

Кыргыз Республикасынын Улуттук
илимдер академиясынын

Машина таануу жана Автоматика
институту

ISSN 1694-7657

МАШИНА ТААНУУ

ИЛИМИЙ-ТЕХНИКАЛЫК ЖУРНАЛ

№ 1 (15)

Бишкек 2022

Редакциялык топ:

Джуматаев М.С., башкы редактор, техн. илим. д-ру, проф., КР УИА академиги;
Султаналиев Б.С., башкы редактордун орун басары, техн. илим. д-ру, проф.;
Абдраимов Э.С., техн. илим. д-ру, проф.;
Абидов А.О., техн. илим. д-ру, проф., КР УИА корр.-мүчөсү;
Анохин А.В., техн. илим. канд, у.и.к.;
Аширалиев А., техн. илим. д-ру, проф.;
Давлятов У.Р., техн. илим. д-ру, проф., КР УИА корр.-мүчөсү;
Еремьянц В.Э., техн. илим. д-ру, проф.;
Мамасаидов М.Т., д техн. илим. д-ру, проф., КР УИА академиги;
Маткеримов Т.Ы., техн. илим. д-ру, проф.;
Мендекеев Р.А., техн. илим. д-ру, проф.;
Муслимов А.П., техн. илим. д-ру, проф.;
Обозов А.Д., техн. илим. д-ру, проф., КР УИА корр.-мүчөсү;
Рагрин Н.А., техн. илим. д-ру, проф.;
Садиева А.Э., техн. илим. д-ру, проф.;
Ураимов М., техн. илим. д-ру, проф., КР УИА корр.-мүчөсү;
Усубалиев Ж., техн. илим. канд, проф.;
Шамсутдинов М.М., техн. илим. д-ру, проф.;
Шариев Ж.С., техн. илим. д-ру, доцент;
Эликбаев К.Т., техн. илим. канд.

Жоопту катчы: Квитко С.И., техн. илим. канд, у.и.к.

Журнал илимий-изилдөө иштеринин натыйжалары боюнча төмөнкү багыттар боюнча макалаларды, кароолорду жана кыскача билдирүүлөрдү жарыялайт:

Механика:

Суюктуктардын жана газдардын механикасы;
Майышуучу катуу дене тулку механикасы;
Механизмдердин жана машиналардын назарияты;
Механикалык системалардын термелүүлөр.

Машина куруу:

Машина таануу жана машине тетиктери;
Машина куруучу материалдар;
Тоо-кен машина куруу;
Курулуш жана жол машина куруу;
Айыл чарба машина куруу.

Энергетика жана унаа:

Энергиянын кайра иштелип чыккан булактары;
Жол кыймылынын коопсуздугу жана уюштуруу.

Редактор: Комарова Е.В.

Компьютердик калыптоо: Толтоева М.Б.

КР УИА МТАИ басмасы

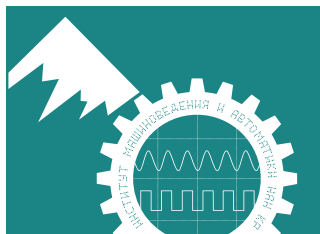
Редакция дареги:

Бишкек, 720055, Скрябин к., 23, КР УИА МТАИ

Тел.: +996 (0312) 54 11 13

E-mail: machinery.kg@gmail.com

© КР УИА МТАИ



**Национальная академия наук
Кыргызской Республики**

**Институт машиноведения и
автоматики**

ISSN 1694-7657

МАШИНОВЕДЕНИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 1 (15)

Бишкек 2022

Редакционная коллегия:

Джуматаев М.С., главный редактор, д-р. техн. наук, проф., академик НАН КР;
Султаналиев Б.С., зам. главного редактора, д-р. техн. наук, проф.;
Абдраимов Э.С., д-р. техн. наук, проф.;
Абидов А.О., д-р. техн. наук, проф., член-корр. НАН КР;
Анохин А.В., канд. техн. наук, с.н.с.;
Аширалиев А., д-р. техн. наук, проф.;
Давлятов У.Р., д-р. техн. наук, проф., член-корр. НАН КР;
Еремьянц В.Э., д-р. техн. наук, проф.;
Мамасаидов М.Т., д-р. техн. наук, проф., академик НАН КР;
Маткеримов Т.Ы., д-р. техн. наук, проф.;
Мендекеев Р.А., д-р. техн. наук, проф.;
Муслимов А.П., д-р. техн. наук, проф.;
Обозов А.Д., д-р. техн. наук, проф.; член-корр. НАН КР;
Рагрин Н.А., д-р. техн. наук, проф.;
Садиева А.Э., д-р. техн. наук, проф.;
Ураимов М., д-р. техн. наук, проф., член-корр. НАН КР;
Усубалиев Ж., канд. техн. наук, проф.;
Шамсутдинов М.М., д-р. техн. наук, проф.;
Шаршембиев Ж.С., д-р. техн. наук, доцент;
Эликбаев К.Т., канд. техн. наук.

Ответственный секретарь: Квитко С.И., канд. техн. наук, с.н.с.

Журнал публикует статьи, обзоры и краткие сообщения по результатам научно-исследовательских работ по следующим направлениям:

Механика:

Механика жидкости и газа
Механика деформируемого твердого тела;
Теория механизмов и машин
Колебания механических систем

Машиностроение:

Машиноведение и детали машин;
Машиностроительные материалы;
Горное машиностроение;
Строительное и дорожное машиностроение;
Сельскохозяйственное машиностроение.

Энергетика и транспорт:

Возобновляемые источники энергии
Организация и безопасность дорожного движения.

Редактор: Комарова Е.В.

Компьютерная верстка: Толтоева М.Б.

Издание ИМА НАН КР

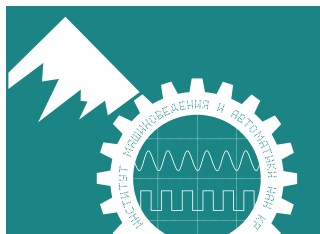
Адрес редакции:

Бишкек, 720055, ул. Скрябина, 23, ИМА НАН КР

Тел.: +996 (0312) 54 11 13

E-mail: machinery.kg@gmail.com

© ИМА НАН КР



**National Science Academy The
Kyrgyz Republic**

**Machinery researching and
Automatics Institute**

ISSN 1694-7657

MACHINERY RESEARCHING

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

№ 1 (15)

Bishkek 2022

Editorial Board:

Abdraimov E.S., Dr. tech. sciences, prof.;
Abidov A.O., Dr. tech. sciences, prof., corresponding member NAS KR;
Anokhin A.V., Cand. tech. sciences, senior sciences;
Ashiraliev A., Dr. tech. sciences, prof.;
Davlyatov U.R., Dr. tech. sciences, prof., corresponding member NAS KR;
Dzhumataev M.S., chief editor, Dr. tech. Sciences, prof., Academician of the NAS of the KR;
Elikbaev K.T., Cand. tech. sciences.
Eremyants V.E., Dr. tech. sciences, prof.;
Mamasaidov M.T., Dr. tech. Sciences, prof., Academician of the of the NAS of the KR;
Matkerimov T.Y., Dr. tech. sciences, prof.;
Mendekeev R.A., Dr. tech. sciences, prof.;
Muslimov A.P., Dr. tech. sciences, prof.;
Obozov A.D., Dr. tech. sciences, prof., corresponding member NAS KR;
Ragrin N.A., Dr. tech. sciences, prof.;
Sadieva A.E., Dr. tech. sciences, prof.;
Shamsutdinov M.M., Dr. tech. sciences, prof.;
Sharshembiev Zh.S., Dr. tech. Sciences, Associate Professor;
Sultanaliev B.S., deputy. chief editor, Dr. tech. sciences, prof.;
Uraimov M., Dr. tech. sciences, prof., corresponding member NAS KR;
Usabaliyev Zh., Cand. tech. sciences, prof.;

Executive Secretary: Kvitko S.I., Cand. tech. sciences, senior sciences.

The journal publishes articles, reviews and brief reports on the results of research works in the following areas:

Mechanics:

Fluid and gas mechanics;
Deformable Solid Mechanics;
The theory of mechanisms and machines;
Vibrations of mechanical systems.

Mechanical engineering:

Machinery researching and Machine Parts;
Engineering materials;
Mining engineering;
Construction and road engineering;
Agricultural engineering.

Energy and transport:

Renewable energy sources
Organization and road safety.

Editor: Komarova E.V.

Computer layout: Toltoeva M.B.

Edition of MRAI KR NAS

Editorial office address:

Bishkek, 720055, st. Scriabin, 23, MRAI KR NAS

Tel.: +996 (0312) 54 11 13

E-mail: machinery.kg@gmail.com

© MRAI KR NAS

МАЗМУУНУ

МААРАКЕЛЕР

Усубалиев Женишбекти куттуктайбыз.....14

МЕХАНИКА

Кошбаев А. А.

Технологиялык машинелердин ӨТМ негизиндеги аткаруучу
механизмдеринин түзүм сөлөкөттөрүн иштеп чыгуу.....19

МАШИНА КУРУУ

Тажибоев К. Т., Карабаева Б. К., Тажибаев Д. К.

Жерүй алтын кенин иштетүүдө мерчим-агымдуу технологиясын
колдонуу боюнча сунуштар28

Анохин А. В., Мурашова С. Ф., Алымбек у. Ч., Давлеталиев Д. Д.

Туруктуу магниттери бар машташ кыймылдаткычтарды бургулоо
жабдуунун электр иштеткичин жыштык-жөндөө үчүн колдонуу
келечектүүлүгү36

Ураимов М.

Бир энергия булагы менен гидравликалык перфоратордун чөйрөсүн
кеңейтүү мүмкүнчүлүктөрү жөнүндө47

Ураимов М.

Гидравликалык перфораторду ГП 250 алдын-ала сыноолорунун
натыйжалары55

Капаров С. А., Жолдошов Б. М., Маматкадырова Б. М.

30ХГСА жана 45Х конструкторлор болотторун термоциклдик
даярдоо.....65

Садиева А. Э., Тилемишова Н. Т., Алымкулов Н. Ж.

Улуттук "бозо" суусундугун өндүрүү үчүн сүзүп алуучу орнотмонун
негизги өлчөм мүнөздөгүчтөрүн аныктоо.....72

Джурсаев Т. Д., Газизова Э. Р., Тошев М. Т.

Аморфтук эритмелердин түзүлүшүндөгү генетикалык коду.....83

Каландарбеков И., Низамов Дж. Н., Каландарбеков И. И., Марамов М. Б.

Сыйгалануу курчоосу бар имаратка кургак сүрүлүүнүн таасирин
изилдөө.....93

Осмонов Ы. Д., Нарымбетов М. С.

Малканадагы микроклиматты башкаруу технологиясы (уйканада).....105

*Айтуганов Б. Ш., Дуйшонбек уулу Н., Акматова С. Ж.,
Касымбеков Р. А, Таалайбекова Ж. Т.*

Бакча өсүмдүктөрүн сепкичинин белгилегичинин узундугун эсептөө.....116

ЭНЕРГЕТИКА ЖАНА УНАА

*Оморов Т. Т., Такырбашев Б. К., Закиряев К. Э., Боронин А. Г.,
Иманакунова Ж. С., Жолдошов Т. М.*

Бөлүштүрүү тармактарында электр энергиясынын көзөмөлдөө жана
эсептөө заманбап маалыматтык системаларын өркүндөтүүнүн
концепциясы.....124

СОДЕРЖАНИЕ

ЮБИЛЕИ

Поздравляем Усубалиева Жеңишбека.....	14
---------------------------------------	----

МЕХАНИКА

Кошбаев А. А.

Разработка структурных схем исполнительных механизмов технологических машин на основе МПС	19
--	----

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Тажиббаев К. Т., Карабаева Б. К., Тажиббаев Д. К.

Рекомендации по применению циклично-поточной технологии при разработке золоторудного месторождения Джеруй	28
--	----

Анохин А. В., Мурашова С. Ф., Алымбек у. Ч., Давлеталиев Д. Д.

Перспективы применения синхронных двигателей с постоянными магнитами для частотно-регулируемого электропривода бурового оборудования	36
--	----

Ураинов М.

О возможностях расширения области применения гидравлического перфоратора с одним источником питания	47
--	----

Ураинов М.

Результаты предварительных испытаний гидравлического перфоратора ГП 250.....	55
---	----

Капаров С. А., Жолдошов Б. М., Маматкадырова Б. М.

Термоциклическая обработка конструкционных сталей марок 30ХГСА и 45Х	65
---	----

Садиева А. Э., Тилемишова Н. Т., Алымкулов Н. Ж.

Определение основных параметров фильтрующе-прессующей установки для производства национального напитка «Бозо».....	72
---	----

Джурбаев Т. Д., Газизова Э. Р., Тошев М. Т.

Генетический код в структурах аморфных сплавов.....	83
---	----

Каландарбеков И., Низамов Дж. Н., Каландарбеков И. И., Марамов М. Б.

Исследование влияния сухого трения в здании со скользящим поясом.....	93
---	----

Осмонов Ы. Д., Нарымбетов М. С.

Технология управления микроклиматом животноводческого помещения (коровника).....	105
---	-----

*Айтуганов Б. Ш., Дуйшонбек уулу Н., Акматова С. Ж.,
Касымбеков Р. А., Таалайбекова Ж. Т.*

Расчет длины маркера сеялки для бахчевых культур.....116

ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ

*Оморов Т. Т., Такырбашев Б. К., Закиряев К. Э., Боронин А. Г.,
Иманакунова Ж. С., Жолдошов Т. М.*

Концепция совершенствования современных информационных систем
контроля и учета электроэнергии в распределительных сетях.....124

CONTENTS

ANNIVERSARY

Congratulations to Usabaliev Zhenishbek.....	14
--	----

MECHANICS

Koshbaev A. A.

Development structural schemes technological machine's actuating mechanisms of based on VSM	19
---	----

MECHANICAL ENGINEERING

Tazhibaev K. T., Karabaeva B. K., Tazhibaev D. K.

Recommendations for the application of cycle-flow technology in the development of the jerooy gold deposit	28
--	----

Anokhin A. V., Murashova S. F., Alymbek u. Ch., Davletaliev D. D.

Prospects of application of synchronous motors with permanent magnets for frequency-controlled electric drive of drilling equipment.....	36
--	----

Uraimov M.

On the possibilities of expanding the scope of the hydraulic perfo-rator with a single power source	47
---	----

Uraimov M.

The results of preliminary tests of the hydraulic rock drill GP-250.....	55
--	----

Kaparov S. A., Zholdoshev B. M., Mamatkadyrova B. M.

Hermocyclic treatment of structural steel of grades 30KHGSA and 45X	65
---	----

Sadieva A. E., Tilemishova N. T., Alymkulov N. Zh.

Filter-pressure installation for the production of the national beverage "bozo" determination of main parameters.....	72
---	----

Juraev T. J., Gazizova E. R., Toshev M. T.

Genetic code in the structures of amorphous alloys.....	83
---	----

Kalandarbekov I., Nizomov J. N., Kalandarbekov I. I., Maramov M. B.

Study of the influence of dry friction in a building with sliding belt.....	93
---	----

Osmonov Y. D., Narymbetov M. S.

Technology of microclimate control of the animal room (cowshed).....	105
--	-----

Aytuganov B. Sh, Duishonbek uulu N., Akmatova S. Zh., Kasymbekov R. A., Taalaibekova Zh. T.

Calculation of the length of the seeder marker for melons.....	116
--	-----

ENERGY AND TRANSPORT

*Omorov T. T., Takyrbashev B. K., Zakiriaev K. E., Boronin A. G.,
Imanakunova Zh. S., Zholdoshev T. M.*

The concept of improvement of modern information systems of control and
accounting of electricity in distribution networks124

*Журналдын бул санында Кыргыз Республикасынын
Улуттук илимдер академиясынын Машина таануу жана автоматика
институтунда жана академик У. Асаналиев атындагы Кыргыз
мамлекеттик геология, тоо-кен иштери жана жаратылыш
ресурстарын иштетүү университетинде болуп өткөн окумуштуу-педагог
Ж. Усубалиевдин 80 жылдыгына жана Кыргыз Республикасынын
Инженердик Академиясынын 30 жылдыгына арналган
«ИЛИМ, БИЛИМ БЕРҮҮ, ИННОВАЦИЯ ЖАНА ТЕХНОЛОГИЯ:
БААЛОО, КӨЙГӨЙЛӨР, ЧЕЧҮҮ ЖОЛДОРУ»
аталган Эл аралык илимий-практикалык конференциянын
материалдары жарыкка чыкты.
28-29-апрель, 2022-жыл*

*В настоящем номере журнала опубликованы материалы
Международной научно-практической конференции
«НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ:
ОЦЕНКИ, ПРОБЛЕМЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ»,
посвященной 80-летию ученого-педагога Ж. Усубалиева
и 30-летию Инженерной академии Кыргызской Республики,
которая проводилась в Институте машиноведения и автоматики
Национальной академии наук Кыргызской Республики
и Кыргызском государственном университете геологии,
горного дела и освоения природных ресурсов
им. академика У. Асаналиева
28-29 апреля 2022 г.*

*Materials published in this issue of the journal
International Scientific and Practical Conference
"SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION AND TECHNOLOGY:
ASSESSMENTS, PROBLEMS, WAYS OF SOLUTION",
dedicated to the 80th anniversary of the scientist-teacher Zh. Usubaliev
and the 30th anniversary of the Engineering Academy of the Kyrgyz Republic,
which was held at the Institute of Mechanical Engineering and Automation
National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic
and Kyrgyz State University of Geology,
mining and natural resource development them. academician U. Asanaliev
April 28-29, 2022*

МААРАКЕЛЕР

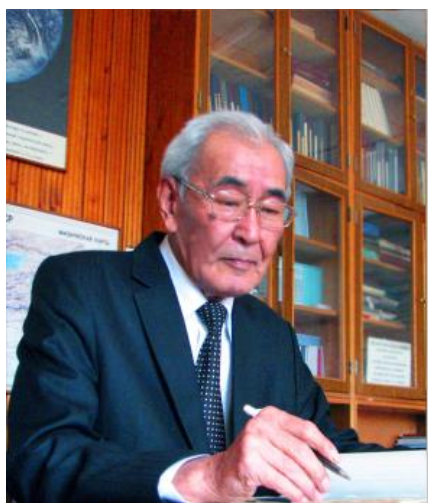
ЮБИЛЕИ

ANNIVERSARY

УСУБАЛИЕВ ЖЕҢИШБЕКТИ КУТТУКТАЙБЫЗ

ПОЗДРАВЛЯЕМ УСУБАЛИЕВА ЖЕҢИШБЕКА

CONGRATULATIONS TO USUBALIEV ZHENISHBEK



18 апреля 2022 года исполнилось 80 лет со дня рождения Жеңишбека Усубалиева, видного деятеля науки и высшего образования КР, известного ученого в области механики и горного машиноведения.

Он родился 18 апреля 1942 года в с. Жаңы-Арык Джумгалского района. В 1966 г. окончил Фрунзенский политехнический институт (ФПИ). С 1966 по 2019 г. прошел путь от ассистента, старшего преподавателя, доцента, профессора, заведующего кафедрами, декана факультетов Фрунзенского политехнического института (ныне КГТУ им. И. Раззакова) до первого проректора Кыргызского горно-металлургического института. С 1969 по 1972 г. Усубалиев Ж. учился в аспирантуре ФПИ по специальности «Горные машины» и по совместительству работал в Отделе механики и горного

машиноведения Института автоматики АН Киргизской ССР (ныне Институт машиноведения и автоматики НАН КР).

С 1996 по 1999 г. работал генеральным директором Центра государственной гуманитарной помощи при правительстве Кыргызской Республики, директором Департамента по охране и экспертизе условий труда, заместителем министра труда и социальной защиты Кыргызской Республики. С 1996 г. работает в Институте машиноведения (Институт машиноведения и автоматики) Национальной академии наук Кыргызской Республики в качестве старшего научного сотрудника и заведующего лабораторией, затем ведущего и главного научного сотрудника.

Ж. Усубалиев ведет активную педагогическую, научно-исследовательскую, научно-методическую, изобретательскую и организаторскую деятельность. При его непосредственном участии подготовлены десятки тысяч квалифицированных инженерных кадров. Среди них видные ученые и государственные деятели. Он был одним из инициаторов создания Горно-металлургического института для подготовки квалифицированных кадров горно-технического, экологического и экономического направления.

Научная деятельность Ж. Усубалиева начата в стенах Академии наук, когда его научными руководителями, академиком О. Д. Алимовым и профессором С. А. Басовым, сформулирована новая в мировой практике задача создания гидравлического ударного механизма с клапанным распределителем непрямого действия (с обратной связью). Им разработаны оригинальные динамические модели и методы теоретического и экспериментального исследования гидравлических ударных механизмов и машин, их конструкции, позволяющие существенно повысить мощность, надежность, коэффициент полезного действия, исключить вибрацию ударных машин. В 1972 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию по специальности горные машины по этой проблематике.

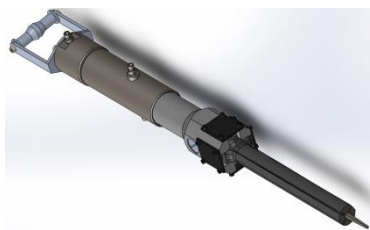
В 1976 г. за разработку научных основ расчета, конструирования и эксплуатацию буровой техники Ж. Усубалиев в составе группы ученых был удостоен звания лауреата Государственной премии Киргизской ССР в области науки и техники.

Основным направлением его научных работ в настоящее время является разработка теории и конструкции гидравлических ударных машин и механизмов, устройств для изготовления изделий, машин для получения сверхвысокого давления и высокомоментных двигателей, применяемых в горнорудной, металлургической, машиностроительной, авиационной промышленности, строительстве, транспорте и др.

За вклад в развитие научных исследований и подготовку кадров в 2002 г. решением Национальной аттестационной комиссии КР Ж. Усубалиеву присвоено ученое звание профессора по специальности «Машиноведение».

Ж. Усубалиевым в соавторстве получено 26 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Его изобретения запатентованы в таких странах, как СССР, Швеция, Франция, ФРГ, ГДР, Болгария, Чехия, Япония и Кыргызстан. Изобретения, предложенные Ж. Усубалиевым, легли в основу серийно выпускаемых гидравлических молотов «Импульс» и бурильных машин универсальных гидрофицированных буровых агрегатов, которые широко эксплуатируются на горнорудных, металлургических предприятиях и строительных объектах Кыргызстана, странах СНГ и неоднократно демонстрировались на различных выставках, за что он награжден серебряной медалью ВДНХ СССР и медалью ВДНХ Кыргызской Республики. За цикл работ «Научные основы создания бурильных машин» ему присуждена Государственная премия республики в области науки и техники.

Ж. Усубалиевым сформулированы новые направления научных исследований по созданию инновационной технологии и техники по обработке материалов, основанные на использовании прогрессивной технологии воды и высокомоментных двигателей, которые успешно разрабатываются в стенах института.



В последние годы труды Ж. Усубалиева направлены на освоение технологии добычи каменных блоков и обработки природного камня, под его руководством разработаны ударно-клиновые устройства для отделения блока камня от массива направленным расколом и ударные механизмы переменной структуры с динамической связью.

Выступая ответственным редактором многочисленных сборников научных трудов, оппонентом диссертаций, ученым секретарем и членом специализированных ученых советов, являясь членом экспертного совета Высшей аттестационной комиссии КР, он внес значительный вклад в подготовку высококвалифицированных научных, научно-педагогических кадров для республики.

Будучи директором департамента по охране и экспертизе условий труда и заместителем министра труда и социальной защиты, занимался организационной работой и был одним из инициаторов создания Государственной инспекции труда. Принимал участие в разработке Трудового кодекса КР и Закона о начальном профессиональном образовании в Кыргызской Республике.

Ж. Усубалиев – автор более 140 научных и научно-методических работ, в том числе двух монографий, двух учебников по теории



механизмов и машин на кыргызском языке, Русско-Кыргызского словаря по механике машин и политехнического словаря в двух изданиях, более десяти учебных пособий. За многолетние выступления на страницах СМИ и пропаганды достижений науки и техники он принят в члены Союза журналистов Кыргызской Республики.

Являясь членом Терминкома, Национальной комиссии по государственному языку при президенте Кыргызской Республики, экспертного совета Высшей аттестационной комиссии КР, членом Совета президиума Государственной службы интеллектуальной собственности и инноваций при правительстве Кыргызской Республики, председателем Научно-технического совета Кыргызской Энциклопедии, внес

большой вклад в повышение качества и распространение результатов научных исследований.

За существенный вклад Ж. Усубалиев награжден Почетными грамотами Минвуза СССР; Министерства образования Кыргызской Республики, ЦК ЛКСМ Киргизии, Почетной грамотой и нагрудным знаком Государственной комиссии по госязыку при президенте КР.

Коллектив Института машиноведения и автоматики НАН КР сердечно поздравляет Усубалиева Ж. с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, творческого долголетия и семейного благополучия.

МЕХАНИКА

МЕХАНИКА

MECHANICS

УДК 621.01

**ТЕХНОЛОГИЯЛЫК МАШИНЕЛЕРДИН
ӨТМ НЕГИЗИНДЕГИ АТКАРУУЧУ
МЕХАНИЗМДЕРИНИН ТҮЗҮМ
СӨЛӨКӨТТӨРҮН ИШТЕП ЧЫГУУ**

**РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНЫХ СХЕМ
ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН НА ОСНОВЕ МПС**

**DEVELOPMENT STRUCTURAL SCHEMES
TECHNOLOGICAL MACHINE'S ACTUATING
MECHANISMS OF BASED ON VSM**

А. А. Кошбаев

A. A. Koshbaev

Мурунку изилдөөлөрдүн жүрүшүндө автор өзгөрүлмө түзүмдөгү механизмдер (ӨТМ) негизиндеги уруучу кол машинелер иштөө учурунда жогорулаган титирөөлөр аныктаган. Бул кемчиликти жок кылуу максатында ӨТМдин негизиндеги уруучу механизмдерин тең салмактоо боюнча иштер жүргүзүлдү. Натыйжада уруучу ӨТМдин жаңы түзүм сөлөкөттөрү иштелип чыккан жана сунушталган. ӨТМге гана таандык касиеттерди ачуу максатында аларды башка иш максаттагы механизмдерге жана машинелерге киргизүү боюнча иштер жүргүзүлдү. Мисалы, мунай затты жана башка суюктуктарды алуу үчүн термелме тестерге. Жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн натыйжасында ӨТМдин негизиндеги термелме тестин аткаруучу механизмдин жаңы түзүм сөлөкөттөрү иштелип чыккан жана сунушталган. Сунуш кылынган жаңы түзүм сөлөкөттөр негизинде ӨТМдин негизиндеги термелме тестин аткаруучу механизмдин эксперименталдык үлгүсү иштелип чыккан жана жасалган.

В процессе проведенных ранее исследований автором было установлено, что ручные ударные машины на основе механизмов

переменной структуры (МПС) при работе создают повышенные вибрации. В целях устранения этого недостатка проведены работы по уравниванию ударных механизмов на основе МПС. В результате которых были разработаны и предложены новые структурные схемы ударных МПС. С целью раскрытия присущих только МПС свойств выполнены работы по их внедрению в механизмы и машины других назначений. Например, в станки-качалки для добычи нефти и других жидкостей. В результате проведенных исследований разработаны и предложены новые структурные схемы исполнительного механизма станка-качалки на основе МПС. На основе предложенных новых структурных схем разработан и изготовлен экспериментальный образец исполнительного механизма станка-качалки на основе МПС.

In the course of previous studies, the author found that manual percussion machines based on variable structure mechanisms (VSM) create increased vibrations during operation. In order to eliminate this shortcoming, work was carried out to balancing the percussion mechanisms based on the VSM. As a result of which new structural schemes of percussion VSM were developed and proposed. In order to reveal the properties inherent only in VSM, work has been carried out to introduce them into mechanisms and machines for other purposes. For example, in rocking machine for the extraction of oil and other liquids. As a result of the research carried out, new structural schemes of the rocking machine executive mechanism based on VSM have been developed and proposed. On the basis of the proposed new structural schemes, an experimental sample of the executive mechanism of the pumping unit based on VSM was developed and manufactured.

Түйүн сөздөр: механизм; ургулоо механизм; аткаруучу механизм; өзгөрүлмө түзүмдүү механизм; технологиялык машина; түзүм сөлөкөтү; ийримуунак; термелгич; термелме тес.

Ключевые слова: механизм; ударный механизм, исполнительный механизм; механизм переменной структуры; технологическая машина; структурная схема; кривошип, коромысло, станок-качалка.

Keywords: mechanism; percussion mechanism, actuating mechanism; variable structure mechanism; technological machine; structural scheme; crank, rocker, rocking machine.

Известны рычажные ударные механизмы переменной структуры (МПС) [1,2]. Эти механизмы по сравнению с традиционными ударными механизмами обладают рядом достоинств, такими как:

- более высокий кпд.;
- простота конструкции и технологичность деталей;

- независимость работы от природно-климатических условий и загрязненности рабочей среды и др.

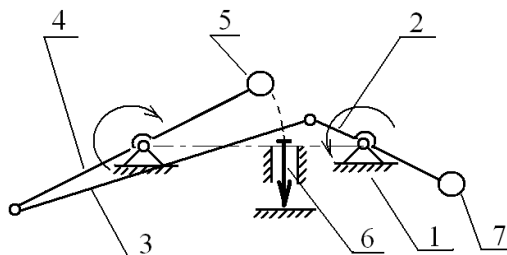
Данные механизмы подразделяются на 3 вида: с наибольшим шатуном, с наибольшим межопорным расстоянием и с наибольшим коромыслом. На основе которых были созданы ударные машины с различными видами приводов и различных типоразмеров с энергией единичного удара от 1 до 1000 и более Джоулей.

При этом в результате проведенных исследований образцов ручных ударных машин, созданных на основе указанных механизмов, автором было установлено [3], что в процессе работы данных машин генерируются большие динамические нагрузки. Эти нагрузки возбуждают большие вибрации, причем оказалось, что некоторые модели ручных ударных машин создавали вибрацию, которая в ряде октавных полос превышала разрешенные санитарными нормами уровни, что недопустимо при работе с ручной машиной. Кроме того, как известно, вибрация вредно воздействует не только на человека-оператора, но также и на детали и узлы самой машины, приводя в конечном итоге к поломкам и выходу из строя.

Поэтому необходимо решение задачи для снижения вибрации от динамических нагрузок и повышения надежности. При анализе выяснилось, что стандартные средства виброизоляции (например, упругие пружины или эластичные материалы), которые вполне эффективно гасят вибрацию в традиционных ударных механизмах, в ударных МПС не работают. В связи с чем были продолжены исследования, в результате которых была синтезирована новая структурная схема рычажного ударного механизма [4] (рисунок 1). В процессе работы при каждом обороте кривошипа 2 коромысло 4 совершает одно качание, ударяя при этом по инструменту 6 ударной массой 5, далее процесс повторяется.

