stacking piece goods in containers. Kazantsev S. P., Sorokin S. V., Belov M. I., Pavlov A. Ye. Application 2012117401 (22) of 05.07.2015; notification of the positive result of the formal examination of 2015.07.14.

Aleksandr Ye. Pavlov – PhD (Phys-Math), Associate Professor, “Strength of Materials and Machine Parts” Department; 127550, Listvennichnaya ul., 7, Moscow; phone: +7 (925) 873-19-30; e-mail: alexpavlov60@mail.ru.

Sergey V. Sorokin – PhD (Eng), Associate Professor, “Strength of Materials and Machine Parts” Department; 127550, Listvennichnaya ul., 7, Moscow; phone: +7 (917) 545-46-42; e-mail: sergsor2011@yandex.ru.

Larisa A. Pavlova – Associate Professor, “Higher Mathematics” Department; 127550, Listvennichnaya ul., 2A, Moscow; phone: +7 (926) 381-83-90; e-mail: krasilnikowa.larisa2011@yandex.ru.

Received on October 27, 2015

УДК 631.372

А.Н. СИМОНЕНКО

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева

ТЯГОВО-ПРИВОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

Целью исследований является оптимизация комплектования машинно-тракторного агрегата с активными рабочими органами с визуализацией выбора режима работы, особенно при недогрузках двигателя и технологических ограничениях. Приведен обзор требований, предъявляемых к приводу вала отбора мощности, со стороны сельскохозяйственных машин с активными рабочими органами. Предлагаемая методика графоаналитического расчета для составления (комплектования) машинно-тракторных агрегатов с АРО, в отличие от существующей «по максимальной мощности», позволяет выбирать и оптимизировать режимы работы и при неполной загрузке двигателя трактора с учетом ограничений со стороны АРО сельскохозяйственной машины.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, трактор, сельскохозяйственная машина, активные рабочие органы, вал отбора мощности, тягово-приводная характеристика.

Оптимизация комплектования машинно-тракторного агрегата с активными рабочими органами с визуализацией выбора режима работы является важной задачей решения вопросов ресурсосбережения, эффективной эксплуатации техники, минимизации затрат на поддержание техники в исправном состоянии и др. [1, 2].

Приводится предлагаемая методика графоаналитического расчета при построении тягово-приводной характеристики машинно-тракторного агрегата с активными рабочими органами, позволяющая визуально выбрать оптимальный режим работы при приведении крутящих моментов к валу отбора мощности.

Целью исследований является оптимизация комплектования машинно-тракторного агрега-

та с активными рабочими органами с визуализацией выбора режима работы, особенно при недогрузках двигателя и технологических ограничениях.

Тяговая характеристика, полученная на стерне нормальной влажности, считается паспортной для трактора как тяговой машины и используется для комплектования тяговых машинно-тракторных агрегатов (МТА) с пассивными рабочими органами сельскохозяйственных машин (СХМ). Для привода активных рабочих органов (АРО) сельскохозяйственных машин мощность от двигателя трактора передается через механический привод – вал отбора мощности (ВОМ), или гидростатический – гидросистему отбора мощности (ГСОМ). При этом для работы подавляющего большинства СХМ с актив-

optimize an operation mode in the tractor engine partial load as well subject to the limitations imposed by farm machinery active working bodies

Key words: machine-and-tractor unit, tractor, agricultural vehicle, active working units, PTO shaft, traction driving characteristic.

References

1. Skorohodov A.N. Sistemnyy podkhod k modelirovaniyu tekhnologicheskikh i proizvodstvennykh protsessov v rastenievodstve [Systematic approach to modeling technology and production processes in crop production] // Vestnik FGBOU VPO MGAU [Herald of FSBEI HPE MSAU]. M., 2010. P. 17–19.
2. Panov A.I. Statisticheskaya otsenka kachestva raboty rotatsionnoy mashiny dlya obrabotki pochvy [Statistical quality evaluation of the rotary machine for soil treatment] // Vestnik FGBOU VPO MGAU [Herald of FSBEI HPE MSAU]. Issue 2 (66). 2015. P. 14–17.
3. GOST 24056-80 [State Standard]. Methods of operating-and-technological evaluation. Farm Machinery. M.: Publishing House of Standards, 1980.
4. GOST R 52777-2007 [State Standard]. Farm Machinery. Power Requirements Estimation methods. M.: Standartinform 2008.
5. Blynskaya Yu.N. Ekspluatatsiya mashinno-traktornogo parka: Kurs lektsiy [Operation of machine-tractor stock: Lectures]. Part 1. Novosibirsk, 2014.

Anatoly N. Simonenko – Associate Professor, “Tractors and Automobiles” Department, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; phone: +79169247521; e-mail: simanatul@yandex.ru.

Received on December 23, 2015

УДК 631.372

Н.В. ПЕРЕВОЗЧИКОВА, Д.А. РОДЧЕНКОВ, И.В. ГРИБОВ

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ТРАКТОРОВ ДЖОН ДИР

Целью данной работы является сравнительный анализ потребительских свойств тракторов производства компании Джон Дир. На основе разработанной ранее методики рассчитаны показатели технологических свойств тракторов Джон Дир: показатель технологической универсальности, агротехнических свойств, потенциальной производительности, приведенная и относительная стоимость выполнения технологических процессов, обобщенный показатель технологического уровня. Описано влияние конструкции тракторов на перечисленные показатели. В результате расчета сделаны выводы о том, на каких видах работ целесообразно применять рассмотренные модели тракторов Джон Дир.

Ключевые слова: технологические свойства, технологический уровень, показатель универсальности, показатель агротехнических свойств, показатель потенциальной производительности, показатель стоимости технологического процесса.

Одним из важнейших показателей в настоящее время становится оценка сельскохозяйственной техники на основе ее потребительских свойств [1]. Целью данной работы является сравнительный анализ функциональных свойств тракторов производства компании Джон Дир. На кафедре тракторов и автомобилей РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева разработана методика расчета тракторов по показателям технологического уровня [2]. Она включает в себя четыре показателя, которые в свою очередь состоят из единичных показателей.

В общем виде показатель технологического уровня энергетического средства можно представить в виде функциональной зависимости:

$$P_T = f(Y_T, A_T, W_{TP}, C_T),$$

где Y_T , A_T , W_{TP} , C_T – обобщенный показатель соответственно технологической универсальности, агротехнических свойств, потенциальной производительности и стоимости выполнения технологических операций.

References

1. Provision on definition of functional characteristics (consumer properties) and efficiency of agricultural machinery and equipment. Article 1 of the Federal Law of February 12, 2015. № 10-FZ.

2. Kutkov G.M. Traktory i avtomobili. Teoriya i tekhnologicheskie svoystva: Uchebnik [Tractors and automobiles. Theory and technological properties. Textbook] / Kutkov G.M., Publishing House Infa-M Press, 2014. 506 p.

3. Kut'kov G.M., Kuzmichev V.V., Perevozchikova N.V. Razrabotka iskhodnykh trebovaniy na sel'skokhozyaystvennyy traktor i otsenka ego tekhnologicheskogo urovnya: Metodicheskie rekomendatsii po vypolneniyu kursovogo proekta dlya studentov po spetsializatsii "Komp'yuternoe proektirovanie i ispyta-

nie tekhniki" [Development of initial requirements of an agricultural tractor and assessment of its technological score. Methodical instructions on the performance of an course project for students specializing in "Computer Design and Machinery Testing"]. M.: MGAU, 2011. 36 p.

4. http://www.deere.ru/ru_RU/products/equipment/tractors/

5. Kut'kov G.M. Traktory i avtomobili. Teoriya i tekhnologicheskie svoystva [Tractors and Automobiles. Theory and technological properties] / M.: KoloSS, 2004. 504 p.

6. Kut'kov G.M. Tekhnologicheskie osnovy i tyagovaya dinamika mobil'nykh energeticheskikh sredstv [Technological bases and traction dynamics of mobile power means] / G.M. Kut'kov. M.: MIISP, 1992.

Nataliya V. Perevozchikova – Professor, PhD (Eng), Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; Moscow, 127550, Timiryazevskaya ul., 49; phone: 8-499-977-24-00; e-mail: perevoz68@mail.ru.

Dmitry Rodchenkov – a second-year postgraduate student, Faculty of Processes and Machinery in Agribusiness, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; e-mail: demon05.06@mail.ru.

Ivan Gribov – a first-year postgraduate student, Faculty of Processes and Machinery in Agribusiness, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; e-mail: gribov-ivan2010@yandex.ru.