Проведенные исследования показали, что при использовании новой схемы ударного механизма генерируемые при работе динамические нагрузки по сравнению с существующей схемой снизились в 5 раз (рисунок 2), что приводит соответственно также и к снижению уровней создаваемой вибрации.

Результаты дальнейших исследований привели к тому, что были разработаны и другие структурные схемы новых ударных механизмов (рисунок 3). Необходимо отметить, что все три схемы ударных механизмов защищены патентами КР на изобретения [4-6].



1-стойка; 2-кривошип; 3-шатун; 4-коромысло; 5-ударная масса-противовес; 6-инструмент и 7-противовес.

Рисунок 1 – Структурная схема нового ударного механизма с наибольшим шатуном

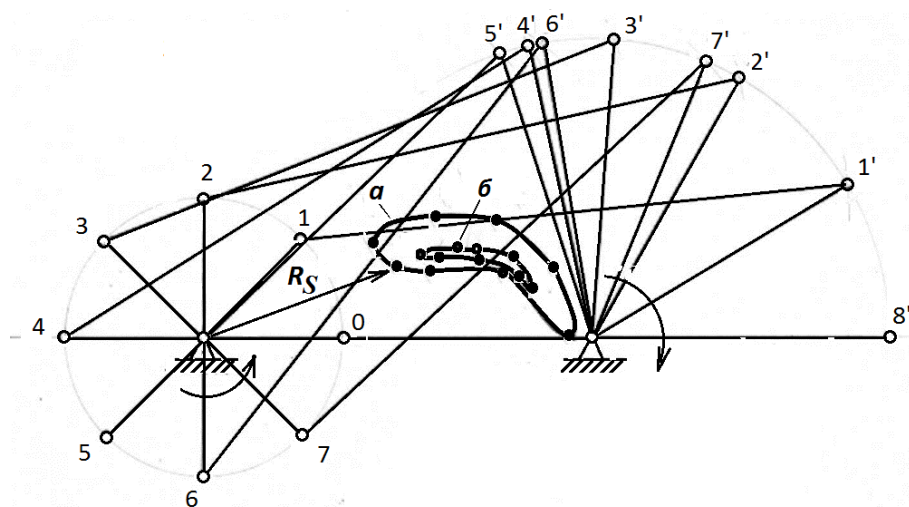
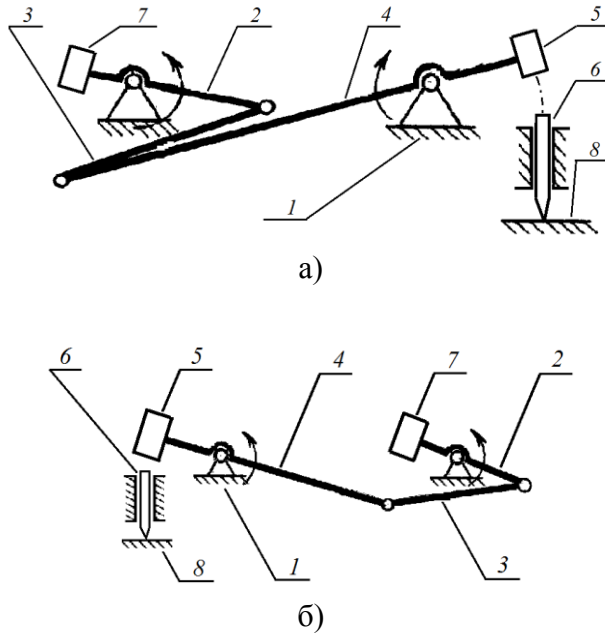


Рисунок 2 – Годограф RS радиус-вектора общего центра масс ударного механизма: а) существующий механизм; б) новый механизм

В настоящее время продолжают исследования по разработке и созданию ручных ударных машин на основе новых схем ударных МПС. Однако, несмотря на то, что были созданы различные машины

на основе МПС, до сих пор до конца не раскрыты все уникальные свойства МПС.



1-стойка; 2-кривошип; 3-шатун; 4-коромысло; 5-ударная масса-противовес; 6-инструмент, 7-противовес, 8-обрабатываемая среда.

Рисунок 3 – Новые структурные схемы ударных механизмов: а) с наибольшим коромыслом; б) с наибольшим межопорным расстоянием

В связи с чем в настоящее время продолжают работы с целью раскрытия присущих только МПС достоинств и их внедрения в механизмы и машины других назначений, например, в станках-качалках для добычи нефти и других жидкостей.

Известно, что во всем мире более 70% объема нефти добывается механизированным способом, осуществляемым в основном станками-качалками различных видов и исполнения. Это связано с рядом положительных качеств, присущих станкам-качалкам (СК). Здесь необходимо отметить, что станки-качалки в основном расположены в отдаленных местностях, где очень сложные

условия эксплуатации из-за различных климатических условий (от вечной мерзлоты до жарких пустынь), и являются нефтедобывающим оборудованием больших масс и габаритов и др., что затрудняет их обслуживание и ремонт.

В нашей же стране практически почти 100% объема добываемой нефти обеспечивается только станками-качалками. Однако имеющийся в стране парк действующих станков-качалок не обновлялся с 90-х годов прошлого века при общепринятом мировом сроке эксплуатации подобного оборудования в среднем до 20 лет. При этом необходимая нефтедобывающая техника и оборудование в КР не производятся.

Соответственно новым направлением работ НИЛ “Импульс” стала разработка и исследование исполнительного механизма привода скважинного насоса на основе рычажных механизмов переменной структуры.

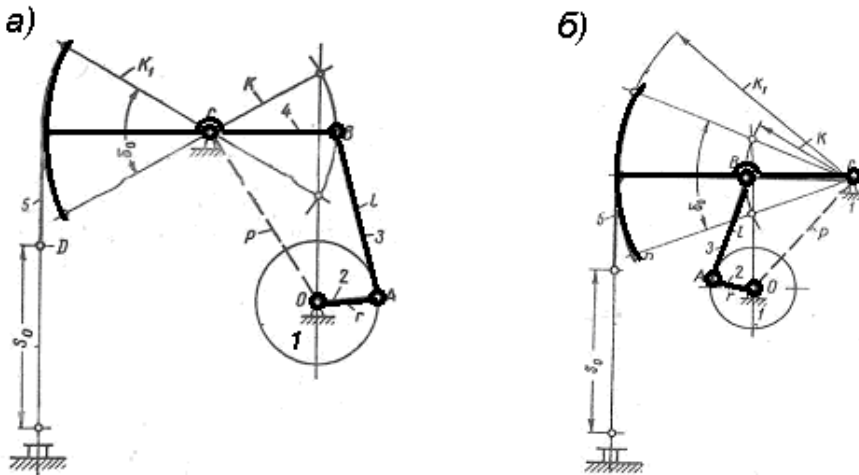
В нефтедобыче наибольшее распространение получили балансирные приводы с механической трансмиссией, в нефтепромысловой практике называемые станками-качалками (СК).

Механизм станка-качалки (рисунок 4) представляет собой шарнирно-четырёхзвенный кривошипно-коромысловый механизм.

Механизм станка-качалки работает следующим образом. Вращательное движение от приводного двигателя передается кривошипу 2, которое затем посредством шатуна 3 преобразуется в качательное движение коромысла-балансира 4. За счет геометрии головки балансира и гибкого звена 5 качательное движение балансира преобразуется в возвратно-поступательное движение штока (ТПШ), приводящего в действие находящийся в скважине плунжерный насос.

Отметим, что на практике встречаются два вида станков-качалок: с двуплечим и одноплечим балансиром.

Причем отметим, что за последние 100 лет промышленной добычи нефти в мире конструкции станков-качалок практически не изменились и сегодня достигли своего предела.



1 - неподвижное звено (стойка); 2 - кривошип; 3 - шатун;
4 - коромысло-балансир; 5 - гибкое звено (подвеска штока
колонны насосных штанг); δ_0 - угол размаха балансира и S_0 -
длина хода точки подвеса штанг (ТПШ).

Рисунок 4 – Структурная схема станка-качалки:
а) с двуплечим балансиром; б) с одноплечим балансиром

Поэтому для повышения надежности и производительности станков-качалок, снижения затрат на их обслуживание необходимы новые решения.

Для этого разработаны и предлагаются новые структурные схемы станков-качалок на основе МПС.

Механизм станка-качалки (рисунок 5) работает следующим образом. При вращении кривошипа 2 движение через шатун 3 передается коромыслу-балансиру 4. При каждом обороте кривошипа 2 коромысло-балансир 4 совершает качательное движение и посредством канатной подвески 5 со штоком 6 колонны штанг приводит в действие находящийся в скважине глубинный насос (здесь не показано).

Для изменения режима откачки пластовой жидкости (производительности скважинного насоса) происходит плавное перемещение опоры 1а кривошипа 2 на некоторое расстояние Δl вправо или влево от базового положения (O^- или O^+), при этом плавно увеличивается или уменьшается угол качания коромысла-

балансира (т.е. длина рабочего хода штока), а соответственно и длина рабочего хода (производительность) глубинного скважинного насоса. Причем все это происходит при работающем двигателе.

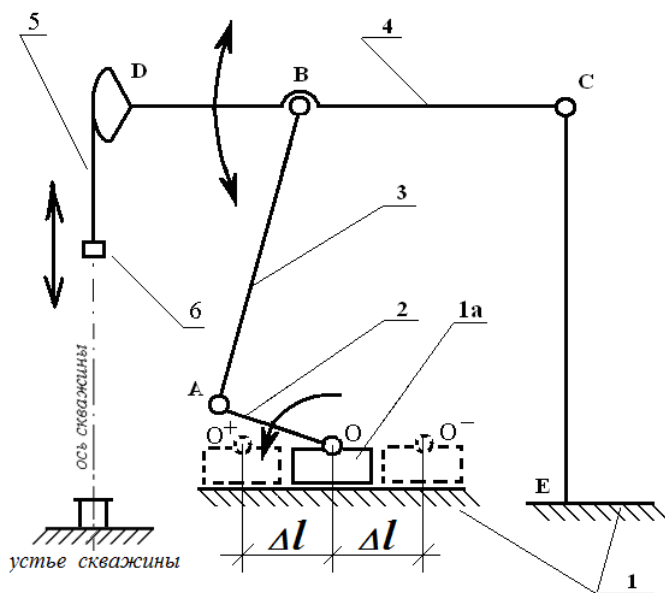


Рисунок 4 – Схема станка-качалки на основе МПС с одноплечим балансиром

В результате этого сократится время простоев при регулировании длины кривошипа для изменения рабочего хода насоса и увеличится объем добычи за счет безостановочной работы установки.

Таким образом, в процессе преобразования движения происходит изменение: параметров стойки (неподвижного звена) - межопорного расстояния; закона движения выходного звена и числа кинематических пар. Причем без разрыва кинематической цепи механизма и остановки входного звена, т.е. предлагаемый механизм станка-качалки, согласно определению С. Н. Кожевникова [9], является также МПС. Отметим, что новые структурные схемы механизмов станков-качалок также защищены патентами КР на изобретения [7, 8].

Заключение. На основе разработанной структурной схемы исполнительного механизма СК разработан и изготовлен лабораторный образец исполнительного механизма СК на основе МПС. Который позволит провести анализ структурных и кинематических свойств исполнительного механизма, а также экспериментально проверить теоретические результаты.

Литература

1. Абдраимов С. Ударный механизм [Текст] / Абдраимов С., Абдраимов Э. С. – Патент ЕА №000370. – 1999.
2. Абдраимов С. Ударный механизм [Текст] / Абдраимов С., Джуматаев М. С. – Патент КР №12. – 1995.
3. Кошбаев А. А. Методы определения и снижения вибрации ручных ударных машин с механизмом переменной структуры [Текст]: Автореф. дисс...канд. техн. наук / Кошбаев А. А. – Бишкек, 2003. – 19 с.
4. Каримов А. Ударный механизм [Текст] / Каримов А., Кошбаев А. А., Эргешов Б. Т. – Патент КР №1704. – 2015.
5. Каримов А. Ударный механизм [Текст] / Каримов А., Абдраимов Э.С., Кошбаев А.А., Эргешов Б.Т. – Патент КР №1771. – 2015.
6. Каримов А. Ударный механизм [Текст] / Каримов А., Абдраимов Э. С., Кошбаев А. А., Эргешов Б. Т. – Патент КР №1772. – 2015.
7. Каримов А. Механизм станка-качалки [Текст] / Каримов А., Кошбаев А. А., Мавлянов М. М. – Патент КР №1570. – 2013.
8. Каримов А. Механизм станка-качалки [Текст] / Каримов А., Кошбаев А. А., Мавлянов М. М. – Патент КР №1694. – 2014.
9. Кожевников С. Н. Теория механизмов и машин [Текст]: Уч. пособие / Кожевников С. Н. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1973. – 592 с.

МАШИНА КУРУУ
МАШИНОСТРОЕНИЕ
MECHANICAL ENGINEERING

УДК 622.271.4

**ЖЕРҮЙ АЛТЫН КЕНИН ИШТЕТҮҮДӨ МЕРЧИМ-
АГЫМДУУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН КОЛДОНУУ
БОЮНЧА СУНУШТАР**

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ
ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ
РАЗРАБОТКЕ ЗОЛОТОРУДНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЖЕРҮЙ**

**RECOMMENDATIONS FOR THE APPLICATION OF
CYCLE-FLOW TECHNOLOGY IN THE
DEVELOPMENT OF THE JEROOY GOLD DEPOSIT**

Тажибаев К. Т., Карабаева Б. К., Тажибаев Д. К.
Tazhibaev K. T., Karabaeva B. K., Tazhibaev D. K.

Макалада Жерүй алтын кенин ачык жол менен казууда мерчим-агымдуу технологияларды колдонуу боюнча жалпы сунуштар берилген. Айрыкча, макалада бош тоо-тектерди эффективдүү казып алуу үчүн карьердик техникалык жабдууларды тандоо боюнча сунуштар берилген, ошондой эле агымдуу жылдыргычтуу унаанын жардамы менен бош тоо-тектерди ташып төгүүнүн максатка ылайыктуулугу негизделет. Жерүй кенин ачык жол менен казып алууда мерчим-агымдуу технологиясынын артыкчылыгы көрсөтүлдү, ал технология экономикалык көрсөткүчтөрдү жогорулатат жана автоунаадан баш тартууда зыяндуу түтүндөрдүн кескин кыскаруусунун эсебинен кендеги экологиялык абалды олуттуу денгээлде жакшыртат, ошондой эле тоолуу аймактарда тоо-кен массасын ташуу жана төгүү учурунда коопсуздукту жогорулатат.

В статье представлены общие рекомендации по применению циклично-поточных технологий при открытой разработке золоторудного месторождения Джеруй. В частности, в статье приводятся рекомендации по выбору карьерной техники для эффективного ведения вскрышных горных работ, а также обоснована целесообразность транспортировки и отвалообразования вскрышных пород с помощью поточного конвейерного

транспорта. Показано преимущество циклично-поточной технологии при открытой разработке рудника Джеруй, которая позволит повысить экономические показатели и значительно улучшить экологическую обстановку на руднике за счет резкого снижения вредных выбросов при отказе от автомобильного транспорта, а также повысить безопасность при транспортировании и отвалообразовании горной массы в условиях горной местности.

The general recommendations on the use of cyclic-flow technologies in the open-pit mining of the Jerooy gold deposit are presented in the article. In particular, the recommendations on the choice of open-pit equipment for efficient overburden mining are given in the article, and also the feasibility of transporting and dumping overburden rocks using flow conveyor transport is substantiated. The advantage of cyclic-flow technology in the open-pit mining of the Jerooy mine, which will increase economic indicators and significantly improve the environmental situation at the mine due to a sharp reduction of harmful emissions in case of refusing from motor transport, and also raise the safety during transportation and dumping of rock mass in mountainous areas is shown.

Түйүн сөздөр: тоо-кен ишкана; мерчим-агымдуу технологиясы; кен; бош тоо-тектер; жылдыргыч; кен казынасы; жүк ташуу; майдалап-ылгалоо комплекси; таштанды.

Ключевые слова: рудник; циклично-поточная технология; руда; вскрышная порода; конвейер; месторождение; транспортирование; дробильно-сортировочный комплекс; отвал.

Key words: mine; cyclic-flow technology; ore; overburden rock; conveyor; deposit; transportation; crushing and sorting complex; dump.

Месторождение Джеруй находится на территории Таласского района Таласской области Кыргызской Республики. Оно расположено на северо-западе республики, в верховье Таласской долины на северном склоне одноимённого хребта. Расстояние от областного центра г. Талас до посёлка рудника составляет около 70 км. Связь с г. Бишкек осуществляется либо через казахстанский город Тараз (464 км), либо через перевал Отмок с выходом на автомагистраль Бишкек–Ош (320 км).

Золоторудное месторождение Джеруй было обнаружено в 1968 г. советскими геологами. Оно располагается на высоте 3000–3600 метров над уровнем моря, на расстоянии 60 километров от города Таласа. Золоторудное месторождение Джеруй является вторым по запасам золота месторождением республики, запасы

золота составляют 85 тонн, серебра – 15 тонн. При отработке месторождения до 70% запасов золота можно добывать открытым, а остальные запасы – подземным способом.

Проектный контур карьера месторождения Джеруй включает в себя 15,5 млн. тонн геологических запасов руды и 35,3 млн. м³ вскрышных пород. Согласно существующему проекту, производственная мощность карьера по руде составляет 1,3 млн. тонн в год. Максимальный годовой объём вскрышных работ, который сможет обеспечить плановую добычу, составляет 4,6 млн. м³, максимальная производительность по горной массе — 5,3 млн. м³. Карьер обеспечивает установленную производительность в течение 11 лет, общий срок эксплуатации проектируемого карьера составляет 14 лет [1].

Месторождение в настоящее время отрабатывается комбинированным открыто-подземным способом. Открытые горные работы ведутся с помощью цикличной технологии, при которой большой объём вскрышных пород перемещается с помощью автосамосвалов, а при формировании отвалов также используются бульдозеры.

Как известно, при развитии горных работ наблюдается устойчивая тенденция к увеличению мощности и глубины карьеров, при этом затраты на транспорт составляют огромную долю в себестоимости 1 тонны руды, так как стоимость ГСМ значительно повысилась в последние годы. Использование автосамосвалов при цикличной технологии приводит к загазованности карьеров и нарушению экологической обстановки, также в условиях высокогорья и низких температур приходится часто ремонтировать технику, что отрицательно сказывается на производительности горных работ. Поэтому в качестве альтернативы применению автомобильного транспорта на руднике Джеруй необходимо внедрять циклично-поточные технологии, включающие эффективный конвейерный транспорт для перемещения горных пород в технологическом потоке в сочетании с циклическими буровзрывными работами и циклично действующими одноковшовыми экскаваторами.

Преимущественное распространение на карьерах получили ленточные конвейеры, обладающие высокой производительностью и

простотой эксплуатации. Конвейеры подразделяют на забойные и отвальные (передвижные), передаточные и сборочные (полустационарные) и магистральные (стационарные). Они состоят из легко собираемых элементов: ленты, приводных и натяжных станций, линейных и переходных секций, оснащенных роlikоопорами, загрузочного устройства.

Лента выполняет роль грузонесущего и тягового органа. Резинотканевые ленты состоят из 3–10 тканевых прокладок, связанных между собой тонкими резиновыми прослойками (сквидами). Прокладки изготавливают из капроновых, анидных, лавсановых или комбинированных (синтетика и хлопок) тканей с прочностью на разрыв 1–4 кН/см. Сверху и снизу тканевая основа защищена резиновыми обкладками. Верхняя рабочая обкладка имеет толщину 4,5–6 мм, нерабочая нижняя – 2 мм. В резинотросовых лентах вместо прокладок или совместно с ними используют стальные тросы диаметром 4,2–13 мм.

Чаще всего в конвейерах применяют трехроlikовые опоры с углом установки боковых роlikов до 30–35°. Для самоцентрирования ленты боковые роlikи отклонены вперед по ходу ленты на 2–3°. Шаг роlikоопор 1,0–1,5 м. Опорой холостой ветви ленты служат удлиненные одиночные или спаренные роlikи, устанавливаемые с шагом 3–6 м. Поверхность роlikов покрыта резиновой оболочкой или состоит из демпфирующих наборных колец. Для повышения производительности конвейеров применяют многороlikовые опоры или опоры с гибкой подвеской.

Приводные и натяжные станции забойных и отвальных конвейеров выполняют передвижными на рельсовом или гусеничном ходу. Привод – однобарабанный с несколькими отклоняющими барабанами, у мощных конвейеров – двухбарабанный. Приводные барабаны футерованы деревом или резиной. Механизм привода включает один – два редуктора, один или несколько электродвигателей. Натяжение лент осуществляется грузовым или винтовым устройствами.

У конвейеров малой производительности погрузочные бункеры выполняют в виде воронки с углом наклона стенок 45–60°, с лотком и питателями разных конструкций, перемещаемыми по

роликоопорам с помощью канатной лебедки. Конвейеры средней и большой производительности оборудуют самоходными бункерами на рельсовом ходу.

Технологические параметры конвейерных линий: ширина ленты, скорость ее движения, допустимые углы подъема и спуска, длина става. Ширина ленты зависит от производительности конвейера, кусковатости транспортируемого материала, и на карьерных конвейерах составляет 1000–2500 мм. Для уменьшения ее износа максимальный размер перемещаемых кусков не должен превышать 300–450 мм [2, 3].

При применении ЦПТ необходимо тщательно рассчитать производительность всей цепочки оборудования: экскаватор, дробильный узел, перегрузочное устройство, конвейерный транспорт, отвалообразователь.

Для эффективного ведения вскрышных горных работ при открытой разработке месторождения Джеруй мы предлагаем использовать поточную конвейерную систему, которая предназначена для транспортирования вскрышных пород на отвалы. При этом отработка вскрышного массива ведется с использованием буровзрывных работ. Для обеспечения производительности карьера в объеме 5 млн. м³ по горной массе выемку вскрышных пород рекомендуется осуществлять 2 экскаваторами ЭКГ-5А с объемом ковша 5,2 м³ и с электрическим двигателем. Основные технические характеристики экскаватора ЭКГ-5А приведены в таблице 1 [4].

В последующем отбитая от массива горная масса засыпается в бункер передвижной дробилки для измельчения пород до необходимой фракции, затем дробленая масса мобильными забойными конвейерами подается на сборочный конвейер, с которого перегружается на магистральный конвейер. Магистральным конвейером вскрыша непосредственно транспортируется на отвалы (рисунок 1).

Таблица 1

№ п/п	Наименование параметра и размера	Норма
1	Вместимость ковша, м ³	5,2
3	Длина стрелы, м	10,5
4	Угол наклона стрелы, град.	45
5	Наибольший радиус копания, Rк, м	14,5
6	Наибольший радиус копания на уровне стоянки, Rкс, м	9,04
7	Наибольшая высота копания, Нк, м	10,3
8	Наибольшая высота разгрузки, Нр, м	6,7
9	Наибольший радиус разгрузки, Rp, м	12,65
10	Наибольший радиус вращения хвостовой части платформы, Rp, м	5,25 (5,9)
11	Просвет под поворотной платформой, Rк, м	1,85
12	Наибольшее усилие на подвеске ковша, кН (тс)	490 (50)
15	Допускаемый угол наклона экскаватора при работе, град, не более	3
16	Допускаемый угол наклона экскаватора при передвижении, град, не более: продольный, поперечный	12
17	Скорость передвижения, км/ч, не менее	0,55-0,77
18	Усилие напора, стопорное, тс	20,5
19	Скорость подъема ковша, номинальная, м/с	0,87
20	Скорость напора, номинальная, м/с	0,57
22	Номинальная мощность: сетевого двигателя, кВт трансформатора, кВА	250, 40;63
24	Теоретическая производительность, м ³ /ч, для ковша вместимостью 5,2 м ³ , не менее	814
26	Масса рабочая, т в том числе противовеса, т	200 45...48
27	Средний срок службы экскаватора, лет, не менее	20



Рисунок 1 – Магистральный ленточный конвейер для транспортировки вскрышных пород

Для транспортирования вскрышных пород месторождения Джеруй на отвалы при обеспечении годовой производительности по вскрыше 5 млн. м³ рекомендуется использовать магистральный ленточный конвейер со следующими техническими характеристиками (таблица 2).

Таблица 2

Ширина ленты, мм	Скорость движения ленты, м/сек	Производительность, м ³ /час	Мощность привода, кВт
1200	2,3	1400	до 750

Для безопасного формирования отвалов и увеличения производительности горных работ мы рекомендуем использовать консольный отвалообразователь на гусеничном ходу, так как при использовании автосамосвалов и бульдозеров возникает опасность аварийных ситуаций.

Для формирования отвалов вскрышных пород для обеспечения годовой производительности по вскрыше 5 млн. м³ рекомендуется использовать консольный отвалообразователь на гусеничном ходу со следующими техническими характеристиками (таблица 3).

Таблица 3

Наименование	Значение
Производительность, м ³ /час	1400
Длина стрелы, м	90
Диапазон наклона стрелы, градусов	7,5
Максимальная высота укладки, м	24
Ширина конвейерной ленты, мм	1200
Ходовая система	гусеничная

Таким образом, применение циклично-поточной технологии с конвейерным транспортом при ведении вскрышных горных работ на руднике Джеруй приведет к существенному экономическому эффекту и повышению производственной мощности горного предприятия. При внедрении циклично-поточных технологий, помимо экономической составляющей, будет значительно улучшена экологическая обстановка на руднике за счет резкого снижения вредных выбросов при отказе от автомобильного транспорта и также повысится безопасность при транспортировании и отвалообразовании горной массы в условиях горной местности.

Литература

1. ТЭО целесообразности отработки месторождения Джеруй. ЗАО ГПК «Азиярудпроект». – Бишкек, 2007. – 388 с.
2. Спиваковский А. О. Ленточные конвейеры в горной промышленности. – М., 1982. –115с.
3. Шешко Е. Е. Горнотранспортные машины и оборудование для открытых работ. – М.: Изд-во МГГУ, 2003. – 195с.
4. <http://uzgm.ru/komplektatsiya/osnovnye-tekhnicheskie-kharakteristiki/>.

УДК 621.313.13

ТУРАКТУУ МАГНИТТЕРИ БАР МАШТАШ КЫЙМЫЛДАТКЫЧТАРДЫ БУРГУЛОО ЖАБДУУНУН ЭЛЕКТР ИШТЕТКИЧИН ЖЫШТЫК- ЖӨНДӨӨ ҮЧҮН КОЛДОНУУ КЕЛЕЧЕКТҮҮЛҮГҮ

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ ДЛЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

PROSPECTS OF APPLICATION OF SYNCHRONOUS MOTORS WITH PERMANENT MAGNETS FOR FREQUENCY-CONTROLLED ELECTRIC DRIVE OF DRILLING EQUIPMENT

А. В. Анохин, С. Ф. Мурашова, Алымбек у. Ч., Д. Д. Давлеталиев
A. V. Anokhin, S. F. Murashova, Alymbek u. Ch., D. D. Davletaliyev

Жөндөлбөс электр иштеткичтен жөндөлүүчүгө өтүү өндүрүштө жана тиричиликте энергия үнөөмдөнүн жеке негизги бир жолу эмес, ошондой эле башкаруунун сапатын жогорулатуу максатында жана анын колдонуусунун коопсуздугунун негизги фактору болуп эсептелет. Бул жерде белгилеп кетиши керек, жыштык жөндөөчү башкаруу блогу бар беймаштык электр кыймылдаткычтардын кеңири түрлөрү пайда болушуна карабастан, алар механикалык мүнөздөмөсүнүн жетиштүү ийкемсиздигин кеңири диапазондо жөндөөсүн камсыздай албайт, анысы механикалык системадагы серпилгич механикалык термелүүлөрдүн басаңдатуусун ишенимдүүлүгүн азайтат, жекече бургулоо мамыда. Бул иште кош мамы түтүктүү бургулоо машинанын кыймыл келтиргич катары турактуу магниттери бар машташ машиналарды колдонуу мүмкүнчүлүгү каралды, мындай нерсе келечекте бургулоочу машиненин аткаруу ишинде башкаруу системасынын ишенимдүүлүгүн, иш сапатын жана өндүрүмдүүлүгүн жогорулашына мүмкүндүк түзүп берет.

Переход от нерегулируемого электропривода к регулируемому является не только одним из основных путей энергосбережения в производстве и быту, но и главным фактором повышения качества управления и безопасности его эксплуатации. Надо отметить, что, несмотря на появление широкой линейки асинхронных электродвигателей с частотно-регулируемым блоком управления, они не обеспечивают достаточную жёсткость механической характеристики в широком диапазоне регулирования, а это

снижает надёжность демпфирования упругих механических колебаний в механической системе, в частности буровой колонне. В настоящей работе рассматривается возможность использования синхронных машин с постоянными магнитами в качестве приводов бурильной машины с двойной колонной труб, что в перспективе позволит увеличить надёжность системы управления, качество и производительность работы, выполняемой буровой машиной.

The transition from an unregulated electric drive to a regulated one is not only one of the main ways of energy saving in production and in everyday life, but also is the main factor in improving the quality of management and safety of its operation. It should be noted that despite the appearance of a wide range of asynchronous electric motors with a frequency-controlled control unit, they do not provide sufficient rigidity of the mechanical characteristics in a wide range of regulation, and this reduces the reliability of damping elastic mechanical vibrations in a mechanical system, in particular a drilling string. In this paper, we consider the possibility of using synchronous machines with permanent magnets as drives for a drilling machine with a double string of pipes, which in the future will increase the reliability of the control system, the quality and productivity of the work performed by the drilling machine.

Түйүн сөздөр: машташ машиналар; жыштыктуу жөндөө; сейрек кездешүүчү турактуу магниттер; санбагытты кбашкаруу; ийкемсиздик механикалык мүнөздөмөсү; ротордун бурулуу бурчун билгизгичтери; бургулоо механизми; кош бургулоо мамылуу түтүк.

Ключевые слова: синхронные машины; частотное регулирование; редкоземельные постоянные магниты; векторное управление; жесткая механическая характеристика; датчики угла поворота ротора; бурильный механизм; двойная буровая колонна.

Keywords: synchronous machines; frequency control; rare-earth permanent magnets; vector control; rigid mechanical characteristic; rotor angle sensors; drilling mechanism; double drilling string.

В конце 90-х годов в Институте машиноведения НАН КР был разработан буровой комплекс КБ-76 для бурения глубоких направленных скважин в угольных газонасыщенных пластах с целью их дегазации. Особым пунктом в техническом задании проекта было требование о механическом способе очистки скважины от буровой мелочи.

Из всех известных механических способов очистки скважин наиболее производительным и эффективным в данном классе является шнековый инструмент. Однако шнековый способ очистки скважины с увеличением её глубины является самым энергозатратным и требует больших затрат мощности на транспортирование

разрушенной породы. Большинство исследователей и производителей считают, что наиболее эффективно этот способ бурения можно применять до глубины 70 метров [1]. При проектировании бурового комплекса была поставлена задача об использовании гидропривода и систем управления на давление не менее 20 МПа. В проекте были заложены самые последние отечественные и зарубежные разработки комплектной гидроаппаратуры на указанное давление с возможностью обеспечить необходимые энергетические параметры для шнекового бурения.

В итоге экспериментальный буровой комплекс КБ-76 с комплектной экскаваторной трёхнасосной станцией и системой управления Danfos был разработан, изготовлен и прошёл заводские испытания. Однако из-за технической сложности изготовления шнековой колонны и возможности невыполнения этим буровым снарядом требуемой глубины бурения (200 метров) нами было предложено опробовать новую разработку – легкосплавную двухприводную буровую колонну с внутренней буровой трубой, установленной относительно наружной на подшипниковых опорах. Эта разработка использовалась ранее для специальных работ и показала очень хорошие результаты. При глубине скважин 100 метров отклонение было практически нулевым. Скважина просматривалась насквозь. По результатам контроля рабочих параметров бурового комплекса энергозатраты на бурение оказались существенно ниже предполагаемых.

В дальнейшем, учитывая требования техники безопасности при эксплуатации оборудования на сверхкатегорийных шахтах, легкосплавные трубы из сплава Д16Т были заменены на стальные.

Промышленные испытания проводились на шахте им. В. И. Ленина Карагандинского угольного бассейна, которая относится к разряду сверхкатегорийной по выделению метана и опасной по внезапным выбросам. В процессе испытаний были отработаны режимы бурения направленных скважин и оценена точность проходки с использованием двухприводной буровой колонны.

Шахтные испытания подтвердили работоспособность бурового комплекса и его технологические возможности при бурении разгрузочных скважин, которые заключаются в следующем [2]:

- станок позволил выполнить точное забуривание снаряда на заданное направление (в допустимых пределах отклонения 1 м на 100 м длины) и его поддержание до проектной глубины скважины;

- минимальное воздействие буровой колонны на стенки скважины и практическое отсутствие в ней штыба позволило исключить и значительно снизить вероятность заклинивания бурового снаряда в скважине;

- образцы керна позволили точно определить физические свойства угольного пласта и степень насыщенности газом;

- наличие двойной колонны труб с внутренним буровым ставом позволило практически без потерь передавать осевую нагрузку и крутящий момент от бурильной машины до породоразрушающего инструмента в забое;

- затраты мощности на вращение внутренней буровой колонны практически не изменялись по мере углубления скважины.

Данные испытания подтвердили работоспособность двухприводной буровой колонны при бурении направленных скважин, и буровой комплекс КБ-76 был рекомендован для бурения разгрузочных скважин в выбороопасных пластах.

Как показали испытания при бурении двухприводной буровой колонной с внутренней буровой трубой, установленной относительно наружной на подшипниковых опорах, энергозатраты на проходку глубокой скважины с увеличением её глубины практически не изменились, а зависели только от крепости конкретной породы, по которой проводилось бурение. Медленно вращающаяся наружная колонна защищала буровой инструмент от соприкосновения со стенками скважины, вследствие чего затраты мощности на вращение внутренней буровой колонны не превысили 5 кВт. Поскольку частота вращения наружной колонны с выходного вала редуктора составляла 6÷8 об/мин, для данных параметров расчетная мощность привода не превысила 1 кВт. Высокая продольная жёсткость двойной буровой колонны позволила сохранить прямолинейность на протяжении всего этапа бурения скважины.

Отсутствие резких изменений нагрузок на приводе вращения бурильной машины позволило напрямую использовать

электрический привод при бурении глубоких скважин с двухприводной буровой колонной с внутренней буровой трубой.

Современный электропривод – это совокупность множества электромашин, аппаратов и систем управления ими. Он является основным потребителем электрической энергии и главным источником её преобразования в механическую энергию. Из всего объёма электроэнергии, вырабатываемой в мире, примерно 65% [3, 4] потребляют электроприводы и преобразуют её в механическую энергию, необходимую для работы машин и механизмов в производстве и быту.

Качество и надёжность электрических приводов зависит от типа приводов, его технических характеристик, возможности обеспечить продолжительную работу с максимальной эффективностью.

Регулирование привода может быть ручным, программным, автоматическим и т. п.

1. *Нерегулируемый* – самый простой вид электропривода. Он применяется в обычном режиме пуска и остановки электрического двигателя с постоянной скоростью вращения. В некоторых случаях его можно оснащать коробкой передач с возможностью ступенчатого регулирования частоты вращения выходного вала (например, токарный станок).

2. *Регулируемый или частотно-регулируемый* электропривод. Главным назначением частотно-регулируемого электропривода является бесступенчатое регулирование частоты вращения вала асинхронного электродвигателя. Частотный привод позволяет управлять асинхронным электродвигателем, осуществлять защиту двигателей, поддерживать высокий КПД и оптимизировать режим его работы в зависимости от нагрузки. Использование регулируемых электроприводов – это существенная экономия электроэнергии [4, 5] в отличие от электродвигателей, работающих в постоянном режиме. Применяются данные виды приводов в станках с числовым, программным обеспечением, бытовых кондиционерах, стиральных машинах, автоматизированных конвейерах, в системах вентиляции и водоснабжении.

Переход от нерегулируемого электропривода к регулируемому является одним из основных путей энергосбережения в производстве и в быту с помощью современных средств управления.

Электрические машины переменного тока не имеют ограничений по предельной мощности. Питание обмотки статора может производиться от сети с напряжением в десятки киловольт. Электродвигатели переменного тока являются самыми распространенными видами электрических машин, которые применяются во всех областях человеческой деятельности, где есть необходимость в преобразовании электрической энергии в механическую.

В ранее проводимых исследованиях [6], где рассматривались асинхронные частотно-регулируемые электродвигатели, отмечалось, что регулируемый электропривод должен обеспечивать высокую жёсткость механической характеристики с возможностью демпфирования упругих механических колебаний в механической системе, в частности буровой колонне.

В настоящей работе рассмотрим возможность использования синхронных машин с постоянными магнитами в качестве привода бурильной машины с двойной колонной труб.

В синхронных машинах этого типа постоянно направленное поле возбуждения в роторе образуется с помощью постоянных магнитов. Синхронные машины с постоянными магнитами не нуждаются в возбудителе и благодаря отсутствию потерь на возбуждение обладают высоким КПД, их надёжность существенно выше, чем у обычных синхронных машин. Кроме того, они практически не нуждаются в обслуживании в течение всего срока службы.

По сравнению с асинхронными двигателями синхронные имеют более сложную конструкцию и, следовательно, их стоимость выше. Однако эти двигатели обладают способностью оказывать энергосберегающее влияние на участке электрической сети, в котором они работают. Дело в том, что если у работающего синхронного двигателя постепенно увеличивать ток в обмотке возбуждения, то будет уменьшаться реактивная (индуктивная) составляющая тока статора. В результате будет уменьшаться угол фазового сдвига между током статора двигателя и напряжением сети. При некотором значении тока в обмотке возбуждения синхронного двигателя реактивная составляющая тока статора уменьшится до нуля, ток статора станет чисто активным и коэффициент мощности синхронного двигателя $\cos \varphi = 1$.

Если продолжать увеличение тока возбуждения (перевозбуждать двигатель), то реактивная составляющая тока статора вновь появится, но теперь она будет опережать по фазе напряжение, т. е. станет ёмкостной [7].

Вращающий момент на валу синхронного электродвигателя пропорционален напряжению сети в первой степени, в то время как момент асинхронного электродвигателя пропорционален его квадрату. Это определяет более надёжную работу синхронных двигателей при снижении напряжения питания. Кроме того, синхронный электродвигатель имеет возможность компенсации снижения напряжения питания статора путём увеличения тока возбуждения ротора [7].

К другим достоинствам синхронных электродвигателей относятся:

- высокий КПД, составляющий 96–98%, что на 1–2% выше КПД асинхронных двигателей той же мощности;
- абсолютно жёсткая механическая характеристика, что позволяет стабилизировать частоту вращения и определять пройденное угловое перемещение без применения датчиков положения;
- простота охлаждения внешним вентилятором вследствие большого воздушного зазора в пазах статора синхронных двигателей;
- особенности конструкции синхронных двигателей, позволяющие изготавливать их на мощности в десятки мегаватт.

Синхронные машины наиболее перспективные электромеханические преобразователи энергии, и их применение в сервоприводах мехатронных систем непрерывно расширяется.

К недостаткам синхронных двигателей следует отнести сложность конструкции ротора по сравнению с асинхронными двигателями, сложность пуска без применения специальных средств управления и сложность переходных процессов при изменении нагрузки на валу. Угловая характеристика на начальном участке по сути является графиком зависимости момента упругого элемента от угла закручивания, т.е. ротор двигателя, обладающий моментом инерции, ведет себя как маятник на спиральной пружине. Эта особенность обуславливает высокую степень колебания переходных процессов и сложность управления двигателем. Для уменьшения колебаний ротора

применяют короткозамкнутую успокоительную обмотку, укладываемую в пазах.

Управление синхронными машинами осуществляется при помощи частотных преобразователей и сервоконтроллеров[7]. Существует несколько принципов управления синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ), а выбор их схемы осуществляется исходя из требований к электроприводу и экономической целесообразности.

Для бурильной машины с двойной колонной труб представляют интерес синхронные двигатели с прямым управлением серии Dyneo[8]. Это новая серия синхронных двигателей с постоянными магнитами, обладающих высоким КПД, повышенными скоростями вращения и относительно широким диапазоном мощностей.

Серия представлена моделями: LSRPM – с алюминиевым корпусом с IP55 для общепромышленных применений; PLSRPM – со стальным корпусом с IP23 для применений, где требуется высокая удельная мощность.

В таблице 1 приведены сокращенные технические характеристики некоторых типов синхронного двигателя с постоянными магнитами [9].

Таблица 1 – Основные параметры двигателей Dyneo

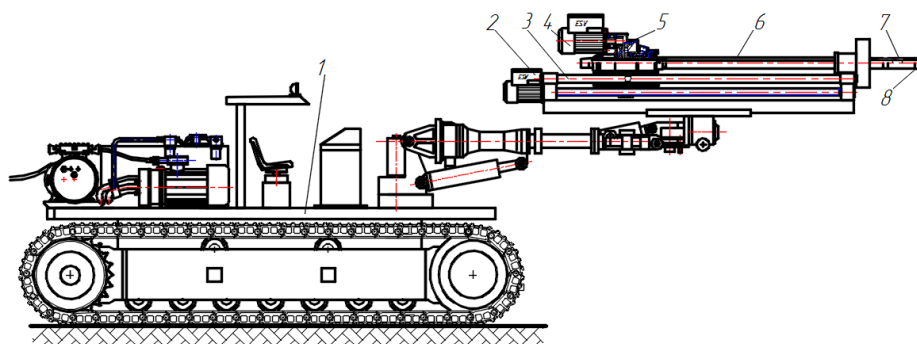
Тип	P, кВт	Mн, Нм	I, А	η, %	Mп/Mн	Масса, кг
3000 об/мин						
LSRPM 90SL	5,8	19	11	91,5	1,37	14
LSRPM 90L	7,3	23	13,5	93	1,37	17
1500 об/мин						
LSRPM 90L	3,7	24	7,2	89	1,37	17
LSRPM 100L	6	38	10,9	91,5	1,37	26

За счет использования постоянных магнитов в роторе в нем отсутствуют потери, что влечет к увеличению КПД на 2–4 пункта по сравнению со стандартным асинхронным двигателем аналогичной мощности. При этом, в отличие от асинхронного двигателя, КПД остается постоянным на всем диапазоне регулирования скорости.

Поскольку данная серия предназначена для использования в составе частотно-регулируемого электропривода, двигатели Duneo адаптированы к использованию с преобразователями частоты Emerson серий Unidrive M, Powerdrive MD2 и Powerdrive FX и других типов. Благодаря этому достигается превосходная точность регулирования скорости и момента приводного двигателя в сочетании с высокой надежностью.

Теперь, когда появилась возможность использовать компактные частотно-регулируемые приводы вращения, нами предлагается усовершенствовать буровую установку за счет применения синхронного двигателя.

На рисунке 1 представлен вариант разработанной бурильной машины с синхронными двигателями СДПМ на приводах вращения и подачи буровой колонны.



- 1 – гусеничная платформа с манипулятором, 2 – синхронный электродвигатель подающего механизма, 3 – рама из трубных направляющих, 4 – привод СДПМ бурильного механизма, 5 – бурильный механизм, 6 – двойная буровая колонна, 7 – головной снаряд, 8 – буровая коронка

Рисунок 1 – Бурильная машина с синхронными двигателями СДПМ

В предложенном варианте колонковое бурение осуществляется вращательным способом с использованием двойной колонны труб и коронки с алмазно-твёрдосплавными резцами. Транспортировка керна и шлама осуществляется продувкой сжатым воздухом или промывкой.

На основании проведённого анализа о возможности использования синхронного двигателя с постоянными магнитами (СДПМ) в качестве основных приводов в бурильной машине можно сделать следующие выводы:

1. Оснащение бурильной машины СДПМ позволяет существенно (в $1,5 \div 2$ раза) снизить массу и габариты электродвигателя по сравнению с асинхронным при одинаковой мощности.

2. СДПМ обеспечивает абсолютно жёсткую механическую характеристику в широком диапазоне регулирования частоты вращения буровой колонны независимо от изменяющейся нагрузки на буровом инструменте, позволяет существенно снизить энергозатраты в электросети и обеспечивает высокий КПД.

3. Благодаря отсутствию потерь на возбуждение в роторе повышается надёжность работы синхронных двигателей даже при снижении напряжения питания.

Таким образом, на основании приведенных выводов можно сделать следующее заключение— применение синхронных двигателей с постоянными магнитами для частотно-регулируемого электропривода бурового оборудования в перспективе позволит увеличить надёжность системы управления, качество и производительность работы, выполняемой буровой машиной.

Литература

1. Башкатов Д. Н., Олоновский Ю. А. Вращательное шнековое бурение геологоразведочных скважин. – М.: Недра, 1968. – 192 с.
2. Анохин А. В. Испытания бурового комплекса КБ-76 на шахте им. Ленина в г. Шахтинске [Текст] Т-77. Труды Кыргызского ин-та минерального сырья: Сб. науч. тр. (КИМС). – Бишкек, 2000. – С. 200 – 206.
3. Бекишев Р. Ф. Электропривод. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studme.org/84176/tehnika/elektroprivod>. Дата обращения: 26.03.2021 г.
4. Гейлер Л. Б. Основы электропривода. Мн., «Вышэйш. школа», Минск, 1972. – 608 с. с ил.
5. Виды и особенности электроприводов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=tGbENeV1Q9c>. Дата обращения: 10.03.2021 г.
6. Анохин А. В., Мурашова С. Ф. Буровой станок с частотно-регулируемым электроприводом [Текст] / А. В. Анохин, С. Ф. Мурашова //Машиноведение. Научно-технический журнал. – № 1 (13). – Бишкек: Илим, 2021. – С. 73–81.
7. Управление синхронным двигателем с постоянными магнитами. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://drives.ru>. Дата обращения: 22.10.2021 г.
8. Синхронные двигатели. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://driveka.ru/>. Дата обращения: 15.04.2022 г.
9. Синхронный двигатель с постоянными магнитами. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/pmsm/#control>. Дата обращения: 21.10.2021 г.

УДК 622.233.65

БИР ЭНЕРГИЯ БУЛАГЫ МЕНЕН ГИДРАВЛИКАЛЫК ПЕРФОРАТОРДУН ЧӨЙРӨСҮН КЕҢЕЙТҮҮ МҮМКҮНЧҮЛҮКТӨРҮ ЖӨНҮНДӨ

О ВОЗМОЖНОСТЯХ РАСШИРЕНИЯ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПЕРФОРАТОРА С ОДНИМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ

ON THE POSSIBILITIES OF EXPANDING THE SCOPE OF THE HYDRAULIC PERFORATOR WITH A SINGLE POWER SOURCE

М. Ураимов

M. Uraimov

Макалада, бургулоо машиналарын чыгаруучу эки белгилүү фирмалар чыгарган ургулоо-айлантма ыкмасы менен иштөөчү бургулоо машиналардын жана Кыргыз Улуттук академиянын Машина таануу жана автоматташтыруу институтунда иштелип чыккан жана ГП 250 деп белгиленген перфоратордун параметрлеринин салыштырма анализинин натыйжалары берилген. Бул перфоратордун, белгилүү машиналардан айырмасы болуп, бургулоочу аспапты айлантуу үчүн атайын кыймылдаткыч жоктугу болуп эсептелет. Бургулоочу машиналардын параметрлерин салыштырып талдоонун негизинде алардын бир жумушчу циклдин ичинде бургулоо аспабынын бурулуу бурчунун чондугу жана ургулоо энергиясынын мааниси боюнча, салыштырылып жаткан бургулоо машиналарынын көп айырмасы жоктугу аныкталган. Ошол эле учурда белгилүү машиналарга жакыныраак дал келүү үчүн бул перфоратордун конструкциясында анын жалпы өлчөмдөрүн жана салмагын көбөйтпөстөн, кээ бир структуралык өзгөрүүлөрдү киргизүү менен, анын айлантуу моменттин көбөйтүү мүмкүнчүлүгү бар экендиги аныкталган.

В статье представлены результаты сравнительного анализа параметров известных моделей гидравлических бурильных машин для вращательно-ударного способа бурения, выпускаемых двумя известными разработчиками таких машин, и перфоратора, разработанного в Институте машиноведения и автоматики НАН КР, обозначенного как ГП 250 и отличающегося от известных бурильных машин отсутствием в его конструкции специального привода для вращения буровой штанги. На основе сравнительного анализа параметров бурильных машин выявлено, что

перфоратор без специального привода механизма вращения буровой штанги по величине таких важных параметров бурильных машин, как угол поворота буровой штанги за один рабочий цикл и энергия удара, близки к соответствующим параметрам машин вращательно-ударного действия. В то же время для близкого соответствия к известным машинам выявлена необходимость обеспечения более высокого значения крутящего момента, что реализуемо в конструкции данного перфоратора за счет небольших конструктивных изменений, без увеличения его габаритных размеров и массы.

The article presents the results of a comparative analysis of the parameters of known models of hydraulic drilling machines for rotary percussion drilling, produced by two well-known developers of such machines and a perforator developed at the Institute of Mechanical Engineering and Automation of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic and designated as GP 250 and differing from the known drilling machines of the absence in its designs of a special drive for the rotation of the drilling rod. On the basis of a comparative analysis of the parameters of the drilling machines, it was revealed that the perforator without a special drive for the rotation mechanism of the drill rod, in terms of the magnitude of such important parameters of the drilling machines as the angle of rotation of the drill rod in one working cycle and the impact energy, is close to the corresponding parameters of the machines, rotationally - impact action.

Түйүндүү сөздөр: гидравликалык перфоратор, сокку-буруу менен бургулоо, бургулоочу аспап.

Ключевые слова: гидравлический перфоратор, ударно-поворотное бурение, буровой инструмент.

Keywords: hydraulic drilling machine, shock-turn drilling, drilling tool.

В настоящее время для бурения горных пород в подавляющем большинстве случаев используются бурильные машины, основанные на использовании ударной нагрузки и среза горной породы. Эти машины вращательно-ударного действия обеспечивают достаточно высокую скорость бурения, чем объясняется их широкое распространение.

Особенностью таких машин является независимая, параллельная, работа ударного механизма и механизма вращения буровой штанги. Следовательно, для привода каждого механизма эти машины имеют два источника питания, которые работают параллельно и характеризуются высокой величиной суммарной мощности, большими габаритами и массой.

При бурении относительно мягких пород используются перфораторы, которые реализуют последовательную работу ударного механизма и механизма вращения буровой штанги, что достигается за счет особенностей геликоидального механизма для преобразования поступательного движения ударной массы во вращательное движение буровой штанги. Но эти машины по ряду причин ограничены по мощности, и в первую очередь из-за невысокой величины крутящего момента. Это ограничивает области их применения, и поэтому с помощью таких перфораторов из-за низкой величины крутящего момента возможно осуществлять бурение только ударно-поворотным способом.

В то же время, на наш взгляд, представляет интерес (имеет перспективу развития) разработка бурильных машин, работающих от одного источника питания и обеспечивающих возможность работы во вращательно-ударном режиме. Это дало бы возможность облегчить и упростить конструкцию бурильных машин, например, за счет устранения дополнительного привода и соответствующей трансмиссии для формирования крутящего момента и передачи к буровой штанге.

В Институте машиноведения и автоматики НАН КР разработана конструкция гидравлического перфоратора (рисунок 1), в которой механизм поворота и ударный механизм работают последовательно. Привод этих механизмов осуществляется от одного источника питания [3]. Механизм поворота буровой штанги одновременно выполняет роль распределителя потока жидкости, постоянно подаваемого от источника питания постоянной производительности.

Благодаря независимой работе механизма поворота буровой штанги и ударного механизма величина крутящего момента не связана с энергией удара. При этом в отличие от известных пневматических перфораторов этот перфоратор рассчитан на развитие высокого крутящего момента, достаточного для среза горной породы.

С точки зрения оценки возможностей и перспективы дальнейшего совершенствования и развития данной конструкции представляет интерес сравнение его основных параметров, определяющих его возможности, с соответствующими параметрами некоторых, наиболее широко используемых в настоящее время бурильных машин с двумя источниками питания.

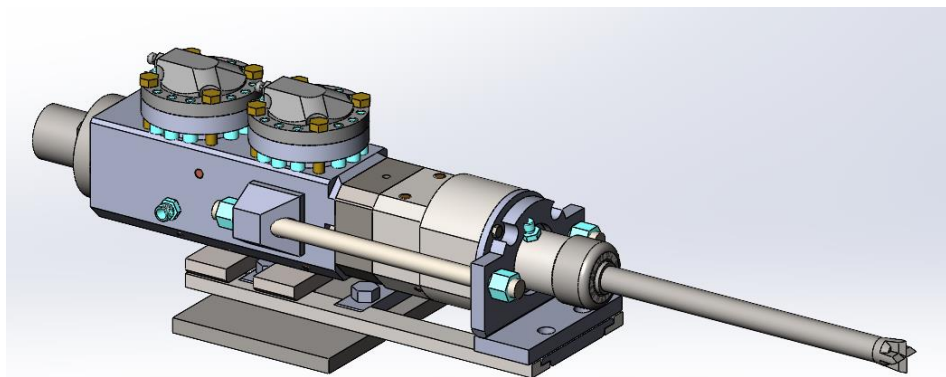


Рисунок 1 – Общий вид гидравлического перфоратора ГП 250

В качестве прототипов для сравнительного анализа выбраны технические характеристики трех образцов бурильных машин, выпускаемых известными фирмами AtlasCorpo (Швеция) и Tamrock (Финляндия). Основные параметры бурильных машин, которые фирмы представляют в своих источниках [4,5,6], показаны в таблице 1. Здесь же представлены некоторые характеристики гидравлического перфоратора ГП 250, разработанного в Институте машиноведения, при полученных результатах в ходе испытаний.

Исходя из данных, представленных в таблице 1, можно отметить, что параметры экспериментального образца перфоратора значительно уступают аналогичным параметрам известных бурильных машин вращательно-ударного действия.

Основной причиной такого превосходства является низкая (более чем в 3 раза) ударная мощность данного образца. Следовательно, повышением ударной мощности, что можно достигнуть за счет повышения энергии удара и частоты удара, можно добиться примерно таких же параметров, что и известные машины. Причем повышения указанных параметров можно добиться за счет внесения незначительных конструктивных изменений при сохранении габаритных размеров и массы перфоратора.

Таблица 1 – Технические характеристики гидравлических бурильных машин

Параметры бурильных машин	Ед. изм	Модели бурильных машин			
		COP18 38 ME	Tam-rock HL 510	COP 1238 ME	ГП 250
Частота ударов, μ	1/мин	3600	3540	2400-3600	1200
				3000	
Частота вращения бурового инструмента, $\mu\nu r$	1/мин	0-210	0-250	0-300	67 (100)
Давление жидкости в гидросистеме, P_s	МПа	21	12-17,5	25	15
Крутящий момент, Mkr	Н·м	1000	400	500	120
Масса, M	кг	170	130	151	130
Ударная мощность, Ny	кВт	18	16	15	6,25

Таблица 2 – Параметры гидравлических бурильных машин

Параметры бурильных машин	Расчетные зависимости	Ед. изм.	Модели бурильных машин			
			COP1 838 ME	Tam-rock HL 510	COP 1238 ME	ГП 250
Период колебания поршня-ударника, To	60/ μy	сек	0,0167	0,0169	0,0167	0,05
Энергия удара, E	$Ny \cdot To$	Дж	300	271	250	250
Угол поворота штанги за цикл, δ	$\mu y / \mu \nu r$	град	17,14	14,16	10	15,88
		рад.	0,37	0,25	0,17	0,28
Работа вращателя за один рабочий цикл, E_{ν}	$Mkr \cdot \delta$	Дж	299,05	98,81	87,22	33,24
Расход жидкости ударным механизмом, Q_s	Ny / To	л/мин	51,43	64	36	20
Объем рабочих камер ударного механизма, Vrk	Q_s / To	см ³	14,29	18,08	12,0	9,58

Представляет интерес сравнение относительных значений параметров перфоратора с соответствующими данными известных бурильных машин. На основе представленных в таблице 1 данных, по известным расчетным зависимостям, рассчитаны некоторые параметры (таблица 2), по величине которых можно провести сравнительный анализ параметров рассматриваемых бурильных машин. Эти данные хотя и являются ориентировочными, но дают общую картину о возможностях машин, выпускаемых широко известными разработчиками такой техники.

Из представленной таблицы следует, что экспериментальный образец перфоратора с одним источником питания по некоторым параметрам обеспечивает примерно такие же показатели, что и бурильные механизмы вращательно-ударного бурения. В частности, незначительно отличаются такие показатели, как отношение частоты ударов к частоте вращения бурового инструмента (n_y/n_{vr}).

Величина угла δ поворота бурового инструмента между ударами имеет практически такое же значение, что и для машин вращательно-ударного бурения. Следовательно, работа, совершаемая при повороте режущей кромки в течение одного рабочего цикла для перфоратора с одним источником питания, сопоставима с соответствующими данными известных бурильных машин вращательно-ударного действия.

Но при этом мощность, потребляемая механизмом поворота бурового инструмента, и, как следствие, работа, совершаемая этим механизмом за один цикл по сравнению с аналогичными параметрами бурильных машин вращательно-ударного действия, значительно ниже. Из представленных расчетных зависимостей следует, что основной причиной такой разности является малая величина крутящего момента, который в механизме вращательно-ударного бурения достигается за счет отдельного привода.

Увеличение крутящего момента механизма поворота в перфораторе до значений, сопоставимых с аналогичными параметрами вращательно-ударных механизмов, возможно за счет увеличения объема рабочих камер механизма поворота. При этом необходимо также увеличить и величину расхода жидкости, потребляемой перфоратором. Предварительные расчеты показывают, что при увеличении расхода

жидкости перфоратором в 1,5–1,6 раза величину крутящего момента можно увеличить до значений, близких к величине, соответствующей параметрам вращательно-ударных механизмов. При этом увеличение расхода жидкости приводит к увеличению частоты ударов и ударной мощности.

Таким образом можно отметить, что такие параметры, как частота вращения, частота ударов и крутящий момент рассматриваемого перфоратора, значительно ниже, чем у существующих машин вращательно-ударного механизма.

Но эти параметры могут быть увеличены без значительного изменения конструкции перфоратора, а только за счет увеличения мощности источника питания, что возможно без существенных изменений массы перфоратора и при минимальной корректировке размеров некоторых деталей.

Проведенный анализ показывает, что при повышении подводимой мощности, на основе предлагаемой схемы перфоратора, можно разработать перфоратор ударно-поворотного действия со срезом породы, который по своим показателям может рассматриваться как один из вариантов бурения шпуров наряду с существующими бурильными машинами. При этом преимуществом такого перфоратора будет отсутствие специального механизма вращения бурового инструмента и дополнительного источника энергии. Существенный выигрыш составит уменьшение массы и упрощение технологии изготовления.

Проведение более широких исследований процессов бурения шпуров предлагаемым перфоратором в горных породах представляет интерес для дальнейшего развития работ в данном направлении.

Литература

1. Басов С. А. Основные показатели гидравлических вращательно-ударных механизмов бурильных машин. – Фрунзе: Илим, 1986. – 124 с.
2. Еремянц В. Э., Ураимов М. Гидравлический перфоратор с совмещенным ударным механизмом и механизмом поворота инструмента. Горное и строительное машиностроение: наука и производство. – СПб, № 10., 2021 – С.56 – 63.
3. Ураимов М., Квитко С. И. Гидравлический перфоратор. Патент КР №2142. С1. кл. E21B 6/06. Приоритет 06.04.2018.
4. Гидравлический перфоратор Atlas Copco COP 1838 ME. <https://mash.myprom.ru/product/87987/photo/62609>.09.09.22.
5. Atlas Copco Гидравлические перфораторы COP 1238 ME. <https://mining.tcgc.ru/assets/files/COP1238ME.pdf>. 09.09.22
6. Гидравлический перфоратор Sandvik / Tamrok HL510. http://vladivostok.regorg.ru/goods/t583639-gidravlicheskiy_perforator_sandvik_tamrok_hl510.htm. 09.09.22

УДК 622.233.65

ГИДРАВЛИКАЛЫК ПЕРФОРАТОРДУ АЛДЫН-АЛА СЫНООЛОРУНУН НАТЫЙЖАЛАРЫ

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПЕРФОРАТОРА ГП 250

THE RESULTS OF PRELIMINARY TESTS OF THE HYDRAULIC ROCK DRILL

М. Ураимов

M. Uraimov

Макалада чакан диаметрдеги бургу көзөнөктөрдү уруп-буруп ыкма менен бургулоо үчүн гидравликалык перфоратордун алгачкы сыноолорунун натыйжалары берилген. Уруучу механизмдин ырааттуу иштешин жана бургулоочу аспапты айландыруу механизмдин жана бир энергия булагынан иштөөнү караган схеманын негизинде гидравликалык перфоратордун эксперименталдык үлгүсү иштелип чыккан. Перфораторду алдын-ала сыноолор анын конструкциясын жакшыртуунун резервдерин аныктоо жана анда ишке ашырылган долбоордук чечимдерди талдоо максатында жүргүзүлдү. Сыноо процессинде анын мүмкүнчүлүктөрүн мүнөздөгөн айрым параметрлерди өлчөө жүргүзүлдү. Атап айтканда, бургулоо тилкесинин бурчтук ылдамдыгынын чоңдугу жана перфоратордун соккуларынын жыштыгы аныкталды, ошондой эле анын ишиндеги жоготуулардын көлөмүн алдын ала баалоо жүргүзүлдү. Жүргүзүлгөн сыноолордун натыйжаларын талдоонун негизинде, берилген перфоратордун дизайны бургу көзөнөктөрдү бургулоо үчүн тажрыйбалуу перфоратордун үлгүсүн иштеп чыгуу үчүн негиз катары каралышы мүмкүн деген тыянак чыгарылды.