Received on December 30, 2015

УДК 631.37+629.35

Н.А. МАЙСТРЕНКО, В.П. УВАРОВ

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ОРИЕНТИРЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

В статье приводится метод обоснования эффективности использования транспортно-технологических средств по основным экономическим критериям: минимуму, возвратных или прямых эксплуатационных, или приведённых затрат. Определена необходимость (в перспективе) использования транспортных средств со сменными технологическими модулями для выполнения транспортно-технологических операций. Наряду с этим отмечено, что применение того или иного типа ТТС предопределяется общепринятым потребительским ориентиром – соотношением производительности и денежных затрат на её реализацию. Поиск такого соотношения, при котором будет эффективно использоваться перспективное автомобильное ТТС, – задача настоящего исследования. По мнению авторов, начинать его следует с изучения влияния на потребительский ориентир внешних условий, в основном сочетаний расстояний перевозки, доз (норм) распределения (сбора) технологического материала и удельной (на 1 м ширины захвата) грузоподъемности. Предлагается оценивать потребительские свойства ТТС, в частности, обеспечивать заданную производительность и отвечать запросу на экономический эффект, комплексным показателем потребной мощности средства. Также на этапе внедрения новых ТТС целесообразно обосновывать соответствующие мощности производственным условиям и финансовым возможностям по критериям технико-экономического содержания. При использовании классического метода

оптимизации определены экстремумы целевых функций. Установлено соотношение между производительностью и денежными затратами, соответствующее применяемому в хозяйстве и перспективным транспортно-технологическим средствам. Тем самым установлена целесообразность использования конкретных средств или подбора условий по дозе (норме) распределения (сбора) технологического материала и расстояний перевозки, где их использование будет эффективным. На примере внесения минеральных удобрений автомобилем типа «Урал» с кузовом-разбрасывателем определены оптимальные производственные условия их применения, отвечающие каждому из критериев оптимальности.

Ключевые слова: специализированный автомобиль, транспортно-технологические средства, оптимизация, критерии оптимальности, экономические показатели, потребительские свойства.

Из множества сельскохозяйственных перевозок особый интерес представляет поточное грузоперемещение по дороге и распределение (сбор) его на поле транспортно-технологическими средствами (ТТС), в основном машинно-тракторными агрегатами. Наряду с ними в перспективе предусмотрено использование специализированных автомобилей, на шасси которых устанавливаются съёмные кузова – ёмкости – с механизмами для распределения (сбора) технологического материала [1, 6].

Применение того или иного типа ТТС определяется общепринятым потребительским ориентиром – соотношением производительности W и денежных затрат C_i на её реализацию. Поиск такого соотношения, при котором будет эффективно использоваться перспективное автомобильное ТТС, – задача настоящего исследования. Начинать его следует с изучения влияния на потребительский ориентир внешних условий, в основном сочетаний расстояний перевозки L , доз (норм) распределения (сбора) технологического материала U и удельной (на 1 м ширины захвата) грузоподъемности ω .

В качестве информационно-рекомендательно-го и нормативного источника для настоящего исследования принят Федеральный технологический регистр производства продукции растениеводства. В частности, его основной атрибут – межотраслевой технологический адаптер «Транспортное обеспечение агротехнологий» [2].

Из анализа требований следует, что рекомендации по выбору типов и марок транспортных средств, параметров их работы приводятся для узкого диапазона внешних факторов и широких границ их изменения. Так, эффективность применения средств при прямоточной и перевалочной технологий разделяет 5-километровый рубеж. Не учитывается влияние разных интенсивностей внесения удобрений или сбора урожая. К тому же не приводятся критерии оптимальности, которым соответствуют рекомендуемые условия эффективного применения транспортных средств разной мощности.

Оценивать потребительские свойства ТТС, в частности обеспечивать заданную производительность и отвечать запросу на экономический эффект, рекомендовано комплексным показателем N – потребной мощностью средства [3].

Допущенную неопределённость рекомендаций позволяет исключить предлагаемый метод оптимизации использования транспортно-технологических средств (на примере внесения минераль-

ных удобрений специализированным автомобилем УРАЛ-432091). К ним относят минимумы удельных (на единицу массы груза) денежных затрат, руб/т на использование ТТС: возвратных ($C_B \rightarrow \min$); прямых эксплуатационных ($C_E \rightarrow \min$); приведённых ($C_P \rightarrow \min$).

В основе целевых функций этих критериев – часовые денежные затраты C'_B, C'_E, C'_P , руб/ч, и производительность средства W , т/ч, в виде их соотношений $C_B = C'_B/W$; $C_E = C'_E/W$; $C_P = C'_P/W$.