В статье представлены результаты предварительных испытаний гидравлического перфоратора для бурения шпуров малого диаметра ударно-поворотным способом. Экспериментальный образец гидравлического перфоратора был разработан на основе схемы, предусматривающей последовательную работу ударного механизма и механизма поворота бурового инструмента и работающих от одного источника энергии. Предварительные испытания перфоратора проводились с целью выявления резервов улучшения его конструкции и анализа, реализованных в конструктивных решениях. В процессе испытаний проводились измерения некоторых параметров, характеризующих его возможности. В частности, определены величина угловой скорости буровой штанги и частоты ударов перфоратора, а также выполнена предварительная оценка объемных потерь при его работе. На основе анализа результатов проведенных испытаний

сделан вывод о том, что конструкция данного перфоратора может рассматриваться как базовая для разработки опытного образца перфоратора для бурения шпуров.

The article presents the results of preliminary tests of a hydraulic perforator for drilling small-diameter holes using a percussive rotary method. An experimental sample of a hydraulic perforator was developed on the basis of a scheme that provides for the sequential operation of the percussion mechanism and the mechanism for turning the drilling tool and operating from a single energy source. Preliminary tests of the perforator were carried out in order to identify reserves for improving its design and analysis of the design solutions implemented in it. In the process of testing, measurements of some parameters characterizing its capabilities were carried out. In particular, the value of the angular velocity of the drill rod and the frequency of impacts of the perforator were determined, and a preliminary estimate of the volume losses during its operation was also made. Based on the analysis of the results of the tests, it was concluded that the design of this perforator can be considered as the basic one for the development of a prototype perforator for drilling holes.

Түйүндүү сөздөр: гидравликалык перфоратор, сокку-буруу менен бургулоо, бургулоочу аспап.

Ключевые слова: гидравлический перфоратор, ударно-поворотное бурение, буровой инструмент.

Keywords: hydraulic drilling machine, shock-turn drilling, drilling tool.

В Институте машиноведения и автоматики НАН КР был разработан и изготовлен экспериментальный образец гидравлического перфоратора для бурения шпуров ударно-поворотным и ударно-вращательным способом типа ГП 250. Перфоратор был разработан на основе оригинальной схемы [2], которая в настоящее время не используется в практике создания бурильных машин. Особенностью данной конструкции перфоратора является то, что ударный механизм и механизм поворота буровой штанги приводятся в движение от одного источника питания. При этом, в отличие от известных конструкций пневматических перфораторов, в данном случае для поворота буровой штанги не используется геликоидальный механизм.

Цель предварительных испытаний образца гидравлического перфоратора заключается в установлении его работоспособности и предварительной оценки величин основных параметров работы перфоратора. На основе полученных в результате испытаний данных предполагается выявить резервы совершенствования разработанной

конструкции и сделать выводы о перспективности выбранного направления в создании бурильных машин.

Известно [1], что основными параметрами, характеризующими возможности перфоратора, как и всех бурильных механизмов с гидравлическим приводом, являются энергия и частота ударов, уровень давления и потребляемый расход жидкости, угловая скорость штанги и величина крутящего момента.

На данном этапе исследований для предварительной оценки возможностей перфоратора была использована методика измерения параметров, не требующих использования точной аппаратуры. Для этой цели из перечисленных выше параметров на данном этапе исследований предусматривалось экспериментальное определение расхода и давления жидкости в напорной магистрали и угловой скорости штанги. Измерение этих параметров, на наш взгляд, дает ответ на поставленные выше задачи.

Общий вид экспериментальной установки представлен на рисунке 1. Она состоит из маслостанции с электрическим приводом, направляющей рамы, на которой с возможностью осевого перемещения размещён гидравлический перфоратор. В передней части направляющей рамы установлен гранитный блок, на поверхность которого упирается буровая штанга с трехлезвийной буровой коронкой диаметром 32 мм. Перемещение перфоратора в сторону гранитного блока и подача бурового инструмента осуществляется пневмоцилиндром, расположенным в задней части рамы.

Маслостанция состоит из бака цилиндрической формы с рабочей жидкостью, на верхней части которого установлен электрический двигатель мощностью 5 кВт и угловой скоростью ведущего вала 1500 об/мин. Подачу жидкости осуществляет шестерённый насос типа НШ 32. На верхней части маслобака смонтирован также трехпозиционный распределитель потока жидкости с встроенным перепускным клапаном. Распределитель соединён с перфоратором двумя рукавами высокого давления, по которым осуществляется подвод рабочей жидкости в перфоратор и отвод.



Рисунок 1 — Общий вид испытательного стенда гидравлического перфоратора

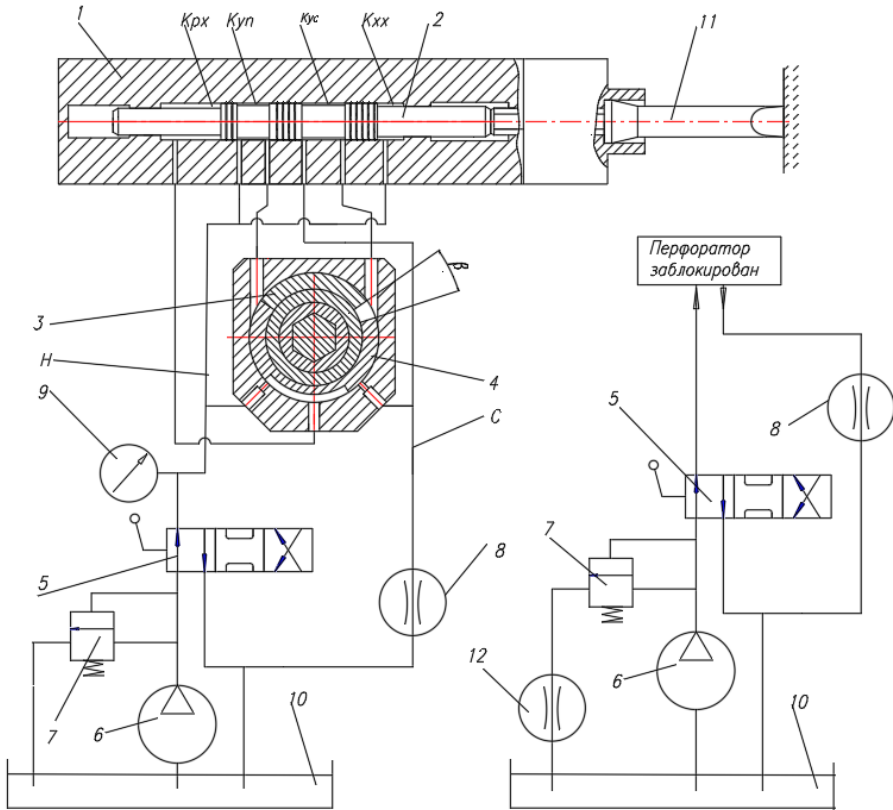
Схема измерения перечисленных выше параметров представлена на рисунке 2. В соответствии с принятой методикой расход жидкости измерялся для трёх возможных случаев, которые характеризуют возможности маслостанции, а также перфоратора:

1. Измерение расхода жидкости при работе перфоратора.
2. Измерение расхода жидкости через рабочие камеры перфоратора при заблокированном положении его подвижных деталей.
3. Измерение расхода жидкости, обеспечиваемой маслостанцией при работе без нагрузки.

Измерения перечисленных параметров осуществлялись манометром, установленным на напорной магистрали, и счётчиком жидкости, который в зависимости от цели был установлен на одной из двух магистралей.

Для измерения подачи жидкости без нагрузки счетчик жидкости был установлен на напорной магистрали за сетевым распределителем. В остальных двух случаях счетчик жидкости устанавливается на сливной магистрали, между выходом перфоратора и баком гидросистемы.

Одним из основных параметров перфоратора является величина угла поворота буровой штанги между ударами. Для оценки влияния угла поворота штанги на выходные параметры перфоратора



а)

б)

1 – корпус ударного механизма, 2 – поршень-ударник, 3 – статор механизма поворота, 4 – поворотная втулка, 5 – распределитель сетевой, 6 – насос, 7 – клапан перепускной, 8, 12 – счетчик жидкости, 9 – манометр, 10 – бак, 11 – буровая штанга, Н – напорная магистраль, С – сливная магистраль, Крх, Кус, Кхх, Куп – рабочие камеры перфоратора.

Рисунок 2 – Гидрокинематическая схема стенда с перфоратором. Схема измерения подачи жидкости при подключении маслостанции к перфоратору и при работе маслостанции (а), без нагрузки (б)

испытания были проведены с двумя вариантами поворотной втулки механизма поворота перфоратора, обеспечивающего угол поворота буровой штанги, равный 17 и 32 градусам.

Следует отметить, при данных значениях угла поворота в течение одного рабочего цикла обеспечивается поворот штанги на 1,5

и 3 шага зубчатого колеса храпового механизма. При этом передача крутящего момента от поворотной втулки к ротору осуществляется поочередным включением 2 из 4 кулачков храпового механизма.

При данных величинах угла поворота поворотной втулки действительные значения угла поворота штанги составляют соответственно 15,88 и 31,76.

Угловая скорость штанги определялась визуальным измерением частоты вращения за единицу времени, что, учитывая ее относительно не высокую угловую скорость, определяется достаточно точно. При известном значении угловой скорости штанги по очевидной расчетной зависимости

$$n_y = \frac{360}{\beta} \cdot n_{sh} , \quad (1)$$

где n_y – частота ударов перфоратора,

n_{sh} – число оборотов штанги,

β – угол поворота штанги между ударами, была определена частота ударов перфоратора.

Результаты измерения расхода жидкости в указанных линиях, угловой скорости буровой штанги и давления жидкости в напорной магистрали представлены в таблице 1.

Данные, представленные в таблице, характеризуют работу испытуемого перфоратора. При этом данные, полученные непосредственно путем измерения, выделены жирным шрифтом. Величина других параметров, представленных в таблице, получена на основе расчетных зависимостей.

На основе полученных экспериментальных данных и используя известные расчетные зависимости, можно получить дополнительную информацию, характеризующую работу перфоратора. В частности, расчетное значение расхода жидкости при известных значениях рабочих камер ударного механизма и механизма поворота можно определить по зависимости:

$$Q_s = \frac{V_{rk} + 2V_{pv}}{T} , \quad (2)$$

где V_{rk} – объем рабочих камер ударного механизма,
 V_{pv} – объем рабочих камер механизма поворота,
 T – длительность одного рабочего цикла перфоратора.

Величина внутренних перетечек жидкости определена как разность измеренной величины подачи и расчетного значения расхода перфоратором. При известных значениях расходов жидкости значение объемного кпд определяется по известной зависимости. Результаты выполненных расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Результаты измерения параметров работы перфоратора

Угол поворота штанги между ударами β , град	Измеренный расход жидкости Q_0 , л/мин	Давление жидкости в напорной линии P_s , МПа	Угловая скорость штанги n_{sht} , об/мин,	Частота ударов ν , 1/мин
31,76	39	5,0	59	670
			63	719
15,88	32,42	7,5	57,25	1297
	31,07		56,41	1278

Таблица 2 – Результаты расчетов объемных потерь при работе перфоратора

Угол поворота штанги между ударами, град, β	Расчетное значение, Q_s , л/мин	Внутренние перетечки жидкости перфоратора, л/мин, $dQ=Q_0-Q_s$	Объемный кпд перфоратора, $\eta=Q_s/Q_0$
31,76	16,04	22,93	0,4120
	17,13	21,78	0,439
15,88	25,28	7,14	0,78
	24,9	6,17	0,801

Представляет интерес анализ параметров работы перфоратора при его заблокированном состоянии. С этой целью поршень-ударник был заблокирован в крайнем переднем положении. При этом вся подача жидкости, обеспечиваемая маслостанцией, может протекать только через зазоры в сопряжениях перфоратора, что позволит дать оценку объемных потерь мощности в одном из положений поршня-ударника. Схема измерения расхода жидкости в данном положении

перфоратора представлена на рисунке 2б. Для измерения расхода жидкости, перетекающей через камеры перфоратора, на сливной магистрали установлен счетчик жидкости 8.

При заблокированном положении перфоратора возможна также перетечка жидкости через перепускной клапан. С целью определения перетечек жидкости через перепускной клапан 7 на выходе из распределителя установлен еще один счетчик жидкости 12. Давление жидкости определяется по показаниям манометра на напорной магистрали.

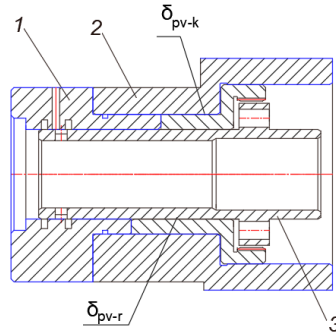
При подаче жидкости в данном положении перфоратора жидкость, подаваемая из напорной магистрали, поступает в сливную магистраль только по зазорам в сопряжениях между деталями ударного механизма и механизма поворота бурового инструмента. Другими словами, этот расход представляет собой величину внутренних перетечек перфоратора.

Данный эксперимент, как и предыдущий, был проведен с использованием двух вариантов поворотной втулки. Как было отмечено выше, эти детали отличаются по величине угла поворота. Но в данном случае величина этого параметра не оказывает существенного влияния на величину внутренних перетечек и на данном этапе испытаний не учитывается.

Кинематическая схема механизма поворота штанги представлена на рисунке 3, на котором показаны зазоры в сопряжениях, по которым происходит перетечка жидкости. Величина зазоров и соответствующие им значения перетечек жидкости представлены в таблице 3.

Следует отметить, величина зазоров в других сопряжениях перфоратора не представлена, так как для обоих вариантов поворотной втулки она не изменялась и для сравнительного анализа не оказывает влияния.

Таким образом, основываясь на полученных в результате испытаний данных и на основе их анализа, можно сделать некоторые выводы и рекомендации по совершенствованию конструкции.



1 — корпус, 2 — поворотная втулка, 3 — ротор;
 δ_{pv-k} - зазор между внешней поверхностью поворотной втулки и корпусом, δ_{pv-r} - зазор между внутренней поверхностью поворотной втулки и ротором.

Рисунок 3 — Схема механизма поворота перфоратора

Таблица 3 — Результаты измерения перетечек жидкости через зазоры в сопряжениях перфоратора

Угол поворота штанги между ударами, град	Перетечки жидкости, л/мин		Давление жидкости в напорной линии, МПа	Зазоры между подвижными деталями	
	Внутренние перетечки по зазорам перфоратора	По перепускному клапану		δ_{pv-k}	δ_{pv-r}
31,76	29,0	0	7,5	0,08	0,08
15,88	15,2	0	10,0	0,05-0,06	0,05-0,06

1. На основе данных, представленных в таблице 3, можно отметить, что при увеличении зазора между подвижными деталями механизма поворота с 0,05 — 0,06 мм до 0,08 мм внутренние перетечки жидкости через эти зазоры увеличиваются почти в два раза. При этом величина развиваемого давления в напорной линии при зазоре в сопряжениях, равном 0,08 мм, меньше значительно, чем при зазоре 0,05 — 0,06 мм.
2. Работоспособность перфоратора не зависит от величины угла поворота буровой штанги. Следовательно, на основе данной схемы можно создавать перфораторы с углом поворота между ударами большим, чем рекомендуются для ударно-

- поворотного способа бурения и близкими к ударно-вращательному способу бурения.
3. Обращает внимание разница между показателями перфоратора, полученными при разных значениях угла поворота буровой штанги. Следует отметить, что разница по частоте ударов вполне объяснима, так как увеличение угла поворота штанги сопровождается увеличением объема рабочих камер механизма поворота. Вследствие этого для получения достаточно большого значения давления жидкости и, следовательно, большей частоты ударов необходимо увеличить подачи жидкости от маслостанции.
 4. Разработанная конструкция работоспособна и может быть рассмотрена как основа для разработки и создания промышленного образца бурильной машины для бурения шпуров как ударно-поворотным, так и ударно-вращательным способом.

Литература

1. Басов С. А. Основные показатели гидравлических вращательно-ударных механизмов бурильных машин. – Фрунзе: Илим, 1986. – 124 с.
2. Ураимов М., Квитко С. И. Гидравлический перфоратор. Патент КР № 2142, С1, кл. E21B 6/03, приоритет 25.04.2018.

УДК 669.221; 548.53

30ХГСА жана 45Х КОНСТРУКЦИЯЛЫК БОЛОТТОРДУ ТЕРМОМЕРЧИМДҮҮ ИШТЕТҮҮ

ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ МАРОК 30ХГСА и 45Х

THERMOCYCLIC TREATMENT OF STRUCTURAL STEEL OF GRADES 30KHGSA AND 45X

С. А. Капаров, Б. М. Жолдошов, Б. М. Маматкадырова
S. A. Kaparov, B. M. Zholdoshev, B. M. Mamatkadyrova

Илимий изилдөө конструкциялык болоттон жасалган буюмдардын термикалык мерчиминин ар кандай варианттарын салыштырып талдоого арналган. Эреже катары, экономикалык майнаптар майышкан металлды жана эритмени алмаштырууда аспаптардын иштөө мөөнөтүн жогорулатуунун эсебинен жетишилет жана бул илимий иште 45Х жана 30ХГСА маркасындагы конструкциялык болоттон жасалган аспаптардын соккуга туруктуулугун жогорулатуунун негизги критерийлери изилденген. Жогорудагы божомолдор иш жүзүндө ыңгайлуу варианттар катары термикалык мерчимдин шарттамдарын тандоого мүмкүндүк берет. Жогоруда айтылгандарды тажрыйбалак жактан тастыктоо үчүн ар кандай термикалык иштетүү шарттамдарынын, кошумча термикалык мерчимдин болоттордун соккуга бекемдигине тийгизген таасирин салыштырып изилдөө жүргүзүлдү.

Научное исследование посвящено сравнительному анализу различных вариантов термоциклической обработки изделий из конструкционных сталей. Обычно экономические эффекты достигаются за счет улучшения стойкости инструментов при замене деформированного металла и сплава, а также в указанной научной работе исследованы основные критерии повышения ударной вязкости инструментов, изготовленных из конструкционных сталей марок 45Х и 30ХГСА. Вышеуказанные предположения позволяют в качестве практически благоприятных вариантов выбирать режимы термоциклической обработки. Для практического подтверждения было проведено сравнительное исследование влияния различных режимов термической обработки, дополнительно термоциклической обработки на ударную вязкость сталей.

The scientific study is devoted to a comparative analysis of various options for thermal cycling of products made of structural steels. Typically, economic effects are achieved by improving the tool life when replacing deformed metal and alloy,

and in this scientific work, the main criteria for increasing the impact strength of tools made from structural steel grades 45Kh and 30KhGSA are investigated. The above assumptions allow us to choose the modes of thermal cycling as practically favorable options. For practical confirmation of the above, a comparative study of the effect of various heat treatment modes, additionally thermal cycling treatment on the impact strength of steels, was carried out.

Түйүн сөздөр: конструкциялык болоттор; термикалык мерчим; шарттамдар; варианттар; касиеттери; туруктуулук; бошотуу; фаза; өтүү.

Ключевые слова: конструкционные стали; термоциклическая обработка; режимы; варианты; свойства; отпуск; стойкость; фаза; переходы.

Keywords: structural steels; thermal cycling; modes; options; properties; tempering; durability; phase; transitions.

При оптимальном выборе и номенклатуре применяемых инструментов, а также при оптимизации концентрации составляющих элементов литой быстрорежущей стали обычно стойкость возрастает в 1,6 – 3,5 раза.

Известно, что режимы термоциклической обработки (ТЦО) позволяют значительно улучшать совокупность механических свойств исследуемых сталей. Основные экономические эффекты достигаются за счет улучшения стойкости инструментов при замене деформированного металла и сплава литым состоянием [1-3]. В настоящей работе исследованы возможные критерии повышения ударной вязкости инструментов, изготовленных из конструкционных сталей 45Х и 30ХГСА.

В научных исследованиях [4,5] проведен сравнительный анализ различных вариантов термоциклической обработки изделий из шарикоподшипниковых и инструментальных сталей. Также проведены сравнительные исследования комбинированных вариантов термоциклической обработки, на основе которых учитывались диффузионные и бездиффузионные фазовые переходы, представленные на рисунке 1, в которых осуществлялся отпуск при 400°С после окончательной закалки.

Приводятся в таблице 1 экспериментальные данные механических испытаний стали 45Х после процесса обработки согласно режимам, которые даны на рисунке 1. В них типовому режиму

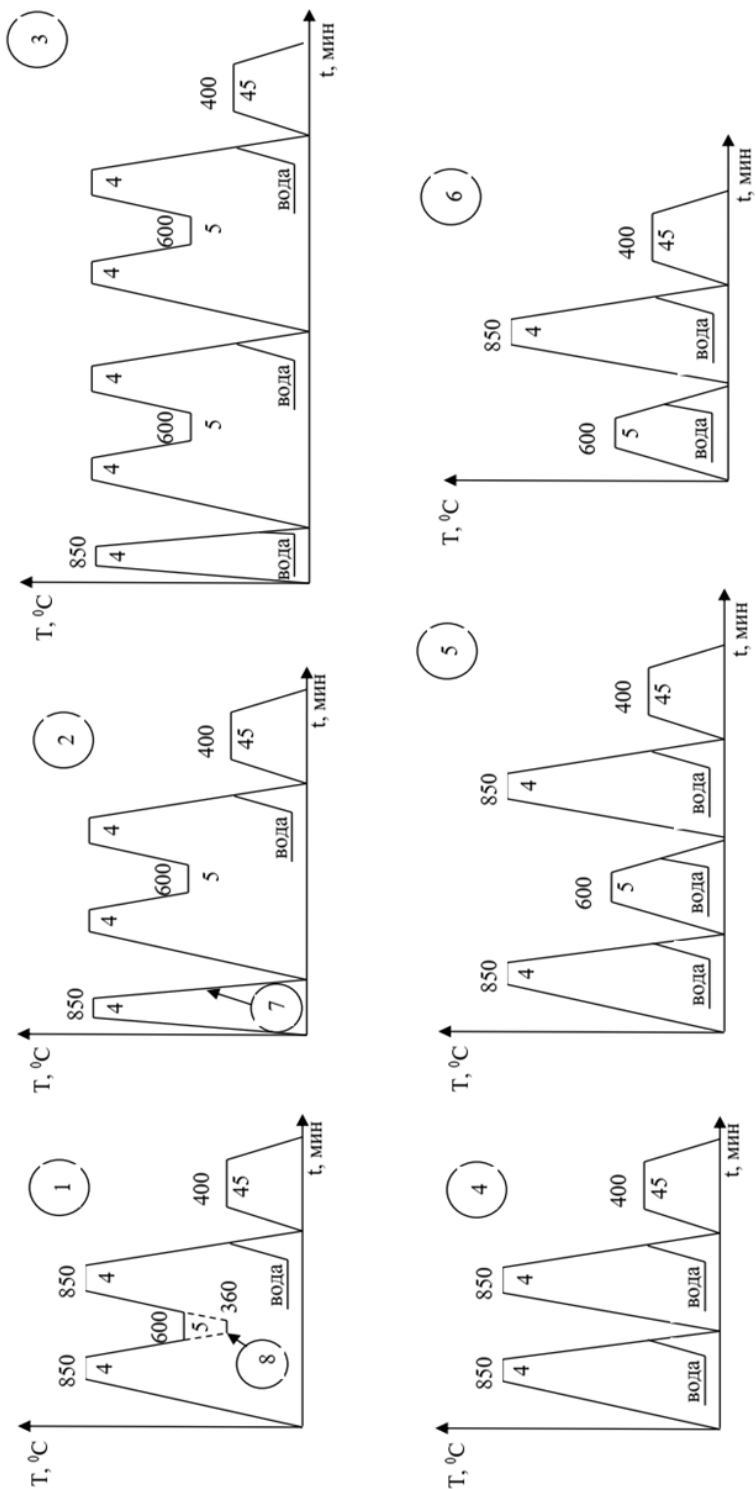


Рисунок 1 - Комбинированные варианты ТЦО с диффузионным и бездиффузионными $\alpha \leftrightarrow \gamma$ переходами

обработке соответствует вариант 7; на предварительной подготовке аустенит распадается согласно варианту 8 по бейнитному механизму.

Пронализировав приведенные в таблице значения, выяснено, что увеличение обрабатываемых кратностей **m** и **n** не приводит к значительным изменениям главных характеристик, получаемых при статических испытаниях. Вышеуказанные предположения позволяют в качестве практически благоприятных вариантов термоциклической обработки выбирать такие, при которых на уровне предварительной обработки осуществляется один подготовительный цикл, также она включает один отпуск и одну закалку перед окончательной термической обработкой.

Таблица 1 – Экспериментальные данные механических испытаний конструкционной стали 45 после комбинированных ТЦО

№ обработки	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	KCU, МДж/м ²
1	1110	1410	8,7	48	0,59
2	1160	1430	6,8	49	0,72
3	1170	1440	8,1	47	0,64
4	1050	1430	8,1	47	0,62
5	1120	1420	8,5	48	0,8
6	860	1420	6,7	45	0,61
7	1080	1440	6,2	46	0,58
8	1150	1450	8,1	45	0,65
9	1170	1460	8,2	46	0,66

Для практического подтверждения вышеуказанных значений было проведено сравнительное исследование влияния различных режимов термической обработки, дополнительно термоциклической обработки на ударную вязкость конструкционных сталей 45Х и 30ХГСА. Данное научное исследование имело и прикладную задачу. Она заключалась в том, что на одном из промышленных металлургических заводов была изготовлена крупная партия изделий из конструкционной стали 30ХГСА вместо постоянно применявшейся стали 40Х. Значения механических испытаний показывают, что данные ударной вязкости KCU после улучшения не смогли

превысить $0,43 \text{ МДж/м}^2$ (данные справочные КСУ конструкционной стали 30ХГСА не превышают $0,3 \text{ МДж/м}^2$), что ниже требований технических условий ТУ – $0,5 \text{ МДж/м}^2$ КСУ. Нам тогда надо было установить, какой из вариантов термической обработки дает наиболее улучшенную высокую ударную вязкость, которая к тому же была бы не ниже показателей требований ТУ.

В качестве сравнительных вариантов было отобрано 9 режимов, которые представлены на рисунке 2. Из них режимы 1–3 являются типовыми – нормализация и улучшение. Режимы с 4 по 6 применены для термоциклической обработки с фазовыми превращениями диффузионного типа, а 7–9 режимы термоциклической обработки, их объединяют повторные закалки и отпуска промежуточные. Значения ударной вязкости изделий в исходном состоянии до термической обработки имели значения $0,28 \text{ МДж/м}^2$. После проведения термообработки по режимам с 1 по 9 получены следующие данные КСУ (МДж/м^2): 0,26; 0,41; 0,49; 0,41; 0,34; 0,55; 0,28; 0,32; 0,80. В этот момент необходимо отметить некоторые отличия влияния параметров термической обработки на значения ударной вязкости.

Выводы:

- во-первых, наблюдается, что проведение процесса нормализации конструкционной стали с температур $T = 870^\circ \text{C}$ приводит к резкому уменьшению КСУ (по режиму 1), которая заставляет с настороженностью относиться к процессу нормализации как к окончательной операции термической обработки сплавов.
- во-вторых, после проведенных режимов термоциклических обработок по любому из вариантов термообработки сталь становится весьма чувствительной к температуре процесса отпуска. Когда повышается $T_{\text{отп}}$ от 550°C до 600°C , значения КСУ могут повышаться в 1,6 – 2,2 раза (режимы 5–6 и 8–9), а при проведении однократной обработки чувствительность стали к $T_{\text{отп}}$ становится меньше.

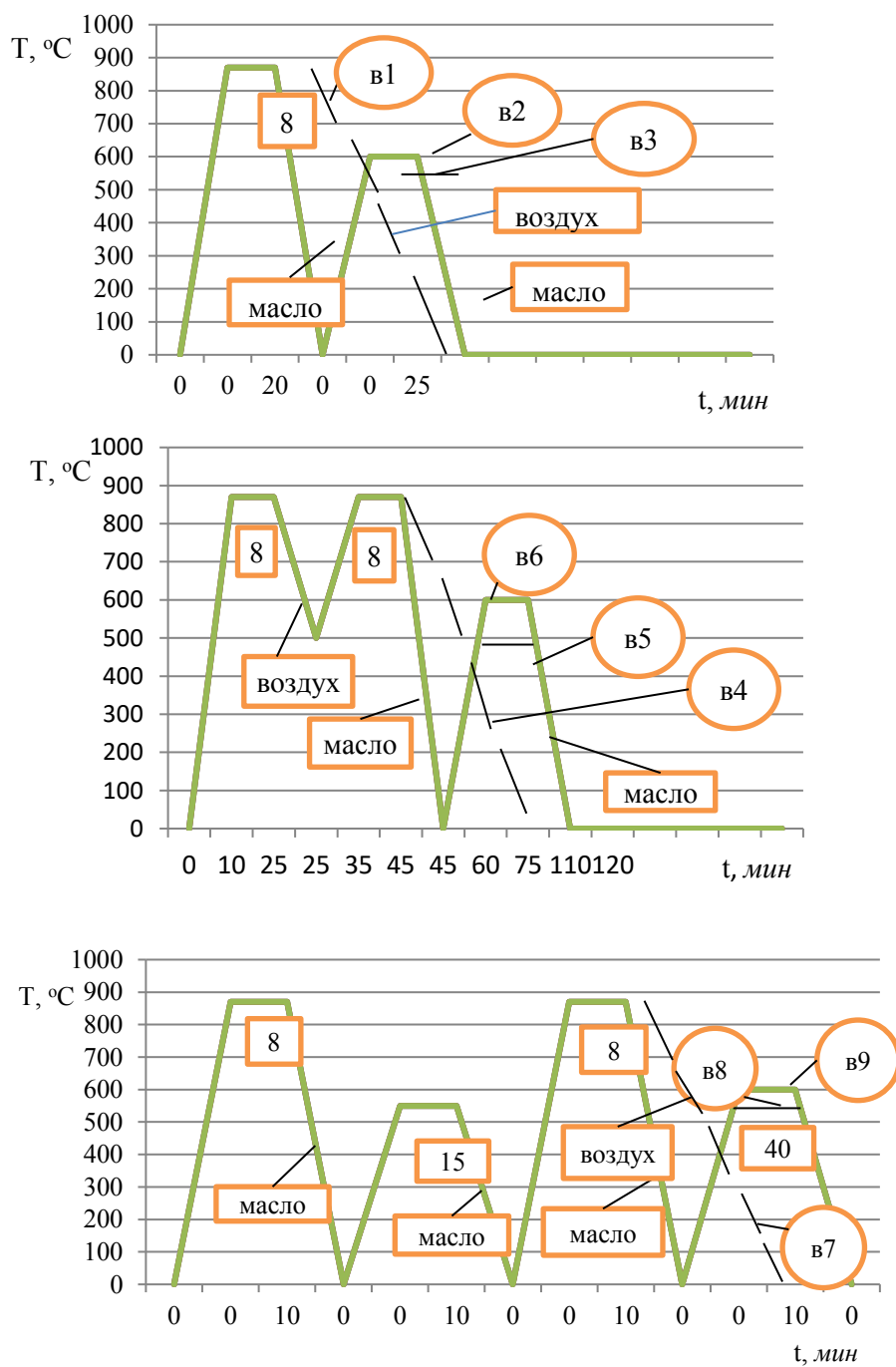


Рисунок 2 – Типовая и термоциклическая обработка ударных образцов из стали 30ХГСА

- в-третьих, использование термоциклической обработки, включающей закалки, кратные промежуточным очередным отпускам (режим 9), дает возможность получить большую ударную вязкость, по сравнению с термоциклической обработкой типа 4 – 6 с диффузионными $\alpha \leftrightarrow \gamma$ превращениями. Данные указанного приращения сопротивления удару зависимы прямо от типа стали, но указанная тенденция была нами на практике установлена и на сталях 45, 40Х, ШХ15.
- Вариант 9 на рисунке 2 внедрен при изготовлении болтов из конструкционной стали 30ХГСА на Самарском механико-сборочном заводе.

Литература

1. Конев В. Ф., Чаус А. С., Робко А. П. Эксплуатация литого металлорежущего инструмента в производственных условиях// В кн.: Материаловедение в машиностроении. –Минск: Высш. школа, 1993. – С.48–52.
2. Капустин А. С. Особенности процесса изнашивания инструмента из катаной стали при точении // Трение и износ. –1998. – Т.12. –№6. – С.118–122.
3. Гуляев А. П. Свойства и термическая обработка конструкционной стали. –М.: Машгиз, 1976. – С.93.
4. Капаров С. А., Жолдошов Б. М., Маматкадырова Б. М. Влияние режимов термоциклической обработки на свойства стали ШХ15. – Машиноведение. №1(13). – Бишкек: ИМА, 2021. – С.43–51.
5. Маматкадырова Б. М., Жолдошов Б. М. Оптимальные режимы деформирования быстрорежущей стали Р6М5. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. Научно-технический журнал. – №4, – Бишкек, 2019. – С.35–38.

УДК 664.002.5(072)

УЛУТТУК "БОЗО" СУУСУНДУГУН ӨНДҮРҮҮ ҮЧҮН СҮЗҮП АЛУУЧУ ОРНОТМОНУН НЕГИЗГИ ӨЛЧӨМ МҮНӨЗДӨГҮЧТӨРҮН АНЫКТОО

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРУЮЩЕ-ПРЕССУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НАЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА «БОЗО»

FILTER-PRESSURE INSTALLATION FOR THE PRODUCTION OF THE NATIONAL BEVERAGE "BOZO" DETERMINATION OF MAIN PARAMETERS

А. Э. Садиева, Н. Т. Тилемишова, Н. Ж. Алымкулов
A. E. Sadieva, N. T. Tilemishova, N. Zh. Alymkulov

Макалада улуттук «Бозо» суусундугун ишлегич чыпка-жубас орнотмодо иштеп чыгаруудагы чыпкалоо жана жубастоо жараянынын изилдөөсү жүргүзүлдү. Улуттук «Бозо» суусундугун иштеп чыгаруучу орнотмонун конструкциясы сунушталган. Сунушталган орнотмодо негизги жумушчу органы үч чөлкөмгө бөлүнгөн, качан чийки заттын жумушчу органда жылып бара жатканында чыпкалоону, аралаштыруу, экинчи чыпкалоону жана жубастоону өтөт. Ар бир чөлкөмгө конструктивдүү өлчөм мүнөздөгүчтөрүнүн эсептөө усулдугу келтирилген. Жараяндын ар бир чөлмөгүндөгү жумушчу органына (ишлегичте) пайда болгон жүктөөсүнүн эсептөө усулдугу иштеп чыгарылды. Бул усулдук негизги көрсөткүчтөрүн эсептөөсүнө мүмкүндүк берет: чөлкөмдөрдөгү ишлегичке таасир этүүчү күчтөрдү, ишлегичтеги айлантуу ийин күчтү, чийки затты жылдырууга, аралаштырууга жана жубастоого талап кылынган кубаттуулукту. Добоорло эсептөөдө аныкталган геометриялык өлчөм мүнөздөгүчтөрдүн кереги тиет.

Проведено исследование процессов фильтрации и прессования при изготовлении национального напитка «Бозо» в установке шнекового фильтр-пресса. Предложена конструкция установки приготовления национального напитка «Бозо». В предлагаемой установке основной рабочий орган разделен на три зоны, где сырье по мере его продвижения вдоль рабочего органа проходит стадии фильтрации, смешивания, вторичного фильтрации и прессования. Для каждой из зон представлена методика расчёта конструктивных параметров. Разработана методика расчета

нагрузок рабочего органа (шнека) в разных зонах процесса. Разработана методика расчета нагрузки, позволяющей рассчитывать основные показатели шнека: усилие, действующее на шнек во всех зонах, крутящий момент на валу шнека, требуемую мощность, затрачиваемую на транспортирование, смешивание и прессование. Найденные геометрические параметры необходимы при выполнении проектных расчётов.

A study was made of the processes of filtering and pressing in the manufacture of the national drink "Bozo" in the installation of a screw filter press. The design of the installation for the preparation of the national drink "Bozo" is proposed. In the proposed installation, the main working body is divided into three zones, where the raw material, as it moves along the working body, passes through the stages of filtration, mixing, secondary filtration and pressing. For each of the zones, a method for calculating design parameters is presented. A method has been developed for calculating the loads of the working body (screw) in different areas of the process, the method for calculating the load allows you to calculate the main indicators of the screw: the force acting on the screw in all zones, the torque on the screw shaft, the required power spent on transportation, mixing and pressing, based on its geometric parameters, which is necessary when performing design calculations.

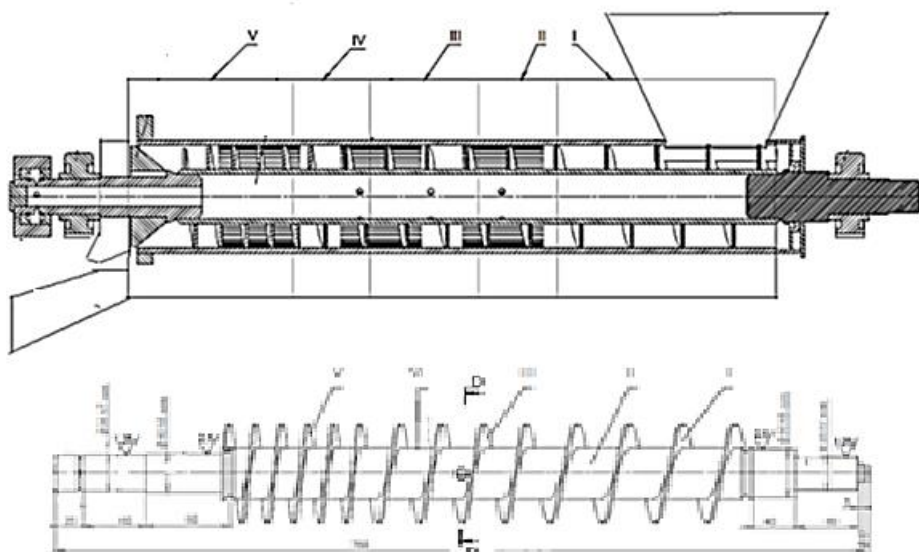
Түйүн сөздөр: улуттук «Бозо» суусундугу, шилегичтин көңдөй октолгоочу, жубастоо, чыпкалоо, шилегич, тыгыздык, өндүрүмдүүлүк, бекемдик, кубатуулук

Ключевые слова: национальный напиток “Бозо”, полый вал шнека, прессование, фильтрование, шнек, плотность, производительность, прочность, мощность.

Keywords: national drink "Bozo", hollow auger, pressing, filtering, auger, density, performance, strength, power.

Кыргыз элинин кылымдардан бери ата-бабаларынан урпактарына улуу мурас болуп келе жаткан кымыз, максым, бозо, жарма, чаалап сыяктуу улуттук суусундуктарын өнөр жайлык масштабда өндүрүүнүн мааниси зор экендиги шексиз. Бул суусундуктар көбүнчө дан жана сүт азыктарынан ачытуу жолу менен даярдалгандыктан экологиялык жактан таза, суусаганды кандыруучу жана ден-соолукка абдан пайдалуу болуучу азыктар болуп эсептелет. Ушул себептен акыркы жылдары ачытуу жолу менен алынган улуттук ичимдиктерге болгон талап күндөн-күнгө өсүп келе жатат. Кыргызстандын өнөржай азыктарынын сапатын жогорулатуу маселеси – бүгүнкү күндө абдан актуалдуу жана мамлекеттин экономикалык көйгөйлөрүнүн бири. Ал эми ачытуу жолу менен алынган суусундуктардын даярдоо

технологиясын жакшыртуу актуалдуу жана келечектүү багыт болуп саналат. Аталган улутук суусундуктар көптөгөн технологиялык жараяндардан өтөт. Алардын ичинен көп кол эмгегин талап кылган жараяндар дагы бар. Улуттук бозо суусундугун өндүрүүдө көптөгөн жараяндардын ичинен чыпкалап, жубастап алуу жарянында көйгөйлөр бар. Аталган технологиялык жараяндарды изилдөө боюнча белгилүү жумуштарды жалпылоо жана талдоо менен, азыркы убакта чыпкалап, жубастап алуучу машина жана механизмдердин жок экендиги анык болду. Ошол себептен «Бозо» суусундугун чыпкалап, жубастап алуу жараянын механдаштыруу максатында 1-чи сүрөттө көрсөтүлгөн сүзүп чыгаруучу орнотмонун конструкциясын сунуштайбыз.



1 – сүрөт. Улуттук «Бозо» суусундугун алуучу орнотмо

Бул орнотмо 5 аймакка (зонага) бөлүнгөн: I – азыкты берүү аймагы, II – алдын ала чыпкалоо аймагы, III – жылуу суу берилип, аралаштыруу менен катар экстракциялоо аймагы, IV – экинчи ирэт чыпкалоо аймагы жана V – сыгып чыгаруу аймагы. Сунушталган конструкция техникалык натыйжага төмөндөгү жараяндар менен жетишилет – аралашма кабыл алуучу челектен шилегич аркылуу көзөнөктөлгөн жумурулук доолго берилип, оордук күчүнүн таасири менен доолдун тешикчелери аркылуу алдын ала чыпкаланат. Ал эми калган аралаштырманын

калдыгы шилегичти көздөй огу жана тешикчелери аркылуу берилген кайнатылган жылуу суу менен аралашат. Бул аймакта экстракция жараяны жүрөт. Жумурлук доол толугу менен көзөнөктөлгөндүктөн чыпкалоо жараяны үзгүлтүксүз жүрүп, экинчи ирет чыпкаланат. V – аймакта шилегичтин калактарынын кадамы азайгандыктан калган калдык орнотмонун аягына чейин сыгылат. Бул орнотмонун артыкчылыгы, анын иштөө мезгилинде бир нече жараян жүргүзүлүүдө, мисалы – азыкты ташуу, чыпкалоо, суу кошуп аралаштыруу менен бирге экстракциялоо жана жубастоо. Дагы бир өзгөчүлүгү катары жараяндардын үзгүлтүксүз жүрө турганын жана технологиялык жараяндардын жүрүү мөөнөтү, татаалдыгы кыскарышы менен бирге керектелген энергиянын азаярын белгилеп кетсек болот [1].

Улутук «Бозо» суусундугун алуучу орнотмонун негизги өлчөм мүнөздөгүчтөрүн төмөндөгү ыкма менен эсептейбиз:

- чийки затты (жарма) орнотмого келип түшкөдөн кийин бурама боюнча жылган сайын чыпкалоо, аралаштыруу, экинчи чыпкалоо жана жубастоо этаптарын аныктоо;
- ушул этаптардын, орнотуунун долбоору көрсөткүчтөрүнүн, ошондой эле чыпкалоо жараянын технологиялык көрсөткүчүнүн ортосундагы байланышты аныктоо;
- чыпкалоо, аралаштыруу, экинчи чыпкалоо жана жубастоо жараяндары үчүн керектүү болгон өндүрүмдүүлүктү жана кубаттуулукту аныктоо.

Шилегич механизмдер тамак-аш өнөр жайынын ар кандай жабдууларында кеңири колдонулат, мисалы, бурама конвейерлерде, экструдерлерде, май жубастарында, аралаштыргычтарда ж.б. Чыпка-жубастын жумушчу бөлүгүн долбоордук өлчөмдөрүн эсептөө боюнча ыкмаларын карап чыгып, «Бозо» улуттук суусундугун өндүрүү үчүн бир дагы орнотмо ылайыксыз экендиги аныкталды. Мындан тышкары, бир нече аймакты камтыган шилегичтуу орнотмолорду эсептөөлөрү буга чейин жүргүзүлгөн эмес. Мисалы, М. В. Соколовдун [4] эмгегинде шилегичтүү машиналардын кубаттуулугун эсептөөнүн эмпирикалык туюнтмасы көрсөтүлгөн, бирок анын негиздемеси келтирилген эмес, Мак-Келвинин [7] эмгегинде теориялык эсептөө ыкмалары негизделген формулалар келтирилген. Бирок бул эки

авторлор чийки заттарды эриген гана абалда экструзиялоо жараянын (пластмассаларды экструзиялоо) карашат.

Жогоруда айтылгандарга таянып орнотмонун негизги көрсөткүчтөрүн эсептөө ыкмасын иштеп чыгуу, ошондой эле улуттук "Бозо" суусундугун өндүрүү үчүн чыпкалап-жубастоо орнотмосунун жумушчу бөлгүчүнүн жүктөмдөрүн иштеп чыгуу актуалдуу маселелердин бири болуп саналат.

Орнотмонун бөлүгү (шилегич) бир нече аймака бөлүнгөндүгүн эске алганда, өндүрүмдүүлүктү, жүктөмдөрдү эсептөөдагы ар бир аймак үчүн өзүнчө жүргүлүзүшү керек.

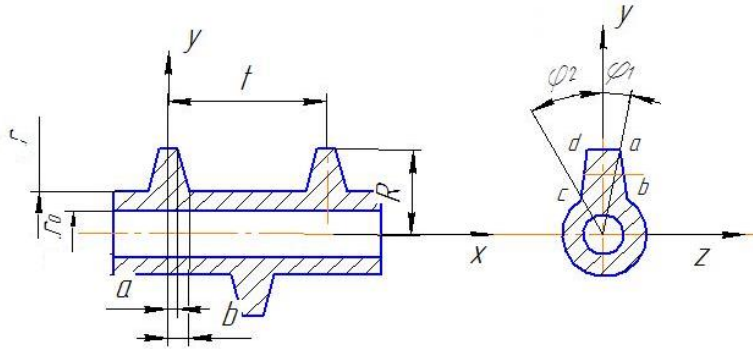
Шилегич чийки заттарды жылдырууга ылайыкталгандыктан анын аймагын кароодо, шилегичтин капталынан чийки затка болгон аракет эткен басым туруктуу деп эсептелет, ал эми өндүрүмдүүлүгү бул аймакта убакыт бирдигине толгон көлөмүнө жараша аныкталат. Бул учурда шилегичтин көңдөй жагындагы чийки зат менен толтуруу даражасын жана анын физика-механикалык касиеттерин эске алуу керек. Шилегич айлануу учурунда чийки заттын жүрүшүнө ылайык спираль траекториясына байланыштуу, сүрүлүү күчтөр таасир этет.

Сунушталган орнотмодо шилегичтин калакчасынын кесилиш жагы трапеция формасында болгондуктан (2-сүрөт) геометриялык мүнөздөмөлөрү төмөдөгү теңдеме менен аныкталат:

$$\varphi_1 = 2\pi \frac{a}{t}; \quad \varphi_2 = 2\pi \frac{b}{t}, \quad (1)$$

бул жерде $2a - R$ радиустагы шилегичтин калыңдыгы; $2b - r$ радиустагы шилегичтин калыңдыгы; t — шилегичтин кадамы (калакчалардын аралыгы).

Иштелип жаткан азык шилегичтин бурулуу бурчундагы мейкиндикти толугу менен толтуруп, анын айлануу учурунда азыктын жылышы бир айланда калакчалардын аралыгынлагы t узундука барабар экени шексиз.



2 – сүрөт. Шилегичтин калакчасынын кесилиши

Массалык өндүрүмдүүлүктү, кебектин тыгыздыгы жана шилегичтин геометриялык көрсөткүчтөрү аркылуу азыктын агымынын кесилишинин аянтынын F_n маанисин билдирип көлөмдүк өндүрүмдүүлүгүн алууга болот.

$$Q_m = z \omega F_n t \quad (2)$$

бул жерде z – шилегичтин кирүү саны; F_n – азык агымынын кесилишинин аянты; t – шилегичтин кадамы (калакчалардын аралыгы) ($t = z t_0$, бул жерде t_0 – жана калакчалардын ортосундагы аралык); ω – шилегичтин айлануу ылдамдыгы

Материал агымынын кесилишинин аянты төмөндөгү тендеме менен аныкталат

$$F_n = F_m + F_B + F_L, \quad (3)$$

бул жерде F_m – шилегичтин акыркы кесилишиндеги жалпы кесилишинин аянты; F_B – шилегичтин огунун кесилишиндеги аянты; F_L – шилегичтин калакчалардын кесилишиндеги аянты.

2-чи жана 3-чү туюнтмаларды эске алып төмөндөгү тендемени алсак болот

$$Q_m = \pi z (R_2^2 - R_1^2) \left(t - \frac{b_2 - b_1}{2 \cos \alpha} \right) \omega 60 \frac{\rho_2}{1000}, \quad (4)$$

бул жерде R_1 , R_2 – шилегичтин тышкы жана ички радиусу; b_1 , b_2 – шилегичтин тышкы жана ички радиусу боюнча

кесилишиндеги спираль калакчасынын туурасы; α – шилегич тилкесинин спиралынын бурчу; ρ_2 – азыктын тыгыздыгы.

Көндөй октун аралашуу аймагында жайгашкан көзөнөк кайнатылган суунун үзгүлтүксүз берилишин камсыз кылат дагы, спираль сызыгы боюнча затынын жөрөшө заттын жумурунун дубалдарына сүрүлүшүнө шарт түзүп аралашуу жараянына алып келет.

Зат шилегичтин баардык калакчаларында бирдей бөлүштүрүлгөн деп эсептесек анда шилегичтин өндүрүмдүүлүгү кийинки үлүшүн түзөт дагы С. В. Мельниковдун теңдемеси боюнча аныктаса болот.

$$Q_{cm} = \nu_n F \rho k_s k_{np} \text{ же } Q_{cm} = (D^2 - d^2) \omega \rho, \quad (5,6)$$

бул жерде D и d – шилегичтин жана октун диаметри, м; k_s – шилегичтин аралыгында толуючу коэффициент; k_{np} - азыктын артка сүзүлүп кетүүчү коэффициенти.

Эгерде азык Архимед спиралы боюнча жүрөт деп эсептесек, шилегичтин жумушчу кесилишинин аянты төмөндөгү теңдемелер менен аныкталат

$$F = F_k - F_{cn}, \quad (7)$$

бул жерде F_k – тегерекченин аянты, м²; F_{cn} – Архимед спиралынын аянты, м².

Архимед спиралынын аянты

$$F_{cn} = \frac{1}{2} r_{cp}^2 \int_0^{2\pi} d\theta = \frac{4}{3} \pi^3 r_{cp}^2, \quad (8)$$

бул жерде r_{cp} – шилегичтин орто радиусу, м; $d\theta$ – үзгүлтүксүз функция.

Ошондо

$$Q_{cm} = 2 \frac{2}{3} \pi^3 r_{cp}^3 \omega \sin \alpha (\cos \alpha - f \sin \alpha) \rho k_s k_{np}, \quad (9)$$

Ал эми өзгөлтөксөз шилегичтөө аралаштыргычтын өндүрүмдүүлүгү төмөндөгү теңдемеси менен сүрөттөлөт

$$Q = \pi \frac{D^2 - d^2}{2} \omega \rho \psi, \quad (10)$$

бул жерде ρ – азыктын тыгыздыгы, кг/см³; ψ – өндүрүмдүүлүктүн коэффициенти.

Өндүрүмдүүлүк коэффициенти ψ шилегичтин ар бир айлануусу менен жылып турган азыктын көлөмүн көрсөтөт, анын негизинде орнотмонун иш жүзүндөгү көрсөткүчүн аныктоого болот. Өндүрүмдүүлүк коэффициенти ψ бөлүкчөлөрдүн формасына жана материалдын сүрүлүү коэффициентиине жараша болот.

Жубастоо чөлкөмүндө шилегичтин аралыгы азайгандыктан, басым бурама огу боюнча акырындап көбөйүп, чийки заттын тыгыздалуусуна алып келет. Азык жубастоо чөлкөмүнүн аягында максималдуу тыгыздыкка жетет дагы сыгылган бөлүмүнүн түшүрүү үчүн жапкыч механизми иштей баштайт. Жубастоо чөлкөмүндө азык шилегичтин аралыгындагы жүрүшү бурама огу боюнча агымы төмөнкү теңдике менен аныкталат:

$$Q_x = \pi \cdot D \cdot t(v - \delta) \cdot v \cdot \cos \theta \cdot \frac{fd}{2} - \frac{H^3 t f p d}{12 n \mu s} \cdot \frac{dP}{dx}, \quad (11)$$

бул жерде Q_x – шилегичтин огу боюнча өнүмдүн көлөмдүк агымы, м³/с; H – шилегичтин калакчаларынын тереңдиги, м; t – калакчаларынын аралыгы, м; δ – шилегич менен көзөнөктүү жумурунун ортосундагы ажырым, м; θ – циклдин жантайыш бурчу; v – шилегичтин ылдамдыгы, м/с; n – азыктын агымынын теңдемесиндеги кубаттуулук мыйзамынын көрсөткүчү; P – азыка блдгон басым, Па; x – шилегичтин каналынын аралыгы, м; $f p d$ – басым агымындагы орто илешкектүүлүктү түзөтүүчү коэффициент.

Шилегичтин бурулуштарынын өзгөрүлмө кадамы менен жубастоо чөлкөмүндөгү өндүрүмдүүлүгү төмөнкү теңдеме менен чагылдырылышы мүмкүн:

$$Q = \frac{AK}{K + B + C}, \quad (12)$$

бул жерде A – жубастоо чөлкөмүндө өзгөрүлмө бийиктиктин геометриялык өлчөмдөрү менен түз агымдын туруктуу саны, см³; B – жубастоо чөлкөмүндөгү өзгөрүлмө кадамы бар геометриялык өлчөмдөр менен тескери агымдын туруктуу саны, см³; C – жубастоо

чөлкөмүндө өзгөрүлмө бийиктиктин геометриялык өлчөмдөрү менен туруктуу агып чыгуунун туруктуу саны, см³.

А, В, С туруктуу сандар түмүндүгөдүй эсептелет

$$A = \frac{\pi^3 D(D-h)^2 h J_1}{4\pi^2 (D-h)^2 J_2 - J_3}; \quad (13)$$

$$B = \frac{\pi h^3 (D-h) \Delta t}{3[4\pi^2 (D-h) j_2 - J_3]}; \quad (14)$$

$$C = \frac{\pi D^2 \delta^3 \Delta t}{5e(D-h)[\pi(D-h)J_4 + \Delta t J_5]}, \quad (15)$$

бул жерде Δt - чектеш кадамдардын ортосундагы айырмачылык; J_1, J_2, J_3, J_4, J_5 – шилегичтин өзгөрүлмө кадамы болгон конструкц-ясынын мүнөздөөчү коэффициенттер, алар төмөнкү теңдемелерден аныктоого болот.

$$J_1 = t_1 - t_3 + 2,3\Delta t \lg \frac{t_1}{t_3}; \quad (16)$$

$$J_2 = \frac{2,3}{2e} \left[(2e + \Delta t) \lg i - \Delta t \lg \frac{t_1}{t_3} \right]; \quad (17)$$

$$J_3 = (t_1 - t_3)(t_1 + t_3 + 2\Delta t + 6e) + 4,6e(\Delta t + 2e) \lg i; \quad (18)$$

$$J_4 = 2,3 \lg \frac{\operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\varphi_3}{2}} + 2 \frac{\sin \frac{\varphi_1 + \varphi_3}{2} \sin \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{2}}{\cos \varphi_1 \cos \varphi_3}; \quad (19)$$

$$J_5 = 2 \frac{\cos \frac{\varphi_1 + \varphi_3}{2} \sin \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{2}}{\sin \varphi_1 \sin \varphi_3} - 2,3 \frac{\operatorname{tg} \frac{90 - \varphi_1}{2}}{\operatorname{tg} \frac{90 - \varphi_3}{2}}; \quad (20)$$

$$\Delta t = \frac{t_1 - t_3}{m - 1} \text{ или } \Delta t = \frac{t_1^2 - t_3^2}{2L - t_1 - t_3}; \quad t_3 = \frac{t_1 + e(i - 1)}{i}; \quad (21)$$

$$m = \frac{2L}{t_1 + t_3}, \quad (22)$$

бул жерде t_1 – сыгуу чөлкөмүнүн баш жагындагы шилегичтин кадамы, анын мааниси D аркылуу аныкталат $t_1 = (0,75 \dots 1,25)D$, см; t_3 – сыгуу аймагынын аяк жагындагы шилегичтин кадамы, см.

Анын мааниси кысуу коэффициентин i белгилүү болсо, жогорудагы теңдеме боюнча эсептелет; m – сыгылган чөлкөмүндөгү шилегичтин кадамдарынын саны.

Ал эми шилегичтин бетине октук күчтү проекциялоо аркылуу бураманын валына таасир этүүчү момент төмөндөгү теңдеме аркылуу аныкталат

$$M = \frac{D \cdot F \cdot \zeta \cos^2 \alpha}{2}, \quad (23)$$

бул жерде ζ – шилегичин калакчасындагы азыктын сүрүлүү коэффициенти; α – шилегич сызыгынын бийиктик бурчу; F – октук күч; D – шилегичтин диаметри.

Алынган теңдемелерди колдонуп орнотмонун кубатуулугу

$$N = \frac{2\pi \cdot n \cdot M \cdot 10^{-3}}{60}, \quad (24)$$

бул жерде n – шилегичтин айлануу жыштыгы.

Шилегичтүү жубастоонун иштөөсүн талдап, ага берилген кубаттуулук төмөндөгүдөй чыгымга келери белгиленди:

- бозонун тобун сыгылуу даражасына ылайык баштапкы көлөмдөн баштап акырына чейин жубастоо;
- сыгылуучу топ менен айлануучу шилегичтин огунун ортосунда пайда болгон сүрүлүү күчтөрүн жеңүү;
- жумурунун ички бети менен айланып турган бозонун тобунун ортосундагы сүрүлүү күчтөрүн жеңүү;
- муунак жаздыктардагы сүрүлүү күчүн жеңүү.

Оценти жубастап чыпкалап алуучу жубаска керектелген кубатуулукту эсептөөдө сунушталган усулдугуна таянып, жубастын кубаттуулугунун өзгөрүшүн жана ар кандай факторлордун өзгөрүшү

менен шилегичтин майнаптуулугун талдоонун натыйжасында кубатуулукту эсептөөдө көптөн көп сыгылуучу топтун нымдуулугу, чыгуучу көзөнөктүн өлчөмү жана шилегичтин айлануу ылдамдыгы таасирдүүлүгү далилденди.

Адабият тизмеси

1. Патент КР № 2201. Установка для фильтрования и прессования национального напитка «Бозо» от 31.03.2020 г. Тилемишова Н. Т., Садиева А. Э.
2. Б. М. Сергеев. Расчеты на прочность деталей машин пищевых производств. – М.: Машиностроение, 1969 г.–143 с.
3. Груздев И. Э., Мирзоев Р. Г., Яиков В. И. Теория шнековых устройств. – Л.: Изд. Ленинградского университета, 1978. – 144 с.
4. Автоматизированное проектирование и расчет шнековых машин: монография / М. В. Соколов, А. С. Клинков, О. В. Ефремов, П. С. Беляев, В. Г. Однолько. – М.: Машиностроение-1", 2004.– 248 с.
5. Структурно-параметрический синтез шнекового экструдера для отжима рапса: монография / М. А. Корякина, В. А. Шахов, А. П. Козловцев. – Оренбург: Изд-й центр ОГАУ, 2016. – 176 с.
6. Кошевой Е. П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел – СПб: ГИОРД, 2001. –368 с.
7. Разработка методики расчёта нагрузок на шнек и энергозатрат шнековых прессов. М. С. Татарьянц, С. И. Завинский, А. Г. Трошин, Технічні науки Scientific Journal «ScienceRise» № 6/2(11)2015

УДК 669.017;539.213

АМОРФТУК ЭРИТМЕЛЕРДИН ТҮЗҮЛҮШҮНДӨГҮ ТУКУМ КУУЧУЛУК КОДУ

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД В СТРУКТУРАХ АМОРФНЫХ СПЛАВОВ

GENETIC CODE IN THE STRUCTURES OF AMORPHOUS ALLOYS

Т. Д. Джурсаев, Э. Р. Газизова, М. Т. Тощев
T. J. Juraev, E. R. Gazizova, M. T. Toshev

Аморфтук металл эритмелеринин кеңири колдонулушуна карабастан, катуу заттын аморфтук абалы (КЗАА) азыркы структуралык материал таануу илиминин эң аз изилденген тармагы болуп саналат. КЗАА негизинен суюктуктун структурасын чагылдырат, ошондуктан анын структурасын сыпаттоо тыгыздыктын, жергиликтүү чөйрөнүн жана химиялык курамынын термелүүсүнө негизделиши керек, бул структуранын сүрөттөлүшүнө ыктымалдык жана статистикалык мүнөздү киргизет. Мунун негизинде бул коммуникация органикалык эмес табияттагы тукум куучулуктун кристаллдык химиялык моделинин концепцияларын колдонуу менен аморфтуу металл эритмелеринин түзүлүшүнүн структурасын аныктоонун жыйынтыктарын берет. Металлдык аморфтук (меттуруктуу жана тең салмактуу эмес) эритмелердин түзүлүшүнүн тукум куучулук маалыматынын тукум куучулук коду тукум куучулуктун химиялык структуралык бирдиктери (ТКХСБ) болуп саналган жана тетраэдрдик (ТЭ) же октаэдрдик (ОЕ) формасындагы sp^3 , sd^3 , sp^2d , s^2p^4 , s^2d^4 , spd^4 , sp^3d^2 гибриддик орбиталдары бар геометриялык түзүлүштөр төрт жана алты эквиваленттүү байланыштуу, кыска аралыктагы тартиптин ролун ойнойгон конфигурацияларыбар экендиги аныкталган.