Размерность показателя W в т/ч позволяет исчислять объём транспортной и полевой работы по распределению (сбору) технологического материала, притом и типовыми нормами выработки для ТТС установлена такая же единица измерения. Так как целевые функции C'_B, C'_E, C'_P определяются посредством показателя W , то изначально уместно установить зависимость $W = f(N)$. На основании исследований [4] её можно задавать кривой второго порядка

$$W = (N \cdot \mu \cdot \tau) / (P_N \cdot L) = N(h - dN) \cdot \mu / (P_N \cdot L),$$

где τ – коэффициент использования времени смены, $\tau = h - dN$; h и d – показатели, характеризующие в долях потери времени смены, соответственно независящие и зависящие от N ($h = 0,69 \dots 0,59$; $d = 0,0005 \dots 0,0002$ 1/кВт); P_N – удельные затраты мощности ($P_N = 0,5$ кВт·ч/т·км) – постоянная для однотипных средств; μ – соотношение работы на поле к работе на дороге $\mu = 0,20 \dots 0,60$, зависящее от L и U .

Зависимость $\tau = f(N)$ принята в виде ниспадающей линии первого порядка, так как в сравнении с кривой второго порядка даёт погрешность не более $\pm 2\%$. Это допустимо для математического моделирования параметров использования ТТС для узкого диапазона изменения N (от 80 до 140 кВт, т.е. для применяемых на практике грузовых автомобилей сельскохозяйственного назначения).

Ниже приводятся формулы расчёта каждой составляющей перечисленных часовых денежных затрат. При этом в формулах выделяются показатели, которые не зависят и зависят от N в виде одного из трёх линейных уравнений: $C_i = a_i + b_i \cdot N$ или $C_i = a_i$, или $C_i = b_i \cdot N$. Линейные зависимости выбраны потому, что позволяют получить значения C_i с отклонениями от действительных не более $\pm 2\%$.

Зависимости для определения составляющих критериев оптимальности формировались на основании [5].

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 517.3:007.3

Ю.А. СУДНИК, С.А. АНДРЕЕВ

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОБИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Известная система предпосылок, в основном статистического характера (детерминированность входных переменных параметров, равнозначность и некоррелированность выходных, нормальный закон их распределения), на которых базируется классический регрессионный анализ, широко применяемый для идентификации объектов управления, в реальных задачах нередко не соблюдается. В статье предложено в качестве нового вычислительного метода, гарантирующего точность результатов исследований при анализе и синтезе автоматических систем, использовать аппарат интервальной математики, в котором реальные (точечные значения) числа заменяют их интервальными значениями. Это подтверждает научную новизну темы исследования. Целью последнего является разработка метода интервального анализа и синтеза автоматических систем объектов управления на примере мобильных сельскохозяйственных агрегатов. Метод и методика исследования предусматривают проведение эксперимента, принятие математической модели объекта управления (ОУ), её оценку, определение интервальных и точечных его параметров, адекватности и характеристика точности, проверку значимости коэффициентов и прогноз выходных сигналов ОУ. Предлагаемый подход позволяет моделировать сельскохозяйственные агрегаты как сложные динамические ОУ и контролировать точность их построения, что предопределяет создание эффективных по качеству и устойчивости автоматизированных систем управления. Авторами разработан метод интервальных оценок амплитудно-частотных и амплитудно-фазовых характеристик, позволяющих проводить анализ устойчивости, качества и синтез систем управления с учётом неточностей описания ОУ.

Ключевые слова: автоматическая система, мобильный сельскохозяйственный агрегат, объект управления, идентификация, фазовая и частотная характеристики, интервальная арифметика

Большинство реальных систем управления (СУ) имеют неопределённые параметры, внешние возмущения и начальные условия, у которых интервалы с заданными границами. Из-за невозможности достаточно точного описания мобильных сельскохозяйственных агрегатов как объектов управления (ОУ) интервальная неопределённость присуща любому их виду: непрерывным, дискретным, линейным, нелинейным, распределённым.

Для решения задач идентификации таких ОУ, анализа и синтеза их СУ широко используют методы имитационного моделирования. При этом в качестве моделей применяют в основном детерминированные или стохастические, использование которых (из-за введения различных допущений и имеющихся погрешностей измерений) не позволяет гарантировать точность результатов исследований.

Так, известная система предпосылок, в основном статистического характера (детерминированность входных переменных параметров, равнозначность и некоррелированность выходных, нормальный закон их распределения), на которых базируется классический регрессионный анализ, широко применяемый для идентификации ОУ, в реальных задачах нередко не соблюдается. К тому же в известных методах их моделирования не всегда учитываются различного рода погрешности и ошибки измерений, величины которых в отдельных случаях могут быть соизмеримы с уровнями контролируемых полезных сигналов.

В последнее время в качестве вычислительных методов, гарантирующих точность результатов исследований, используют аппарат интервальной математики [1...3], в котором реальные числа a , b ...