Несмотря на широкое применение аморфных металлических сплавов, аморфное состояние твердого тела (АСТТ) является наименее изученной областью современного структурного материаловедения. АСТТ в значительной степени отражает структуру жидкости, поэтому в основе описания его структуры должны быть учтены флуктуации плотности, локального окружения и химического состава, что вносит в описание структуры вероятностный и статистический характер. Исходя из этого, в данном сообщении приведены результаты по определению строения структуры аморфных металлических сплавов с привлечением представлений кристаллохимической модели наследственности в неорганической природе. Установлено, что генетическим кодом наследственной ин-

формации структуры металлических аморфных (метастабильных и неравновесных) сплавов являются геометрические образования, представляющие собой химико-структурированные единицы наследственности (ХСЕН) и имеющие вид тетраэдрической (ТЭ) или октаэдрической (ОЭ) конфигураций с гибридными орбиталями sp^3 , sd^3 , sp^2d , s^2p^4 , s^2d^4 , spd^4 , sp^3d^2 четырьмя и шестью равноценными связями, выполняющими также роль ближнего порядка в них.

Despite the widespread use of amorphous metal alloys, the amorphous state of a solid (ASS) is the least studied area of modern structural materials science. ASS largely reflects the structure of a liquid, therefore, the description of its structure should be based on fluctuations in density, local environment, and chemical composition, which introduces a probabilistic and statistical character into the description of the structure. Based on this, this communication presents the results of determining the structure of the structure of amorphous metal alloys using the concepts of the crystal chemical model of heredity in inorganic nature. It has been established that the genetic code of the hereditary information of the structure of metallic amorphous (metastable and non-equilibrium) alloys are geometric formations, which are chemically structured units of heredity (CSUH) and have the form of tetrahedral (TH) or octahedral (OH) configurations with hybrid orbitals sp^3 , sd^3 , sp^2d , s^2p^4 , s^2d^4 , spd^4 , sp^3d^2 four and six equivalent bonds, which also play the role of short-range order in them.

Түйүн сөздөр: аморфтук эритмелер, генетикалык коду, түзүлүш, тукум куучулук, химиялык структуралык бирдиктери.

Ключевые слова: аморфные сплавы, генетический код, структура, наследственность, химико-структурированные единицы.

Key words: amorphous alloys, genetic code, structure, heredity, chemically structured units.

Некоторые аморфные металлические сплавы уже внедрены в промышленность. Это прежде всего относится к аморфным материалам на основе железа, кобальта и никеля. Неожиданные комбинации свойств аморфных сплавов, невозможные в случае обычных кристаллических материалов, могут приводить к новым и необычным областям применения. Возможность применения аморфных металлических сплавов и материалов основывается на особенностях их структуры и комплекса свойств. Например, аморфные сплавы устойчивы против общей коррозии в различных агрессивных средах, а их механические свойства резко отличаются от таковых кристаллических аналогов из-за особого структурного состояния [1].

Идеальный совершенный монокристалл и аморфный сплав являются двумя предельными случаями состояния металлических материалов [1-3]. В монокристалле вся совокупность атомов, которые периодически правильно расположены в пространстве, отличаются однородностью, трансляционной симметрией и анизотропией. Переход из жидкого состояния в твердое состояние протекает во времени, т.е. для обычной кристаллизации необходимо время. В противоположность кристаллическому твердому телу аморфные сплавы не имеют дальнего порядка в расположении атомов, т.е. в них нет кристаллической решетки, а наблюдается только ближний порядок. Между двумя предельными случаями существуют переходные состояния (в ряде случаев метастабильные состояния). Понятие аморфный металлический сплав появилось лишь сравнительно недавно. Поэтому аморфное состояние твердого тела – одна из наименее изученных областей современной физики и физической химии конденсированного состояния.

Существуют критерии, характеризующие склонность к аморфизации [1]:

- чистые металлы получить в аморфном состоянии практически невозможно;
- возможно получение аморфных сплавов на основе d-переходных металлов (ПМ) с их содержанием до 80% и около 20% – элементов аморфизаторов (бор, алюминий, углерод, кремний, германий, олово, азот, фосфор, мышьяк, кислород, сера, селен и теллур), соответственно;
- в кристаллическом состоянии растворимость элементов аморфизаторов очень мала; обычно в ПМ она составляет при комнатной температуре доли процента, а в аморфных сплавах – целых 20%.

Аморфные сплавы бывают двух типов: сплавы типа металл-металл и металл-неметалл.

1. Сплавы типа металл-металл образуются:

- а) при взаимодействии ПМ с лантаноидами и актиноидами;
- б) при взаимодействии щелочных (ЩМ) и щелочноземельных металлов (ЩЗМ) с Zn, Al, Ga, In и Tl;

в) при взаимодействии ПМ, далеко расположенных друг от друга в периодической таблице Д. И. Менделеева.

2. Сплавы типа металл - неметалл образуются при взаимодействии ПМ с неметаллами (аморфизаторами).

Установлено, что концентрационный интервал образования аморфных сплавов в системах металл - металл более широк, чем в сплавах металл - неметалл [1].

К настоящему времени вся информация о строении структуры аморфных сплавов получена следующими методами: рассеянием направленных пучков малых частиц и лучей; ядерного магнитного резонанса; месбауэровской спектроскопии локального окружения атомов, а также с помощью представлений, вытекающих из рассмотрения теоретических моделей. Эти модели можно разделить на две большие группы [2,3]: первая основывается на квазжидкостном описании структуры с помощью непрерывной сети хаотично расположенных плотноупакованных атомов, а вторая группа основывается на описании структуры с помощью кристаллов, содержащих высокую плотность дефектов различного типа. Позднее появились работы [3], где описывают структуру металлических аморфных сплавов, уподобляя их обычным нанокристаллам с одной стороны, и нанокристаллам, расположенным в жидкоподобной аморфной матрице, с другой.

Однако ни одна из известных моделей не дает возможности предсказать тип строения аморфной структуры. Даже компьютерное моделирование не позволило получить структуру той же плотности, что наблюдалась в эксперименте [3]. Таким образом, пока нет еще однозначного ответа на вопрос о возможности образования структурных элементов металлических аморфных сплавов.

Несмотря на это, эквивалентность элементарных структурных единиц аморфных и кристаллических фаз одного и того же химического состава в последнее время подтверждается. Экспериментальные результаты приводят к выводу о существенном сходстве структурных единиц аморфных и кристаллических фаз, называемых структурными элементами. Аморфные металлические сплавы и их

кристаллические аналоги имеют близкие значения плотности и почти одинаковый ближний порядок.

Строение структуры аморфных металлических сплавов может быть также определено привлечением представлений кристаллохимической модели наследственности [4].

Как известно [5], одним из основных признаков наследования в сплавах является структурная характеристика, которая впервые обозначена как элемент структуры расплава (ЭСР). В последующем эксперименты и расчеты наглядно доказали наличие в расплавах, унаследованных ЭСР с размером больше 20 нм, являющихся генами структурной информации, ответственными за её сохранение и передачу.

В работах [6-8] показано, что элементами-создателями наследственных признаков в металлах и сплавах являются атом, молекула, ион, радикал, дефект, зерно, границы зёрен и их группировки, которые приобретают геометрическую форму. Эти геометрические образования, представляющие собой химико-структурированные единицы наследственности (ХСЕН) – гены, имеют вид тетраэдрической (ТЭ) или октаэдрической (ОЭ) конфигурации с гибридными орбиталями sp^3 , sd^3 , sp^2d , s^2p^4 , s^2d^4 , spd^4 , sp^3d^2 четырьмя и шестью равноценными связями (см. табл.), выполняющими роль ближнего порядка – генетического кода в этих веществах и носителей наследственной информации. Приобретение такого геометрического строения вещества связано с гибридным расположением молекулярных орбиталей под углами между ними в 109.5° и 90° соответственно. Всё это является также генетическим кодом наследственной информации металлических аморфных (метастабильных и неравновесных) сплавов.

Так как процесс фазового перехода жидкости в кристаллическое состояние на стадии зародышеобразования характеризуется проявлением множества закономерностей, было интересно разобратся в поведении ХСЕН при расплавлении и затвердевании аморфных сплавов. Для этого, используя метод аналогии, приведенный в работе [9] и произведённый между строением структур жидкой воды и металлического расплава, определили, что закладка ХСЕН в металлических аморфных сплавах осуществляется при

сравнительно высоких температурах. По мере снижения температуры структура претерпевает ряд изменений, связанных с уплотнением и изменением концентрационных кластеров, состоящих из ХСЕН. Они в свою очередь состоят из различных по плотности кластеров, которые способствуют образованию новой фазы – эмбриона в виде молекулы ХСЕН, затем ассоциации молекул – малого кластера, дозародыша – большого кластера, зародыша – гигантского кластера, уже центра кристаллизации – сверхгигантского кластера и, наконец, твердого тела – аморфного металлического сплава.

Таблица 1 – Характеристики генетического кода - носителя наследственной информации в металлических аморфных сплавах

КЧ	Образующая гибридная орбиталь	Геометрическое строение ближнего порядка	Пределы устойчивости ХСЕН(r_a : r_k)
4	sp^3, sd^3, sp^2d	Тетраэдрическая	0.225-0.415
6	$s^2p^4, s^2d^4, spd^4, sp^3d^2$	Октаэдрическая	0.415-0.732
Примечание: КЧ – координационное число; r_a – радиус аниона; r_k – радиус катиона			

Металлические аморфные сплавы могут быть получены быстрой закалкой расплава. При этом возникают напряжения, которые приводят к формированию нестабильных структур по типу твёрдых растворов, а также к возникновению локального упорядочения атомов по типу кристаллических фаз, т.е. метастабильной составляющей. А это является неотъемлемой характеристикой аморфного металлического сплава, которая может изменяться в зависимости от состава и температуры.

На основании имеющейся информации [1, 2] для аморфных металлических сплавов характерно образование твердых растворов внедрения и замещения. Это указывает на то, что мы можем принять широко используемое понятие "реальный совершенный кристалл" условно, так как в реальном кристалле всегда должны содержаться точечные дефекты. Простейшими точечными дефектами являются вакансии, междоузельные атомы, примесные атомы внедре-

ния и примесные атомы замещения, которые встречаются в структуре аморфных сплавов.

В твёрдых растворах внедрения и замещения со структурами ОЦК, ГЦК и ПУГ «решеток» металлических аморфных сплавов образуются дефекты, имеющие строение ХСЕН с ТЭ и ОЭ конфигурациями (рис. 1) [7,8]. Например, среди твердых растворов внедрения наибольший интерес представляют строения структураустенита и метастабильных фаз мартенсита (рис.2 а) и цементита (рис.2 б). Они образуются в системе Fe-C, в которой атомы углерода закономерно расположены в ОЭ конфигурациях, соответствующих «решеткам» железа (рис. 2 а) [7].

ХСЕН с ТЭ конфигурациями присутствуют в сплавах систем ЩМ (ЩЗМ) – аморфизатор (Si,Ge,Sn,Al,Ga,In и Tl), соответственно в структурах NaSi, BaSi₂, KGe и KSn. В структуре Na₂Tl установлено [12] наличие ХСЕН с ТЭ конфигурацией группы Tl₄, являющейся частью координационного окружения атома Tl в виде малого кластера – икосаэдра, что подтверждает наши выводы в работах [6-11].

В металлических аморфных сплавах ПМ с аморфизаторами (Al, B, C, P, N, O и S) могут образовываться метастабильные составляющие – химические соединения, например, алюминиды MeAl₃ структурного типа TiAl₃ с ТЭ конфигурацией генетического кода (КГК) ближнего порядка; монокарбиды MeC типа NaCl с ОЭ КГК; дибориды MeB₂ типа AlB₂ с ОЭ КГК; монофосфиды MeP типа сфалерита ZnS с ТЭ КГК и типа NaCl с ОЭ КГК; мононитриды MeN типа вюрцита ZnS с ТЭ КГК и типа NaCl с ОЭ КГК; монооксиды MeO типа NaCl с ОЭ КГК; моносulfиды MeS типа NaCl с ОЭ КГК и ряд сверхструктурных фаз Fe_xS_y, Fe_xB_y с ТЭ и ОЭ КГК, а также фаз Лавеса со структурными типами MgCu₂, MgZn₂ и MgNi₂ с ТЭ КГК .

Вышеуказанные составы аморфных сплавов широко используются как легирующие, модифицирующие и упрочняющие фазы при получении и разработке высокопрочных и износостойких сплавов чёрных и цветных металлов, которые рентгенографически изучены [12]. В них установлено строение дальнего и ближнего порядков, последние из которых соответствуют ХСЕН с ТЭ или ОЭ конфигурациям генетического кода [6-11].

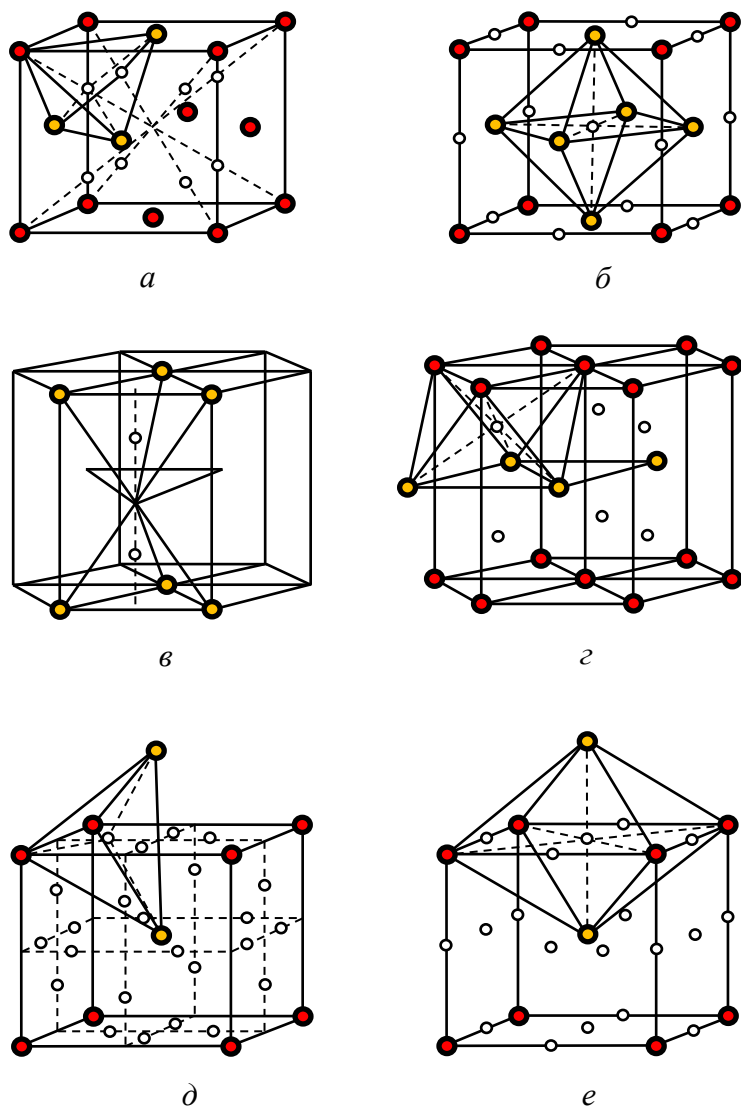


Рисунок 1 – Ближний порядок в аморфных сплавах – ХСЕН с ТЭ и ОЭ конфигурациями в условных пространственных решетках ГЦК (а, б); ПУГ (в, г) и ОЦК (д, е)

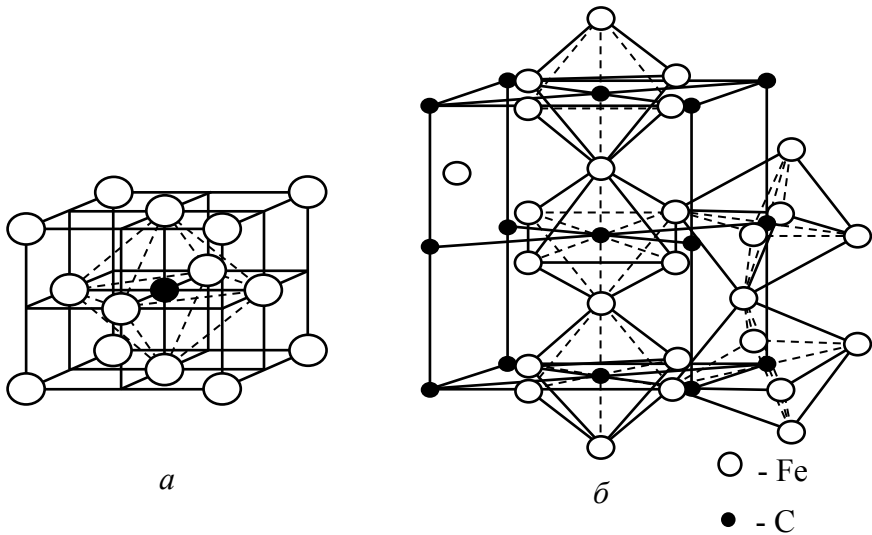


Рисунок 2 – Строение ближнего порядка аустенита и мартенсита (а) и цементита (б) с внедренными атомами углерода

Литература

1. Ефимов Ю. В., Варлимонт Г. и др. Метастабильные и неравновесные сплавы. – М. Металлургия, 1988. – 384 с.
2. Иверонова В. И., Кацнельсон А. А. Ближний порядок в твердых растворах. – М.: Наука, 1977. – 256 с.
3. Глезер А. М. Аморфные и нанокристаллические структуры: сходства, различие, взаимные переходы. – Рос. хим. ж. –2002. – Т.56. – С.57–63.
4. Джураев Т. Д., Газизова Э. Р., Хакдодов М. М. Физико-химические основы наследственности в неорганической природе. – Германия: LAPLAMBERT Academic Publishing GmbH & CoKG, 2011, 128 с.
5. Никитин В. И., Никитин К. В. Наследственность в литых сплавах. – М.: Машиностроение, 1,2005. – 476 с.
6. Джураев Т. Д. О химико-структурированных единицах, выполняющих роль элементов структуры расплава / Т. Д. Джураев Э. Р. Газизова, М. Т. Тошев // Металлургия машиностроения. –2012. – № 5. – С. 24–27.

7. Джураев Т. Д. Дефекты кристаллов твёрдых тел как создатели и носители генетической информации / Т. Д. Джураев, Э. Р. Газизова, М. Т. Тошев // Вестник ТТУ. – 2014. – № 1. – С. 76.
8. Джураев Т. Д., Газизова Э. Р., Тошев М. Т., Хакдод М. М. Элементы-создатели наследственных признаков и их влияние на свойства металлов и сплавов. – Душанбе: ОП ТТУ, 2020. – 132 с.
9. Джураев Т. Д. К проблеме кластерного строения элементов структуры расплава / Т. Д. Джураев, Э. Р. Газизова, М. Т. Тошев, Г. К. Ходжиев // Труды VIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Наследственность в литейно-металлургических процессах». – Самара: СамГТУ, 2018. – С. 167–173.
10. Джураев Т. Д. Мелкокристаллическая лигатура как матрица генома при модифицировании алюминиевых сплавов / Т. Д. Джураев, Э. Р. Газизова, М. М. Хакдодов, Ф. К. Рахимов // Metallurgy машиностроения. – М.: Литейное производство, – 2020. – № 3. – С. 15–22.
11. Джураев Т. Д. О методах выделения химико-структурированных единиц наследственности // Т. Д. Джураев, Э. Р. Газизова, Г. К. Ходжиев, М. Т. Тошев // Материалы V Международной научной конференции «Вопросы физической и координационной химии». – Душанбе: ДМТ, 2021. – С. 174–177.
12. Уэллс А. Структурная неорганическая химия. – М.: Мир, 1987. – Т.1. – 408с.

УДК 624.04

СЫЙГАЛАНУУ КУРЧООСУ БАР ИМАРАТТЫН КУРГАК СҮРҮЛҮҮНҮН ТАСИРИН ИЗИЛДӨӨ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СУХОГО ТРЕНИЯ В ЗДАНИИ СО СКОЛЬЗЯЩИМ ПОЯСОМ

STUDY OF THE INFLUENCE OF DRY FRICTION IN A BUILDING WITH SLIDING BELT

И. Каландарбеков, Д. Н. Низомов, И.И. Каландарбеков, М.Б. Марамов
I. Kalandarbekov, J. N. Nizomov, I. I. Kalandarbekov, M. B. Maramov

Калкты өзгөчө кырдаалдардан коргоо өлкөнүн социалдык-экономикалык өнүгүүсүнүн артыкчылыктуу багыттарынын бири болуп саналат. Курулуштардын сейсмикалык туруктуулугун жана сейсмикалык активдүү аймактарда жашаган адамдардын коопсуздугун камсыз кылуу маселелери актуалдуу. Имараттарды жана курулуштарды сейсмикалык жүктөрдөн коргоо маселеси биринчи даражадагы маанилүү милдет болуп саналат. Сейсмикалык облочолоо имараттардын жана курулуштардын сейсмикалык туруктуулугун камсыз кылуунун негизги жолдорунун бири болуп саналат. Макалада ар кандай тышкы таасирлердин астында эркиндик даражасы бир система үчүн кургак сүрүлүү менен динамикалык маселелерди сандык чечүүнүн алгоритмдери жана программалары берилген. Иштелип чыккан математикалык модель тесттик мисалдар боюнча ишке ашырылат. Кургак сүрүлүү менен динамикалык маселелерди сандык чечүү үчүн керектүү функциянын $w(t)$, ырааттуу жакындоосу колдонулган, анын натыйжасында убакыттын мезгилине туура келген ылдамдыктын жана ылдамдануунун рекурсивдүү туюнтмалары алынган. Эркиндиктин бир даражасы бар системанын эркин термелүүсү, туруктуу сүрүлүүдөгү басаңдатылган термелүүлөр жана титирөө жүктүн таасири астында кургак сүрүлүү изилденет.

Защита населения от чрезвычайных ситуаций является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития страны. Вопросы обеспечения сейсмостойкости сооружений и безопасности проживания людей на сейсмически активных территориях очень актуальны. Проблема защиты зданий и сооружений от сейсмических нагрузок – задача первостепенной важности. Сейсмоизоляция служит одним из основных способов обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений. В статье приводятся алгоритмы и программы численного решения динамических задач с сухим трением для системы с одной степенью свободы при различных внешних воздействиях. Разработанная математическая модель реализована на тестовых примерах. Для численного решения динами-

ческих задач с сухим трением использована последовательная аппроксимация искомой функции, $w(t)$, в результате которой получены рекуррентные формулы для скорости и ускорения, соответствующие моменту времени. Исследованы свободные колебания системы с одной степенью свободы, затухающие колебания при постоянном трении и сухого трения при действии вибрационной нагрузки.

Protection of the population from emergency situations is one of the priority areas of the country's socio-economic development. The issues of ensuring the seismic resistance of structures and the safety of people living in seismically active areas is relevant. The problem of protecting buildings and structures from seismic loads is a task of paramount importance. Seismic isolation is one of the main ways to ensure the seismic resistance of buildings and structures. The article presents algorithms and programs for the numerical solution of dynamic problems with dry friction for a system with one degree of freedom under various external influences. The developed mathematical model is implemented on test examples. For the numerical solution of dynamic problems with dry friction, a successive approximation of the desired function $w(t)$, was used, as a result of which recursive formulas for velocity and acceleration corresponding to the moment of time were obtained. The free oscillations of a system with one degree of freedom, damped oscillations under constant friction and dry friction under the action of a vibration load are investigated.

Тўйун сөздөр: сейсмикалык обочолоо, жакындоо, термелүү кыймылы, далдоо чөлкөм, динамикалык коэффициент, басаңдатылган термелүүлөр, ылдамдык, ылдамдоо, сүрүлүү күчтөрү.

Ключевые слова: сейсмоизоляция, аппроксимация, колебательное движение, мёртвая зона, динамический коэффициент, затухающие колебания, скорость, ускорение, силы трения.

Key words: seismic isolation, approximation, oscillatory motion, dead zone, dynamic coefficient, damped oscillations, speed, acceleration, friction forces.

Введение

Сейсмическая изоляция – один из основных способов обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений [1-11]. Сейсмическая безопасность – одна из важнейших задач социально-экономического развития, для решения которой необходимо использовать систему сейсмической защиты. Большая часть территории Республики Таджикистан расположена в сейсмически активных регионах. В последние годы на этих территориях ведётся массовое строительство. В связи с этим возникает проблема обеспечения сейсмостойкости конструкций на этих территориях. Повышение сей-

смической безопасности возможно при ускоренном совершенствовании методов, способов и технических средств защиты зданий и сооружений при сейсмическом воздействии и является основной проблемой, решение которой имеет большое научное и практическое значение.

На основании краткого проведённого анализа можно сделать вывод, что важнейшим направлением современной науки о сейсмостойком строительстве является разработка методов сейсмозащиты и оценка их эффективности на основе различных динамических моделей типа «здание – изоляция – фундамент – основание» с учётом характера сейсмического воздействия.

Установлено, что в Центральноазиатском регионе территория Таджикистана является наиболее сейсмически активным районом. Следует отметить, что само понятие «сейсмическая активность» зародилось при изучении землетрясений в Таджикистане [12]. Здесь на небольшой территории сосредоточены редкие по своей уникальности сейсмические очаги.

Сейсмоизоляция – это самое перспективное направление, которое развивается в последние годы в разных странах мира. В России на 2020 г. построено уже более 300 сейсмоизолированных зданий и свыше 80 сейсмоизолированных мостов. Большой интерес применение сейсмоизоляции получило в Японии, США, России, Китае, Канаде, Армении, Новой Зеландии, Италии и др.

Сейсмоизолирующие опорные конструкции скользящего типа за счёт сил сухого трения обеспечивают жёсткую кинематическую связь конструкции с колеблющимся основанием до тех пор, пока общая инерционная сила в системе не превысит определённый уровень – порог срабатывания, значение которого зависит от коэффициента трения и конфигурации скользящих поверхностей фундамента.

Алгоритм расчёта. Рассмотрим систему с одной степенью свободы, где наряду с вязким трением осциллятор испытывает также действия сухого трения. Нелинейное дифференциальное уравнение движения осциллятора с сухим трением при кинематическом возмущении основания может быть записано в виде

$$m\ddot{w} + c\dot{w} + kw + f = -m\ddot{z}_0(t), \quad (1)$$

здесь $f = f_0 \cdot \text{sgn}(v)$ – кулонова сила трения, $f_0 = \mu \cdot Q$ – максимальная сила трения покоя, $Q = mg$ – вес тела, μ – коэффициент трения скольжения, $v = \dot{w} - \dot{z}_0$ – относительная скорость, $\dot{w}$ – скорость движения массы m , $\dot{z}_0$ – заданная скорость движения основания. Кусочно-постоянная функция действительного аргумента $\text{sgn}(v)$ определяется по формуле:

$$\text{sgn}(v) = \begin{cases} 1, & v > 0 \\ 0, & v = 0 \\ -1, & v < 0 \end{cases}.$$

Исходя из этого, нелинейное уравнение (1) можно записать в виде двух линейных уравнений:

$$m\ddot{w} + c\dot{w} + kw = -m\ddot{z}_0(t) - f_0, \text{ при } v > 0, \quad (2)$$

$$m\ddot{w} + c\dot{w} + kw = -m\ddot{z}_0(t) + f_0, \text{ при } v < 0, \quad (3)$$

где первое уравнение описывает движение массы вправо, а второе – движение влево.

Нелинейное дифференциальное уравнение свободных колебаний системы принимает следующий вид

$$m\ddot{w} + c\dot{w} + kw = \pm f, \quad \ddot{w} + 2n \cdot \dot{w} + \omega^2 \cdot w = \pm \omega^2 a, \quad (4)$$

где $n = c/2m$, $\xi = n/\omega$, $\omega^2 = k/m$, $f/m = \omega^2 a$, $a = f/k$, ξ – параметр затухания, ω – круговая частота свободных колебаний без учёта затухания, a – граница мёртвой зоны. Верхний знак, плюс, соответствует движению массы m справа налево ($\dot{w} < 0$), нижний, минус, – движению слева направо ($\dot{w} > 0$). В случае свободных колебаний без затухания с начальным смещением z_0 после каждого полупериода произойдёт уменьшение цикла на величину $2a$ и убывание амплитуд следует арифметической прогрессии [13].

Приближённое решение уравнения задачи о вынужденных колебаниях с сухим трением при действии возмущающей силы $P(t) = P_0 \sin \theta t$

$$m\ddot{w} + c\dot{w} + kw + f = P(t), \quad (5)$$

сводится к уравнению $w = A \sin(\theta t - \alpha)$, где амплитуда выражается формулой [13]

$$A = \pm \frac{P_0}{k} \cdot \frac{\sqrt{1 - (4f_0 / \pi P_0)^2}}{1 - \theta^2 / \omega^2}, \quad (6)$$

где $f_0 / P_0 < \pi / 4$.

Первый множитель в правой части (6) представляет статическое отклонение, а второй множитель – динамический коэффициент.

Для численного решения динамических задач [14] с сухим трением используем последовательную аппроксимацию искомой функции, $w(t)$, в результате которой получим рекуррентные формулы для скорости и ускорения, соответствующие моменту времени t_i

$$\dot{w}_i = \beta_1(w_i - w_{i-1}) / \tau - \beta_2 \dot{w}_{i-1} - \tau \beta_3 \ddot{w}_{i-1}, \quad (7)$$

$$\ddot{w}_i = \alpha_1(w_i - w_{i-1}) / \tau^2 - \alpha_2 \dot{w}_{i-1} / \tau - \alpha_3 \ddot{w}_{i-1}, \quad (8)$$

где α_j, β_j – коэффициенты аппроксимации, τ – шаг интегрирования по времени.

Внося (7) и (8) в (4), получим уравнение для определения w_i :

$$a_1 w_i = b_1 w_{i-1} + c_1 \dot{w}_{i-1} + d_1 \ddot{w}_{i-1} - \mu g \cdot \operatorname{sgn}(\dot{w}_{i-1}), \quad (9)$$

Здесь $a_1 = \alpha_1 / \tau^2 + 2\xi\omega\beta_1 / \tau + \omega^2$, $b_1 = \alpha_1 / \tau^2 + 2\xi\omega\beta_1 / \tau$,

$$c_1 = \alpha_2 / \tau + 2\xi\omega\beta_2, \quad d_1 = \alpha_3 + 2\xi\omega\beta_3\tau.$$

Пример 1. Исследование свободных колебаний системы с одной степенью свободы. Предложенный алгоритм реализуем на тестовом примере. Требуется определить границы «мёртвой зоны» и построить график колебательного движения тела массой $m = 1$ кг, находящегося на негладкой поверхности при следующих данных [15].

$$k = 2 \text{ Н/см} \left(200 \text{ кг/с}^2 \right), \quad z_0 = w_0 = 7 \text{ см}, \quad \mu = 0,2, \quad \xi = 0,$$

$$f_0 = \mu mg = 0,2 \cdot 1,9,81 = 1,962 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2 \text{ (1,962 Н)},$$

$$\omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{2/1} = 1,414 \text{ с}^{-1}, \quad T = 2\pi/\omega = 2,3,14/1,414 = 1,64 \text{ с}.$$

На рисунке 1 представлены результаты численного решения тестовой задачи при шаге интегрирования $\tau = 0,005 \text{ с}$. Сравнение показывает, что результаты численного исследования по смещениям (кривая 1) достаточно хорошо согласуются с аналитическим решением [15]. Граница мёртвой зоны определяется из равенства

$$kh = \mu_0 mg,$$

где $\mu_0 mg$ – статическая сила трения,

$$h = \mu_0 mg / k = 0,24 \cdot 1,9,81 / 200 = 1,18 \text{ см}.$$

Тело, остановившись на расстоянии $w_3 = 1,12 \text{ см}$ (кривая 1) левее исходной точки, прекращает своё движение, так как $w_3 < h$. Следовательно, пружина будет сжата на величину 1,12 см.

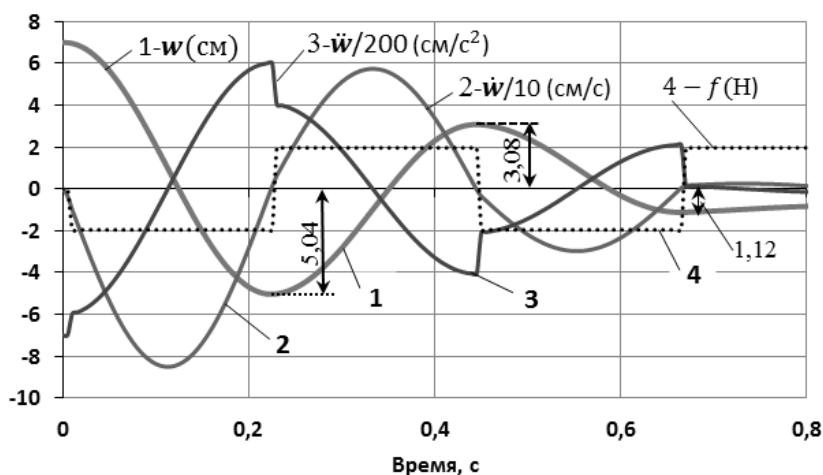


Рисунок 1 – Графики изменения смещения – 1, скорости – 2, ускорения – 3 и силы трения – 4

Следует отметить, что график ускорения (кривая 3) имеет скачкообразный характер изменения. Данные скачки соответствуют мо-

ментам времени, когда скорость движения изменяет свой знак (кривая 2). В этой точке производная от скорости $\dot{w}(t)$ претерпевает разрыв.

Пример 2. Исследование затухающих колебаний при постоянном трении. Предполагается, что в начальный момент масса m находится на расстоянии z_0 правее от исходной точки и начинает движение без начальной скорости. Точное решение этой задачи при следующих данных

$$z_0 = 8 \text{ см}; \quad k = 1 \text{ кгс/см} = 10 \text{ Н/см}; \quad N = mg = 0,2 \times 9,81 = 2 \text{ кгс} = 20 \text{ Н};$$

$$\mu = 0,15; \quad \mu_0 = 0,18;$$

приводится в [16], где число размахов s , которые масса проделает до остановки, определяется из условия

$$(a_0 - h) / 2\delta_0 + 1 \geq s \geq (a_0 - h) / 2\delta_0,$$

$$\text{где } \delta_0 = \mu \cdot N / k = 0,15 \cdot 2 / 1 = 0,3 \text{ см}, \quad h = \mu_0 N / k = 0,36 \text{ см},$$

$$a_0 = z_0 = 8 \text{ см}.$$

Следовательно, число размахов получается меньше 13,7 и больше 12,7. Размахи колебаний каждый раз уменьшаются на величину $2\delta_0 = 0,6 \text{ см}$ и к концу 13-го колебания

$$a_{13} = a_0 - 2 \cdot 13 \cdot \delta_0 = 8 - 2 \cdot 13 \cdot 0,3 = 0,2 \text{ см}.$$

Это значит, что груз, останавливаясь слева от исходной точки, входит в мёртвую зону. В этом случае пружина будет сжата на 0,2 см и сила упругости

$$f_s = k \cdot w = 1 \times 0,2 = 0,2 \text{ кгс} = 2 \text{ Н},$$

а сила статического трения

$$f_t = \mu_0 N = 0,18 \times 2 = 0,36 \text{ кгс} = 3,6 \text{ Н}.$$

Частота и период колебаний будут равны:

$$\omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{1/0,2} = 2,21 \text{ с}^{-1}, \quad T = 2\pi / \omega = 2,3,14 / 2,21 = 2,84 \text{ с}.$$

Сила трения $f = \mu \cdot N = 0,15 \cdot 2 = 0,3 \text{ кгс}$ ($2,943 \text{ Н}$).

Результаты численного решения второй тестовой задачи, полученные при $\tau = 0,03 \text{ с}$ и $\xi = 0$, представлены на рисунке 2, где число размахов и амплитуды колебаний практически совпадают с аналитическим решением. Например, из точного решения следует, что

$$a_1 = a_0 - 2\delta_0 = 8 - 2 \cdot 0,3 = 7,4 \text{ см}, \quad a_2 = a_0 - 4\delta_0 = 8 - 4 \cdot 0,3 = 6,8;$$

$$a_{10} = a_0 - 2 \cdot 10 \cdot \delta_0 = 8 - 20 \cdot 0,3 = 2 \text{ см},$$

а численное решение даёт следующие результаты:

$a_1 = 7,396 \text{ см}$, $a_2 = 6,798 \text{ см}$ и $a_{10} = 2,018 \text{ см}$ (рис. 2, кривая 1).

Период колебаний системы по численному расчёту получается равным $2,83 \text{ с}$, что на $0,35\%$ отличается от аналитического решения. Скачки на графике ускорения (кривая 2) менее заметны, чем в первом примере. Это объясняется тем, что здесь система менее жёсткая.

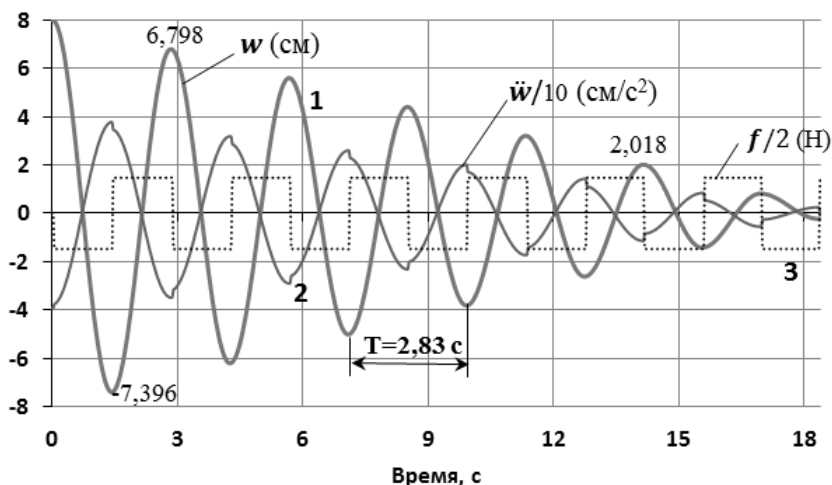


Рисунок 2 – Графики изменения смещения – 1, ускорения – 2 и силы трения – 3

Пример 3. Исследование сухого трения при действии вибрационной нагрузки. Для исследования данной задачи рассмотрим систему с одной степенью свободы, где на тело массой m в его исход-

ном положении ($z_0 = 0$) действует гармоническая нагрузка $P \sin \theta t$, здесь $P = 10$ Н. Здесь используются исходные данные примера 2.

Уравнение для определения w_i , аналогичное (9), приобретает вид:

$$a_1 w_i = b_1 w_{i-1} + c_1 \dot{w}_{i-1} + d_1 \ddot{w}_{i-1} - \mu g \cdot \text{sgn}(\dot{w}_{i-1}) + P \sin \theta t_i. \quad (10)$$

Приведённые на рисунке 3 результаты численного решения показывают, что с увеличением частоты динамической нагрузки от $0,1\omega$ до ω , при постоянном значении коэффициента трения $\mu = 0,15$ и без учёта вязкого затухания амплитуды колебаний уменьшаются. При $\theta = \omega$ и $\mu \leq 0,05$ наблюдается резонансный режим, где неуклонно возрастают амплитуды колебаний. Увеличения коэффициента трения приводят к уменьшению амплитуды колебаний.

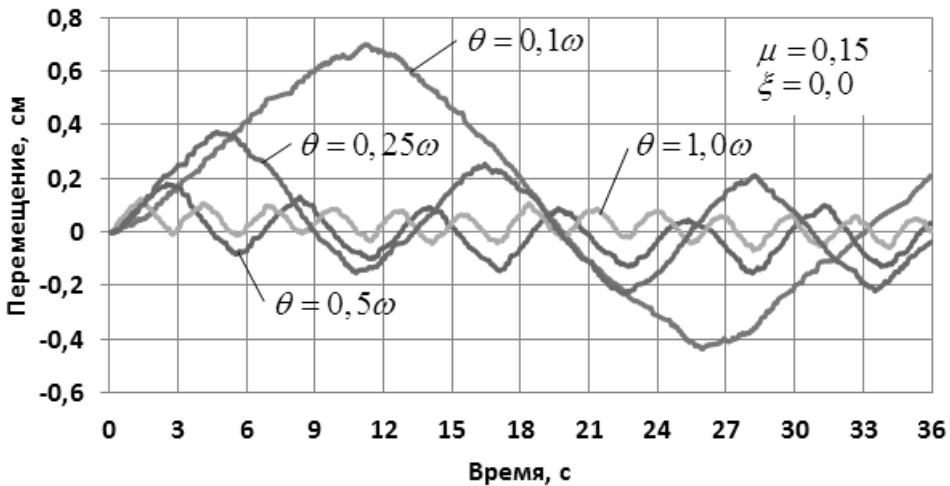


Рисунок 3 – Вынужденные колебания системы при $\mu = 0.15$ и различных значениях частоты вибрационной нагрузки

Вывод. Наиболее важным направлением современной науки о сейсмостойком строительстве становится разработка способов сейсмозащиты и расчётной оценки их эффективности на основе различных динамических моделей систем «сооружение – изоляция – фундамент – основание» с учётом характера сейсмического воздей-

ствия в форме инструментальных записей землетрясений. Пассивный способ обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений предполагает повышение прочности конструкции за счёт увеличения их размеров и прочности материалов. Это требует значительных дополнительных затрат строительных материалов. Однако увеличение размеров конструкций или прочности материалов приводит к повышению жёсткости и веса сооружений, что в свою очередь увеличивает величину сейсмической нагрузки. Разработанная математическая модель и компьютерные программы дают возможность исследовать влияние силы сухого трения на динамическое поведение объекта. Достоверность результатов подтверждается хорошим совпадением результатов численного моделирования с результатами аналитических решений, а также сходимостью решений. Разработанная методика может быть применена для решения задач со многими степенями свободы.

Литература:

1. Килимник Л. Ш. Анализ работы зданий со скользящим поясом с использованием многомассовой расчётной модели / Л. Ш. Килимник, Л. Л. Солдатова, Л. И. Ляхина // Строительная механика и расчёт сооружений. – 1986. – №6. – С. 69 –73.
2. Низомов Д. Н. Моделирование зданий с учетом нелинейной работы сейсмоизоляции / Д. Н. Низомов, И. Каландарбеков, И. И. Каландарбеков // Материалы VIII Международной научно- практической конференции «Перспективы развития науки и образования», г. Душанбе, 3-4 ноября. – 2016 г. – Часть 1. – С.234–238.
3. Низомов Д. Н. Концепция сейсмоизоляции как стратегия в области сейсмостойкого строительства / Д. Н. Низомов, И. Каландарбеков, А. А. Ходжибоев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Практика, проблемы и перспективы повышения качества проектирования, строительства и производства строительных материалов», 26 октября 2016 г. г. Душанбе, 2016. – С.139–147.

4. Низомов Д. Н. Моделирование зданий с учетом нелинейной работы сейсмоизоляции / Д. Н. Низомов И. Каландарбеков, И. И. Каландарбеков // Материалы VIII Международной научно-практической конференции “Перспективы развития науки и образования в XXI веке”. Душанбе, 2016. – С. 234–238.
5. Каландарбеков И. К. Сравнительный анализ различных типов сейсмоизоляции в многоэтажных зданиях / И. К. Каландарбеков, Д. Н. Низомов, И. И. Каландарбеков // Известия АН РТ. – 2016. №4(165).– С. 58–64.
6. Низомов, Д. Н. Численный анализ модели сейсмоизолированного многоэтажного здания/ Д. Н. Низомов, И. Каландарбеков, А. А. Ходжибоев // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – Москва, 2017.– №3. – С. 16–20.
7. Низомов Д. Н. Численное моделирование сейсмоизолированных зданий с сухим трением /Д. Н. Низомов, И. Каландарбеков, И. И. Каландарбеков // ДАН РТ 2018. – Т.61. –№1. –С.47–53.
8. Низомов Д. Н. Математическое моделирование задач, связанных с учетом сейсмоизоляции в зданиях / Д. Н. Низомов, И. Каландарбеков, И. И. Каландарбеков // Республиканская научно- практическая конференция «Современные задачи градостроительства и архитектуры». –Душанбе, 27.11.2019. – С.50–55.
9. Низомов Д. Н. Исследования свободных колебаний зданий с учетом сейсмоизоляции / Д. Н. Низомов И. Каландарбеков, И. И. Каландарбеков // Труды ИГССС. Материалы научно-практической конференции. – Выпуск 2. Душанбе, 2019. – С. 182–189.
10. Низомов Д. Н. Численное моделирование динамических задач по расчету сейсмоизолированных зданий / Д. Н. Низомов // Материалы международной научной конференции. – НАНТ, Душанбе, 14–15 сентября 2020. – С. 62–70.

11. Ормонбеков Т. Слоистые эластомерные конструкции / Т. Ормонбеков, У. Бегалиев, Г. Максимов. – Бишкек, Изд-й центр «МОК», 2004. – 144 с.
12. Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии / Ю. В. Ризниченко // Избранные труды. – М.: Наука, 1985. – 408с.
13. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле. – М.: Физматгиз, 1959. – 439 с.
14. Низомов Д. Н. Метод сосредоточенных деформаций / Д. Н Низомов, И. Каландарбеков. –Д., Изд-во Дониш,2015.– 436с.
15. Яблонский А. А. Курс теории колебаний / А. А. Яблонский, С. С. Норейко. – М.: Высшая школа, 1975. – 248 с.
16. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики / Н. Н. Бухгольц. Ч. 1. – М.: Наука, 1972. – 467 с.

УДК 636:636.22/28.083+577.4

МАЛКАНАДАГЫ МИКРОКЛИМАТТЫ БАШКАРУУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ (уйканада)

ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ (коровника)

TECHNOLOGY OF MICROCLIMATE CONTROL OF THE ANIMAL ROOM (cowshed)

Ы. Д. Осмонов, М. С. Нарымбетов

Y. D. Osmonov, M. S. Narymbetov

Айыл чарба жаныбарлар үчүн өзүнүн температуралык жана нымдуулук шарттамдары бар, бул шарттамда алар өздөрүн ыңгайлуу сезип, эң жогорку өндүрүмдүүлүккө ээ болушат. Туруктуу динамикадагы татаал жараяндар сырткы шарттардын өзгөрүшүнө, жаныбарларды багуу жана тейлөө технологиясына көз каранды. Өнөр жай айыл чарба имараттарынын, атап айтканда, мал чарба имараттарынын аба алмашуу системаларынын эсептөөлөрү жалпы кабыл алынган стандарттар боюнча жүргүзүлөт. Бирок алар чийки заттардын жана калдыктардын биологиялык активдүүлүгүн, мал чарба имараттарынын микроклиматтык системаларына конкреттуу биологиялык жана ветеринардык, термодинамикалык, технологиялык жана энергетикалык талаптарды иш жүзүндө эсепке алышпайт. Сут-товар фермасындагы жагымсыз микроклиматтык шарттар малдын генетикалык потенциалын пайдалануунун майнаптуулугун жана уйлардын өндүрүмдүүлүгүн 14—30 пайызга төмөндөтөт. Азыркы учурда микроклиматты башкаруунун автоматташтырылган интеллектуалдык системалары колдонулат, алар жогорку ишенимдүүлүк менен энергетикалык ресурстарды жана колдонуучу чыгымдарды кыскартуу менен жабдуулардын иштешин оптималдаштырууга мүмкүндүк берет. Программалоочу контроллердин негизинде мал чарба комплексинин микроклиматын башкаруунун интеллектуалдык системасы бири-биринен жана борбордук компьютерден бир топ алыстыкта жайгашкан бөлмөлөрдүн микроклиматын көзөмөлдөө үчүн көбүрөөк мүмкүнчүлүккө ээ.

Для сельскохозяйственных животных существуют свои температурно-влажностные режимы содержания, при которых они чувствуют себя комфортно и имеют наибольшую продуктивность. Сложные процессы, которые находятся в постоянной динамике, зависят от меняющихся внешних условий, технологий содержания и обслуживания жи-

вотных. Расчеты систем воздухообмена производственных сельскохозяйственных зданий, в частности животноводческих помещений, проводятся по общепринятым нормативам. Однако они практически не учитывают биологическую активность сырья и отходов, специфические биолого-ветеринарные, теплофизические, технологические и энергетические требования, предъявляемые к системам микроклимата животноводческих помещений. Неблагоприятные микроклиматические условия на молочной ферме снижают эффективность использования генетического потенциала животных и продуктивность коров на 14 – 30%. В настоящее время используются системы автоматизированного интеллектуального управления микроклиматом, которые позволяют при высокой надежности оптимизировать работу оборудования при снижении энергоресурсов и эксплуатационных расходов. Интеллектуальная система управления микроклиматом животноводческого комплекса на базе программируемых контроллеров обладает более широкими возможностями управления микроклиматом помещений, расположенных на значительном расстоянии друг от друга и от центрального компьютера.

Farm animals have their own temperature and humidity regimes, under which they feel comfortable and have the highest productivity. Complex processes that are in constant dynamics depend on changing external conditions, technology for keeping and servicing animals. Calculations of air exchange systems of industrial agricultural buildings, in particular livestock buildings, are carried out according to generally accepted standards. However, they practically do not take into account the biological activity of raw materials and waste, specific biological and veterinary, thermophysical, technological and energy requirements for the microclimate systems of livestock buildings.

Unfavorable microclimatic conditions on a dairy farm reduce the efficiency of using the genetic potential of animals and the productivity of cows by 14-30%. Currently, automated intelligent microclimate control systems are used, which allow, with high reliability, to optimize the operation of equipment while reducing energy resources and operating costs. An intelligent system for controlling the microclimate of a livestock complex based on programmable controllers has more opportunities to control the microclimate of rooms located at a considerable distance from each other and from the central computer.

Түйүндүү сөздөр: малкана, микроклимат, автоматика, интеллектуалдык система, аба алмашуу.

Ключевые слова: животноводческое помещение, микроклимат, автоматизация, интеллектуальная система, воздухообмен.

Key words: livestock building, microclimate, automation, intelligent system, air exchange.

Введение

Для крупного рогатого скота зона комфорта находится в диапазоне температур от +9 до +16 °С. При несоблюдении данного температурного режима наблюдается снижение удоев. Так, при температуре воздуха в помещении 25 °С животные теряют до 17%, а при 30 °С – около 33% своей продуктивности. Понижение температуры воздуха коровы переносят значительно легче. Так при – 5°С потери молока могут составить до 14%. [1, с.75].

Температуру воздуха всегда следует рассматривать совместно с влажностью. Так, если при относительной влажности воздуха 60% граница нормального самочувствия находится в пределах до 28°С, то при влажности 80% она опускается до 23° [2, с. 48].

Особенно важно соблюдать требования к микроклимату при выращивании молодняка. Даже кратковременное отклонение температуры воздуха вниз от допустимой может привести к гибели молодняка или вызвать массовые простудные заболевания. Затраты на обогрев животноводческих помещений, как правило, значительно ниже, чем потери от падежа, снижения продуктивности и перерасхода кормов [3].

Микроклимат животноводческого помещения как динамический процесс описывается математическими методами [4, 5]. При этом необходимо учитывать закономерности формирования микроклимата в животноводческом помещении с целью разработки цифровых систем управления параметрами микроклимата. Данная актуальная задача обусловлена постоянно возрастающей продуктивностью животных, требующих особого подхода к условиям их содержания.

Материалы и методы

Нами разработана система обеспечения микроклимата животноводческого помещения путем сочетания производственных процессов вентиляции, отопления, уборки навоза и ионизации воздуха (рисунок 1, 2, 3).

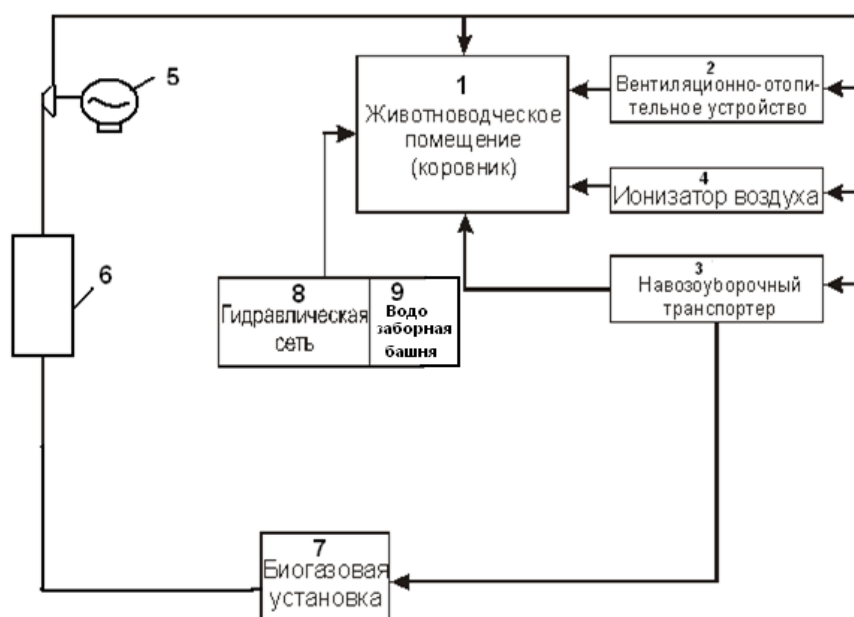


Рисунок 1– Система обеспечения микроклимата животноводческого помещения

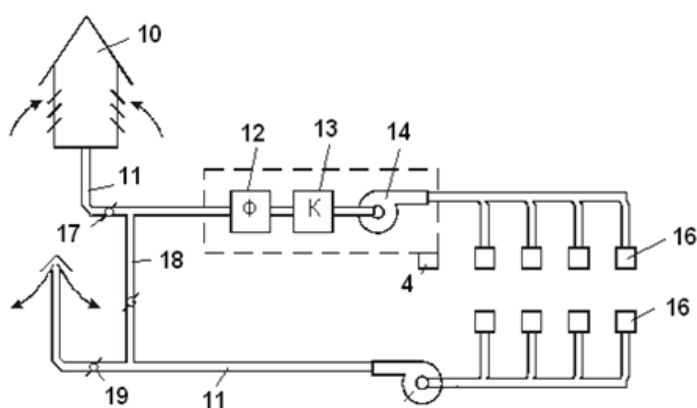


Рисунок 2 – Система вентиляции

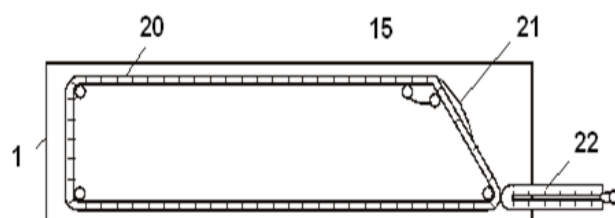


Рисунок 3 – Система уборки навоза

Система обеспечения микроклимата животноводческого помещения работает следующим образом.

В тёплый период года (температура воздуха $+10^{\circ}\text{C}$ и выше) в вентиляционно - отопительном устройстве 2 (рисунок 1) работает только вентиляционное устройство. Свежий воздух подаётся в коровник 1 через приточный канал: воздухозаборник 10 (рисунок 2) воздуховод, 11 регулировочный клапан 17, фильтр 12 и насадки 16 с помощью вентилятора правого вращения 14. Отсасываемый из коровника воздух с помощью вентилятора левого вращения 15 выбрасывается наружу через клапан 19. Подача воздуха в зависимости от температуры воздуха в помещении регулируется клапаном 17. Рециркуляция воздуха в тёплый период года не происходит. Клапан 18 находится в закрытом положении.

В холодный и переходный периоды года (температура воздуха $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже) в систему включается отопительное устройство – калорифер 13 и используется рециркуляция воздуха. Для этого отсасываемый из коровника воздух частично или полностью подаётся обратно в помещение через клапан 18 с помощью вентиляторов левого 15 и правого 14 вращения. При этом клапан 17 может быть частично приоткрыт, а клапан 19 закрывается полностью. Если в воздухе отсутствуют вредные вещества и микробная флора, для рециркуляции используется воздух из помещения. Клапан 17 закрывается полностью. Животноводческое помещение оборудовано необходимыми контрольно-измерительными приборами для измерения параметров микроклимата.

В последнее время для определения параметров микроклимата животноводческих помещений успешно применяются аналого-цифровые приборы типа трёхмерный ультразвуковой анемометр GILL WindMaster. Принцип действия анемометров ультразвукового типа основан на измерении скорости звука, которая изменяется в зависимости от ориентации вектора движения воздуха (направления ветра) относительно пути распространения звука. Существуют двухкомпонентные ультразвуковые анемометры – измеряют, помимо скорости, и направление ветра по частям света – направление го-

ризонального ветра, и трехкомпонентные ультразвуковые анемометры – измерители всех трёх компонент вектора скорости воздуха.

Температуру и влажность воздуха в животноводческих помещениях определяют аспирационными психрометрами. Аспирационный психрометр МВ- 4М, или М-34, предназначен для определения относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 до 100 % при температуре от -30 до +500 °С. Цена деления шкалы термометров не более 0,20 °С. Принцип его работы основан на разности показаний в зависимости от влажности окружающего воздуха. Он состоит из двух одинаковых ртутных термометров –сухого и влажного, резервуары которых помещены в металлические трубки защиты.

Скорость движения воздуха измеряется крыльчатыми анемометрами АСО-3 типа Б или ТКА-ПКМ/50, если скорость лежит в пределах от 1 до 10 м/с, или чашечными, которые позволяют измерить скорость движения воздуха от 1 до 30 м/с. Скорость движения воздуха менее 0,3 м/с, особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять цилиндрическими или шаровыми катермометрами. Они позволяют определять диапазон скоростей воздуха от 0,1 до 1,5 м/с, обеспечивая при этом достаточную для практических целей точность измерений.

Тепловое облучение измеряется различными приборами типа радиометров, актинометров, болометров и радиометра теплового излучения «ИК-метр» (РОТС-11, ДОО-1, СРП-86). Интенсивность теплового излучения измеряют приборы, действие которых основано на поглощении лучистой энергии и превращении её в тепловую, количество которой регистрируется (актинометрами). Современные приборы, в том числе радиометры теплового излучения, предназначены для измерения энергетической яркости источника по интенсивности теплового излучения (теплового потока) в инфракрасном диапазоне.

В течение суток выход навоза идёт непрерывно. Больше 30% суточного выхода у коров наблюдается в часы кормления. В стойловом содержании коровы выделяют экскременты до 10–15 раз в сутки. С учётом этих особенностей работа навозоуборочного транспортёра 3 (рисунок 1) осуществляется по специальному графику. Горизонтальный транспортёр 20 (рисунок 3) по канавке 21 пода-

ёт навоз к наклонному транспортёру 22, далее к биогазовой установке 7 (рисунок 1). После каждой уборки транспортёр и канавка вымываются водой через гидравлическую сеть 8. В случае отсутствия воды в гидросети подача воды в коровник осуществляется из башни 9. Ионизация воздуха осуществляется ионизатором 4 после каждой уборки навоза. Электрическая энергия для работы вентиляционно-отопительного устройства, навозоборочного транспортера и ионизатора воздуха подаётся от когенератора 5.

Обеспечение микроклимата в коровнике является системой, состоящей из отдельных звеньев с технологическим оборудованием, взаимодействующим между собой. Отдельное оборудование может рассматриваться как самостоятельный объект управления. В зависимости от типа используемого оборудования управление может быть ручным, автоматическим, одно - или многоуровневым.

Режимы работы оборудования могут быть непрерывными или периодическими в зависимости от показателей наружного воздуха и способа содержания животных. Возможность упущения показателей и характеристик системы заложены с самой системе и оборудовании. Основная задача системы – максимально реализовать потенциальные возможности отдельных оборудований за счет улучшения их взаимодействия с учетом особенностей функционирования системы и зависимости от сезона работы (теплый, переходный и холодный периоды).

Исследование системы обеспечения микроклимата в коровнике осуществлено аналитически и экспериментально с непосредственным замером параметров в различных сечениях и точках коровника.

Результаты и обсуждение

Данные материальные параметры микроклимата позволяют определить тепло- и холодопроизводительность, потребляемую мощность электрической энергии и режимы работы технологического оборудования системы.

Целью углубленного изучения закономерностей накопления разных видов энергии и перехода ее в конечные продукты является особая методика, где в результате перехода энергии в среду (материал и т.п.) последняя существенно меняет свои свойства.

Процессы интенсивного энергонасыщения среды (воздуха в коровнике) обусловлены появлением новых технологий, ростом эксплуатационных и энергетических характеристик машин и оборудования, увеличением энергоемкости операций по обеспечению микроклимата в производственных помещениях, появлением новых задач по улучшению условий и безопасности труда.

В качестве критерия, отражающего технико - экономические характеристики, рекомендуем принять совокупность затрат на разработку, производство и эксплуатацию системы обеспечения микроклимата в коровнике за определенный промежуток времени.

Эколого-экономическая эффективность работы показывает улучшение экологического состояния животноводческого помещения (коровника) за счет переработки навоза путем анаэробного брожения с помощью биогазовой установки, снижающей выделение вредных газов. При этом ожидаемые затраты на выполнение экологических требований, предъявляемых к работе биогазовой установки, состоят из дискретных и непрерывных издержек, которые могут быть учтены за определенный период работы.

Однако оценка только издержек является недостаточным, необходимо минимизировать их путем составления и анализа целевой функции.