10. Bakhvalov N.S. Chislennyye metody [Numerical methods]. Moskva: Nauka [Science], 2003. 455 p.

11. Godunov S.K., Ryaben'kiy V.S. Raznostnye skhemy [Difference schemes]. M.: Nauka [Science], 1993. 400 p.

12. Moore R.E. Interval analysis. N.Y., Prentice Hall, 1996. 545 p.

13. Shokin Yu.I., Kalmykov S.A. On interval-analytical method of sweep (Freiburger Intervall-Berichte). 1980. № 80/10.

14. Shokin Yu.I., Kalmykov S.A. On the interval-analytical method for ordinary differential equations (Freiburger Intervall-Berichte). 1982. № 82/5.

Yuri A. Sudnik – PhD (Eng) – Higher Doctorate, Professor, Head of “Automation and Robotization of Technological Processes” Department named after Academician I.F. Borodin, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; phone: +7-926-334-89-76; e-mail: energo-yaz@mail.ru.

Sergey A. Andreyev – PhD (Eng), Associate Professor, Professor of “Automation and Robotization of Technological Processes” Department named after Academician I.F. Borodin, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; phone: +7-906-783-71-60; e-mail: asa-finance@yandex.ru.

Received on December 21, 2015

УДК 631.3:628.8/9

С.А. АНДРЕЕВ, В.И. ЗАГИНАЙЛОВ, П.Л. МЕЩАНИНОВА

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГЕНЕРАЦИИ СИЛИКАГЕЛЯ В АДсорбЦИОННЫХ ОСУШИТЕЛЯХ ВОЗДУХА

Влажность воздуха оказывает значительное влияние на эффективность многих сельскохозяйственных технологических процессов. Вместе с тем поддержание влажности воздуха в заданных пределах является непростой инженерной задачей из-за несовершенства современных осушителей, их высокой стоимости и большой энергоёмкости. Целью исследований явилось совершенствование конструкций адсорбционных осушителей посредством изменения режима регенерации силикагеля. Основным отличием разработанных осушителей стала замена используемого в зоне регенерации горячего воздуха на воздух с комнатной температурой, содержащий озон в концентрации 10...50 мг/м³. Установлено, что использование озона существенно интенсифицирует процесс регенерации силикагеля, не влияет на технологический процесс и не наносит ущерба окружающей среде. Предложено несколько гипотез, объясняющих механизм интенсифицирующего действия озона. Среди них – гипотеза, связанная с образованием активных центров влаги в газовой фазе и формировании влажностного напора на среде воздух-силикагель, гипотеза об изменении поверхностного натяжения влаги, содержащейся в силикагеле, и гипотеза, основанная на изменении электрических свойств поверхности силикагеля. Приведено описание адсорбционного осушителя воздуха с регенерацией силикагеля в озono-воздушной среде.

Ключевые слова: осушение воздуха, адсорбция, регенерации силикагеля, озон, энергозатраты.

Прогрессивным способом повышения эффективности работы водогрейных котлов может стать горение газа в озono-воздушной среде. Известно, что озonoвый наддув снижает затраты газа на 15...20% и улучшает химический состав продуктов сгорания. Озон является нестойким веществом, и его невозможно запастись заблаговременно, поэтому получение озона должно производиться непосред-

ственно в котлах. Для получения озона требуется энергия, и эту энергию необходимо учитывать.

В статье рассмотрены химические реакции горения компонентов природного газа в кислороде и определено необходимое количество кислорода для котлов с тепловой мощностью 7...30 кВт. Высокие окислительные свойства озона, а также некоторые другие его особенности потребовали для горения

Научный журнал

ВЕСТНИК

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Московский государственный агроинженерный
университет имени В.П. Горячкина»**

№ 1 (71) /2016

Редактор – *И.В. Мельникова*

Литературная обработка текста – *В.И. Марковская*

Компьютерный набор и верстка – *Т.К. Иванова*

Перевод на английский язык – *А.Ю. Алипичев*

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – **42252**.

Правила оформления научных статей для опубликования в журнале размещены в Интернете (http://timacad.ru/deyatel/izdat/vestnik_MGAU/trebovaniya.php).

По вопросам публикаций статей обращаться по адресу:
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 58, корпус № 27, к. 321.
E-mail: vestnik@rgau-msha.ru
Телефон: 8-499-976-07-27, 8-926-716-48-00

Подписано в печать 08.01.2016 г.

Формат 60 84/8

Усл. печ. л. 8

Тираж 500 экз.

Заказ №

Цена подписная

Издательство РГАУ-МСХА
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44
Тел.: (499) 977-00-12; (499) 977-40-64