Общая величина годовых предотвращенных эколого-экономических убытков Y_{np}^{Σ} от переработки навоза составит:

$$Y_{np}^{\Sigma} = Y_{np}^u + Y_{np}^A + Y_{np}^c + Y_{np}^z + Y_{np}^a, \quad (1)$$

где U_{np}^q – предотвращенные годовые убытки от воздействия вредных газов на здоровье обслуживающего персонала коровника;
 U_{np}^A – величина годовых предотвращенных убытков от воздействия вредных газов в атмосферный воздух;
 U_{np}^c – предотвращенные экологические убытки от сорняков;
 U_{np}^z – предотвращенные экологические убытки от гельминтов;
 U_{np}^a – предотвращенные экологические убытки от уменьшения площади лесопосадок.

Биогазовые установки улучшают санитарную и гигиеническую ситуацию животноводческих помещений, так как исключается открытое хранение навоза около ферм. При анаэробном брожении навоза уничтожается патогенная микрофлора и уменьшаются кишечные заболевания. Известно, что навозные стоки являются благоприятной средой для жизнедеятельности различных микроорганизмов, в том числе и патогенных, содержат яйца гельминтов. Биодоброения не привлекают мух и других паразитов, снижается распространение заразных болезней людей и среди животных. Уменьшаются глазные и респираторные болезни. Успешным примером является широкое распространение биогазовых технологий в Китае, где в результате удалось сократить заболевания шестисомозом на 99% от уровня до внедрения биогазовых технологий.

Функционирующие биогазовые установки могут полностью заменить потребление дров и угля биогазом. При этом макроэкономическая выгода применения биогазовых установок оценивается в гектарах сохраненного леса. Деградация земель, эрозия, сокращение фауны и флоры являются одними из главных аргументов для внедрения биогазовых технологий.

Кроме отмеченных факторов, биогазовая технология способствует снижению выбросов парниковых газов в атмосферу, предотвращающая изменение климата. Увеличение в атмосфере парниковых газов (углекислый газ, метан и закись азота) приводит к увеличению температуры Земли. По данным экспертов Всемирного банка, до 2050 года всемирное потепление увеличит уровень моря на 50

см. Метан составляет около 20% от общего содержания парниковых газов в атмосфере, потенциал его влияния на климат в 23 раза выше, чем углекислого газа. Следовательно снижение выбросов метана более эффективно, чем снижение выбросов углекислого газа.

Потенциал снижения выбросов парниковых газов в Кыргызстане оценивается 214 605 000 м³ метана в год путем переработки 5 292 100 тонн навоза (расчетное выделение навоза всеми видами сельскохозяйственных животных).

Выводы

Использование устройств системы позволяет обеспечить микроклимат животноводческого помещения. Исключается избыток и нехватка теплоты, влаги и загрязнение воздуха. Создаются нормальные условия содержания животных. Уменьшается образование и попадание в воздух продуктов разложения мочи и навоза: аммиак, сероводород, метан и другие ядовитые газы. Улучшаются условия труда обслуживающего персонала, что существенно влияет на общее состояние и работоспособность человека в процессе труда. Применение биогазовой установки для функционирования паровой турбины отвечает современным требованиям энергоснабжения. Эффективность переработки навоза повышается, создаются предпосылки к переходу безотходной экологически чистой технологии содержания животных.

Литература

1. Юрков В. М. Микроклимат животноводческих ферм и комплексов. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 223 с.
2. Тимошенко В., Музыка А., Москалев А., Шматко Н. Комфорт коров – залог высокой продуктивности. Животноводство России. – 2014. – № 8. – С.39 – 41.
3. Трунов С. С., Растимешин С. А. Требования к тепловому режиму животноводческих помещений с молодняком и предпосылки применения локального обогрева // Вестник ВИ-ЭСХ. 2017. – № 2 (27) – С. 76–82.
4. Вторый В. Ф., Гордеев В. В., Вторый С. В., Ланцова Е. О. Влияние погодных условий на формирование температурно-влажностного режима в коровнике // Вестник ВНИИМЖ. – 2016. – № 3 (23). – С.68–72.
5. Ильин Р. М., Вторый С. В. Обоснование параметров системы мониторинга микроклимата в животноводческих помещениях // Технологии и технические средства механизированного производства животноводства. – 2017. – № 92. – С. 212–217.
6. Новиков Н. Н. Решение проблем микроклимата, автоматизации процессов и теплоснабжения на животноводческих фермах // Вестник ВНИИМЖ. – 2014. № 2 (14). – С. 102–111.
7. Карпенко А. В., Петрова И. Ю. Модели управления микроклиматом в помещении // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 72. – С. 224–229; URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40488> (дата обращения: 24.10.2018).

УДК 631.3-1/-9

БАКЧА ӨСҮМДҮКТӨРҮН СЕПКИЧИНИН МАРКЕРИНИН УЗУНДУГУН ЭСЕПТӨӨ

РАСЧЕТ ДЛИНЫ МАРКЕРА СЕЯЛКИ ДЛЯ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

CALCULATION OF THE LENGTH OF THE MARKER FOR MELONS

*Б. Ш. Айтуганов, Дуйшөнбек уулу Н., С. Ж. Акматова,
Р. А. Касымбеков, Ж. Т. Таалайбекова*

*B. Sh. Aytuganov, Duishonbek uulu N., S. Zh. Akmatova,
R. A. Kasymbekov, Zh. T. Taalaibekova*

Макалада бакча өсүмдүктөрүн сепкичинин маркеринин узундугун эсептөөлөр боюнча суроо каралган. Эсептөөлөрдү жүргүзүү үчүн алдын ала агрегаттын талаадагы иштөө кыймылынын чиймеси жазалган жана анда айыл чарба техникасынын, трактордун жана катар аралыктын өлчөмдөрү көрсөтүлгөн. Түзүлгөн чийменин негизинде формула чыгарылып жана сепкичтин маркеринин узундугун эсептөөлөр жүргүзүлгөн. Маркердин шарттуу горизонталдуу жана жумушчу абалындагы узундугу эсептелинген жана так маанилери аныкталган. Механизатор маркердин изине трактордун оң дөңгөлөгүн гана салып айдаган учурдагы оң тараптагы маркердин узундугунун эсептери дагы кошумча чыгарылган. Өтө узун болгондугуна байланыштуу маркерди кармап туруучу трос менен камсыздоо талабы келип чыккан. Ошондуктан маркерди кармап туруучу зым аркандын узундугун табуу боюнча кошумча эсептер жүргүзүлгөн жана маанилери аныкталган.

В статье рассматривается вопрос расчета длины маркера на разработанную сеялку для посева бахчевых культур. Для проведения расчета маркера первоначально составлена графическая схема движения агрегата на поле, в котором обозначены размеры сельхозтехники, трактора и междурядья. По составленной схеме выведена формула и проведены расчеты длины маркера сеялки. Расчеты проведены для случая, когда маркер находится в условно горизонтальном и в рабочем положениях, и определены их числовые значения. Дополнительно проведены расчеты длины правого маркера на случай езды механизатора по следу маркера только правым колесом трактора. Из-за большой длины вытекает необходимость обеспечения маркера поддерживающим тросом. В связи с этим проведены дополнительные расчеты и определены размеры поддерживающего троса маркера.

The article deals with the issue of calculating the marker length for the developed seeder for sowing melons and gourds. To carry out the calculation of the marker, a graphical diagram of the movement of the unit on the field was initially drawn up, in which the dimensions of agricultural machinery, tractors and row spacing are indicated. According to the drawn up scheme, a formula was derived and the length of the seeder marker was calculated. The calculations were carried out for the case when the marker is in conditionally horizontal and in working positions, and their numerical values are determined. Additionally, calculations were made of the length of the right marker in the case of a machine operator driving along the track of the marker only with the right wheel of the tractor. Due to the large length, it is necessary to provide the marker with a support cable. In this regard, additional calculations were carried out and the dimensions of the marker support cable were determined.

Түйүн сөздөр: маркер; бакча өсүмдүктөрү; из; катар аралык; сепкич; дөңгөлөк.

Ключевые слова: маркер; бахчевые культуры; след; междурядье; сеялка; колесо.

Keywords: marker; melons; track; aisle; seeder; wheel.

Площади возделывания бахчевых культур в Кыргызской Республике ежегодно увеличиваются благодаря высокой урожайности и доходности данных культур [1].

Одной из основных проблем в бахчеводстве является отсутствие техники и трудоемкость посевных работ. Проведение посевных работ бахчевых культур в оптимальные агротехнические сроки зависит от обеспеченности фермеров техническими средствами и использования ими перспективных технологий [2].

В целях механизации ручного процесса посева бахчевых культур на базе Института машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики разработана специальная комбинированная техника, которая показана на рисунке 1.

Для обоснования конструктивных размеров данной сеялки первоначально были проведены измерения размеров полей, засеянных бахчевыми культурами, и проведены конструктивные размеры основных узлов сеялки [2].

Для обоснования конструктивных размеров узла сеялки для слепоуказания, т.е. маркера, были проведены замеры междурядий на

поле, засеянном бахчевыми культурами. При этом междурядье составило от 3600 до 4000 мм (рисунок 2).

Расчеты размеров маркера для проектирования его конструкции необходимо провести с учетом размера этого междурядья и расстояния между поверхностью поля и местом крепления маркера к раме сеялки. Перед проведением этих расчетов составляем графическую схему работы трактора с сеялкой на поле (рисунок 3).

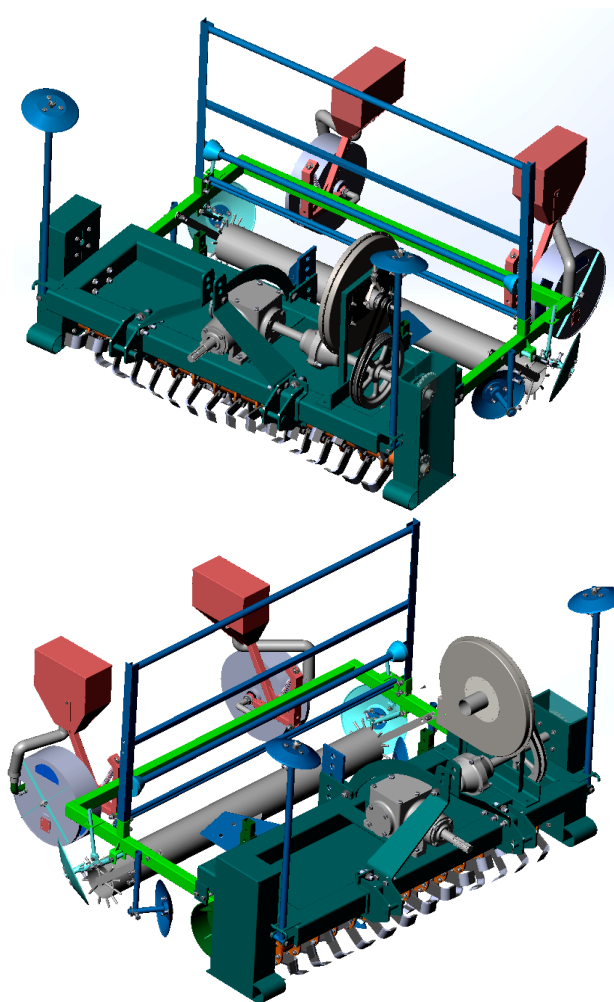


Рисунок 1 – Общий вид сеялки для посева бахчевых культур



Рисунок 2 – Замер междурядья в засеянном арбузном поле

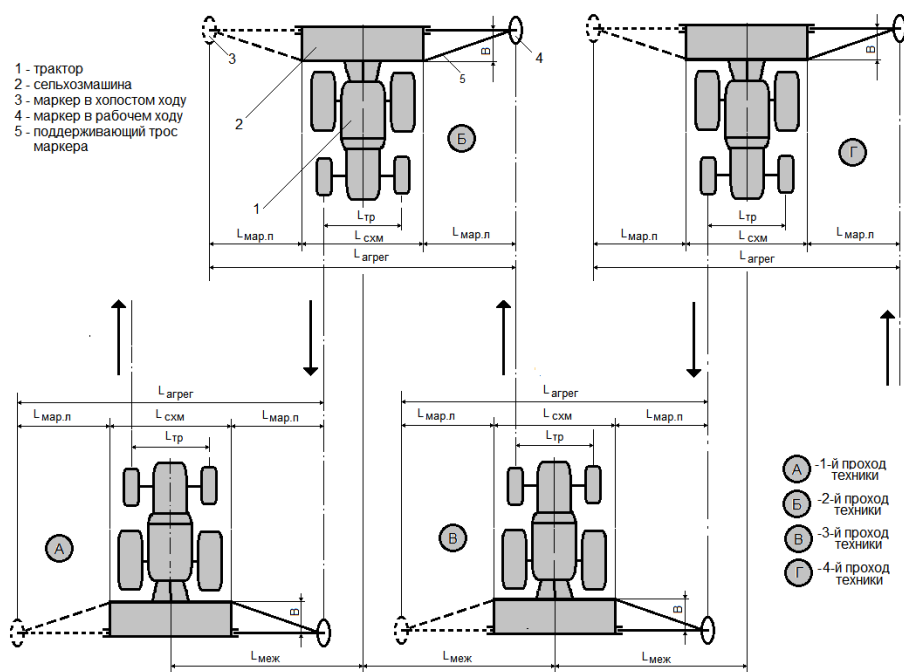
При проведении полевых работ посевная техника работает челночным способом [3]. При направлении движения – А (рисунок 3) левый маркер находится в транспортном, а правый в рабочем положении. В конце загона техника разворачивается и едет обратно (направление Б), при котором, наоборот, правый маркер находится в транспортном, а левый в рабочем положении. Таким же образом правый и левый маркеры поочередно работают в направлениях В и Г и в следующих проходах трактора.

В зависимости от направления движения трактора левое или правое переднее колесо едут по следу, оставленному маркером, т.е. при движении по направлению А и В левое колесо и, наоборот, при движении по направлению Б и Г правое колесо едут по следу маркера. При таком способе езды длина правого и левого маркеров будут одинаковыми. Но данный способ создает некоторые неудобства для механизатора, поскольку его рабочее место в тракторе находится с правой стороны кабины, и ему удобнее ехать по следу маркера правым колесом, чем левым, поскольку при этом ему обеспечивается наилучший обзор поля.

В связи с этим расчеты длины вылета маркеров проведены для обоих случаев.

Из рисунка 3 можно определить, что ширина междурядья будет равна

$$L_{\text{меж}} = \frac{L_{\text{схм}}}{2} + L_{\text{мар.п.}} \quad (1)$$



$L_{тр}$ – колея трактора; $L_{схм}$ – ширина сеялки (сельхозмашины); $L_{мар.п}$ – длина правого маркера; $L_{мар.л}$ – длина левого маркера; $L_{агрег}$ – общая ширина агрегата с вытянутыми маркерами; $L_{меж}$ – междурядье.

Рисунок 3 – Графическая схема работы сеялки (посевого агрегата) на поле

Из формулы (1) следует найти длину маркера. Тогда

$$L_{мар.п} = L_{меж} - \frac{L_{схм}}{2}. \quad (2)$$

Как было сказано выше, при езде по следу маркера правым и левым колесами попеременно длины вылита маркеров будут равны. Тогда

$$L_{мар.л} = L_{мар.п}. \quad (3)$$

Рассчитываем ширину агрегата при опущенных маркерах по следующей формуле:

$$L_{агрег} = L_{мар.л} + L_{мар.п} + L_{схм}. \quad (4)$$

Данные формулы расчета длины вылета маркера и ширины агрегата рассчитаны для случая, когда маркер располагается горизонтально. Но на практике при рабочем положении маркер находится над землей, на высоте H , равной расстоянию от места его крепления к раме до поверхности земли.

Для расчета длины вылета маркера с учетом высоты расположения над землей составляем следующую схему (рисунок 4).

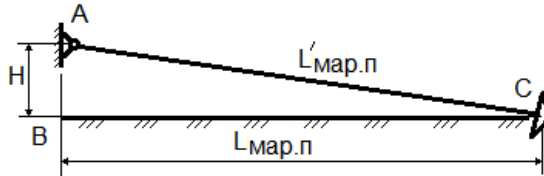


Рисунок 4 – Схема расчета фактической длины вылета маркера сеялки: А – крепление маркера к раме; В – уровень поверхности земли; С – диск маркера

Положение маркера в рабочем положении можно представить в виде прямоугольного треугольника со сторонами ABC. При этом сторона АВ равна высоте H , а сторона ВС равна длине маркера $L_{\text{мар.п}}$. Фактическую длину вылета маркера AC рассчитываем, как гипотенузу прямоугольного треугольника.

Тогда

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = L'_{\text{мар.п.}} = \sqrt{H^2 + L_{\text{мар.п.}}^2}. \quad (5)$$

В случае, когда трактор будет ездить только правым колесом по следу маркера, правый маркер должен быть длиннее левого на длину, равной колеи трактора.

Тогда длина правого маркера $L'_{\text{мар.п.2}}$ будет равна:

$$L'_{\text{мар.п.2}} = L'_{\text{мар.п.}} + L_{\text{тр.}}. \quad (6)$$

Длину поддерживающего троса маркера определяем по следующей схеме (рисунок 5). Длину поддерживающего троса следует определить так же, как и длину гипотенузы прямоугольного треугольника ACD.

Тогда

$$AC = \sqrt{AD^2 + DC^2} = L_{\text{под.трос}} = \sqrt{B^2 + L'_{\text{мар.п.}}^2}, \quad (7)$$

где $L_{\text{под.трос}}$ – длина поддерживающего троса маркера, мм.

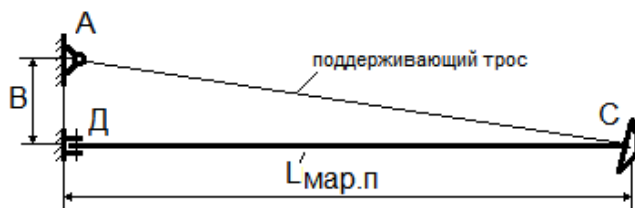


Рисунок 5 – Схема для определения длины поддерживающего троса маркера

Поскольку при способе езды трактора попеременно левым и правым колесами по следу маркера длина правых и левых маркеров равны, то и длина поддерживающих тросов для каждого из них тоже будет равна и составит $L_{\text{под.трос.л}} = L_{\text{под.трос.п}}$.

Тогда общая длина поддерживающего троса будет равна

$$L_{\text{под.трос.общ}} = L_{\text{под.трос.л}} + L_{\text{под.трос.п}}. \quad (8)$$

Рассчитываем длину поддерживающего маркера для случая езды по следу маркера только правым колесом

$$L_{\text{под.трос.п. 2}} = \sqrt{B^2 + L'_{\text{мар.п. 2}}^2}. \quad (9)$$

Общая длина поддерживающего троса при этом случае будет равна

$$L_{\text{под.трос.общ 2}} = L_{\text{под.трос.л}} + L_{\text{под.трос.п. 2}}. \quad (10)$$

Исходные данные для расчета размеров маркера были получены замерами колеи трактора МТЗ-80/82 и размеров разработанной сеялки для бахчевых культур:

- размер колеи трактора $L_{\text{трак}} = 1400$ мм;
- междурядье в пределах $L_{\text{меж}} = 3600\text{--}4000$ мм. Принимаем максимальное значение – $L_{\text{меж}} = 4000$ мм;

- ширина сеялки – $L_{схм} = 1726$ мм.
- высота крепления маркера относительно земли – $H = 400$ мм.
- расстояние между местом крепления маркера и тросом на раме – $B = 1200$ мм.

Таким образом, путем графического изображения схемы работы агрегата и проведением соответствующих расчетов получены следующие размеры маркеров и поддерживающего троса сеялки для посева бахчевых культур:

- длина левого и правого маркеров для случая езды трактора по следу маркера попеременно левым и правыми колесами – 3165 мм;
- длина правого маркера для случая езды трактора по следу маркера только правым колесом – 4565 мм (длина левого маркера не меняется);
- общая длина поддерживающего троса для случая езды трактора по следу маркера попеременно правым и левыми колесами – 6770 мм;
- общая длина поддерживающего троса для случая езды трактора по следу маркера только правым колесом – 8105 мм.
- общая ширина агрегата с вытянутыми маркерами – 8009 мм.

Литература

1. Посевная площадь сельскохозяйственных культур по категории все хозяйств по территории. Электронный ресурс. <http://stat.kg/kg/statistics/selskoe-hozyajstvo/> Дата обращения 02.03.2022.
2. Касымбеков Р. А., Акматова С. Ж., Айтуганов Б. Ш. Обоснование конструктивно-технологических параметров сеялки для бахчевых культур. Республиканский научно-теоретический журнал «Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана». – 4. – 2020 г. – С. 14–20.
3. Халанский В. М., Горбачев И. В. Сельскохозяйственные машины. – СПб, 2014. Изд-во: Квадро

*Т. Т. Оморов, Б. К. Такырбашев, К. Э. Закиряев, А. Г. Боронин,
Ж. С. Иманакунова, Т. М. Жолдошов*

ЭНЕРГЕТИКА ЖАНА УНАА
ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ
ENERGY AND TRANSPORT

УДК 620.9:658.011.56

**БӨЛҮШТҮРҮҮ ТАРМАКТАРЫНДА ЭЛЕКТР
ЭНЕРГИЯСЫН КӨЗӨМӨЛДӨӨ ЖАНА ЭСЕПТӨӨ
ЗАМАНБАП МААЛЫМАТТЫК СИСТЕМАЛАРЫН
ӨРКҮНДӨТҮҮНҮН КОНЦЕПЦИЯСЫ**

**КОНЦЕПЦИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ**

**THE CONCEPT OF IMPROVEMENT OF MODERN
INFORMATION SYSTEMS OF CONTROL AND
ACCOUNTING OF ELECTRICITY IN
DISTRIBUTION NETWORKS**

*Т. Т. Оморов, Б. К. Такырбашев, К. Э. Закиряев, А. Г. Боронин,
Ж. С. Иманакунова, Т. М. Жолдошов*

*T. T. Omorov, B. K. Takyrbashev, K. E. Zakiriaeve, A. G. Boronin,
Zh. S. Imanakunova, T. M. Zholdoshov*

Чыңалуусу 0,4 кВ түзгөн бөлүштүрүүчү тармактарында электрэнергиясын көзөмөлдөө жана эсептөө автоматташтырылган системаларын (ЭКЭАС) активдүү жана кеңири колдонулушуна карабастан, жоготуулар дагы эле болсо жогорку деңгээлде болууда, бул жоготуулар бөлүштүрүү тармактарына берилген электрэнергиянын жалпы көлөмүнүн 12% нен ашыгыраак өлчөмдү түзүүдө. Ушуга байланыштуу иштин негизги максаты болуп, алардын курамына электр энергиясынын техникалык жана коммерциялык жоготууларын олуттуу кыскартууга багытталган жаңы кошумча маалыматтык чакан подсистемаларды камтыган программалык-аппараттык системаларды өркүндөтүү боюнча концепцияны калыптандыруу саналат. Мындай мамиле практикада колдонулган заманбап ЭКЭАСтардын

эффективдүүлүгүн олуттуу жогорулатууга, ошондой эле БТнын жана бөлүштүрүүчү компаниялардын экономикалык көрсөткүчтөрүн жакшыртууга мүмкүндүк берет. Жаңы подсистемалардын түзүмү боюнча сунуштар иштелип чыккан, анын ичинде, атап айтканда, фазалык жүктөмдөрдү теңдөө жолу менен бөлүштүрүүчү системанын иштөө режимдерин оптималдаштыруу, реалдуу убакыт режиминде тармактарда электр энергиясын уруксатсыз алуу (уурдоо) жерлерин аныктоо сыяктуу функционалдык милдеттер саналат.

Несмотря на активное и широкое внедрение автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) в распределительных сетях (РС) напряжением 0,4 кВ, потери электроэнергии в них остаются достаточно высокими и в настоящее время составляют более 12% от общего объема электроэнергии, поступающей на входы РС. В связи с этим основной целью работы является формирование концепции совершенствования указанных программно-аппаратных комплексов, включающих в своих составах новые дополнительные информационные подсистемы, ориентированные для существенного сокращения технических и коммерческих потерь электроэнергии. Такой подход позволяет значительно повысить эффективность используемых на практике современных АСКУЭ, а также улучшить экономические показатели РС и распределительных компаний. Сформулированы предложения по структурам новых подсистем, включающих, в частности, такие функциональные задачи, как оптимизация режимов работы РС за счет симметрирования фазных нагрузок, выявление и идентификация мест несанкционированных отборов (хищений) электроэнергии в сетях в режиме реального времени.

Despite the active and widespread introduction of automated control and metering systems of electricity (ACMSE) in distribution networks (DN) with a voltage of 0.4 kV, power losses in them remain quite high and currently account for more than 12% of the total electricity supplied to the DN inputs. In this regard, the main goal of the work is to form a concept for improving the specified software and hardware systems, which include new additional information subsystems aimed at significantly reducing technical and commercial losses of electricity. This approach makes it possible to significantly increase the efficiency of modern ACMSEs used in practice, as well as to improve the economic performance of DNs and distribution companies. Proposals are formulated on the structures of new subsystems, including, in particular, such functional tasks as optimizing the operating modes of the distribution system by balancing phase loads, identifying and identifying places of unauthorized withdrawals (theft) of electricity in networks in real time.

Түйүн сөздөр: электр энергиясын бөлүштүрүү тарамы; электр энергиясындагы жоготуулар; ЭКЭА системаларын өркүндөтүү концепциясы.

Ключевые слова: распределительная электрическая сеть; потери электроэнергии; концепция совершенствования современных АСКУЭ.

Keywords: *power distribution network; power losses; concept of AC-MSE improvement.*

Введение

В настоящее время в целях автоматизации и цифровизации информационных процессов в распределительных сетях активно внедряются новые технологии в виде автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) [1, 2], которые можно рассматривать как элементы технологии Smart Grid [3, 4]. Несмотря на это, уровни потерь электроэнергии в РС остаются достаточно высокими, которые в последние годы составляют более 1,5 млрд кВт*час. Для сравнения – потери электроэнергии в развитых странах в среднем составляют 6 –7%. Отсюда следует, что имеется значительный потенциал для их сокращения на основе использования новых современных технологий и дальнейшего совершенствования системы контроля и учета электроэнергии республики. Можно отметить, что одна из целей внедрения программно-аппаратных комплексов АСКУЭ – существенное сокращение потерь электроэнергии в РС. Однако практика их использования показала, что они не в достаточной степени обеспечивают желаемого уровня потерь электроэнергии, так как эти автоматизированные системы в основном предназначены для коммерческого учета электроэнергии. Анализ показывает, что для значительного сокращения потерь электроэнергии в РС необходимо дополнительно решать комплекс задач, связанных с оптимизацией режимов работы объектов [5-8], диагностикой критических состояний распределительных сетей [9-11], включая идентификацию мест несанкционированных отборов (хищений) электроэнергии (НОЭ) [12 - 14], а также мониторингом потерь электроэнергии [15, 16] в режиме реального времени. Отмеченные задачи в существующих (традиционных) АСКУЭ не решаются. Целью работы является формирование концепции совершенствования указанных выше программно-аппаратных комплексов, включающих в своих составах новые дополнительные информационные подсистемы, ориентированные для существенного сокращения технических и коммерче-

ских потерь электроэнергии. В связи с этим в лаборатории «Адаптивные и интеллектуальные системы» Института машиноведения и автоматики НАН КР разработаны научные основы решения указанных выше задач и на их основе создаются цифровые технологии их реализации [7, 8, 11-13, 15, 16].

Проблемы автоматизации и информатизации процессов энергопотребления в распределительных сетях

Потери электроэнергии в РС обусловлены рядом факторов, таких как: несимметрия токов и напряжений [5,17]; несанкционированные отборы (хищения) электроэнергии (НОЭ) в РС [14,18]; нелинейные свойства нагрузок абонентов сети [17,19]; превышение критических уровней износа проводов магистральных линий сетей. Эти факторы приводят к отклонению работы РС от их оптимальных режимов. Несимметричность РС является следствием разбалансировки нагрузок и неравномерного их распределения по трехфазной сети, что является одним из главных факторов, приводящих к повышенным потерям активной мощности в сетях и трансформаторных подстанциях. По данным научных исследований, в линиях с распределенной нагрузкой при относительном отклонении токов фаз от их среднего значения в диапазоне 0,3 – 0,5 технические потери возрастают в среднем на 35%. Результаты экспериментальных исследований по определению потерь электроэнергии в системах электроснабжения индивидуального жилищного строительства показывают, что технические потери от несимметрии в линиях электропередачи и трансформаторной подстанции составляют более 6% от общего объема потребляемой электроэнергии в РС [20]. При этом ухудшается качество электроэнергии, а также увеличивается вероятность выхода из строя бытовой техники и промышленных установок. Для решения проблемы симметрирования распределителей предложен ряд технологий [5, 21-23], которые не нашли широкого практического применения из-за их сложности технической реализации. В частности, симметрирующие устройства со специальными трансформаторами в сетях 0,4 кВ в нашей республике не используются, так как они являются источниками технических потерь элек-

троэнергии в сетях, а также сложными техническими системами и имеют достаточно высокую стоимость. В рамках борьбы с указанными выше нежелательными факторами наиболее перспективным является использование потенциальных возможностей программно-аппаратных комплексов АСКУЭ, создаваемых на основе цифровых технологий. Такие информационные системы разработаны рядом зарубежных фирм, таких как АО ГК «Системы и Технологии», концерн «Энергомера», АО НПО «ЛЕМЗ», НПО «МИР» (Россия), ADD Grup (Молдова), Yitran (Израиль), HexingElectricalCo.Ltd. (КНР), SigmaTelas (Литва) [24-30]. В распредсетях КР в настоящее время активно внедряются разработки ADD Grup (Молдова), НПО «МИР» (Россия) и SigmaTelas (Литва). Необходимо отметить, что современные АСКУЭ создаются с использованием технологий AIM, MDM и APM [26, 27, 30].

Традиционные АСКУЭ имеют ряд достоинств, к которым, в частности, можно отнести:

- процессы сбора данных с приборов учета электроэнергии осуществляются в автоматическом режиме;
- устраняются коррупционные схемы, связанные с человеческими факторами при сборе данных об энергопотреблении;
- при несвоевременной оплате за использованную электроэнергию и превышение установленного лимита по потребляемой мощности автоматически отключаются нагрузки потребителей.

Анализ внедрения традиционных АСКУЭ на объектах распредкомпаний республики показывает, что в их составе отсутствуют алгоритмы и цифровые технологии, необходимые для решения оптимизационных и диагностических задач. К числу последних можно отнести следующие задачи:

- управление техническими потерями электроэнергии, обеспечивающее оптимизацию режимов работы распредсетей;
- выявление и идентификация координат несанкционированных отборов (хищений) электроэнергии (НОЭ);

- идентификация и непрерывный мониторинг технических и коммерческих потерь электроэнергии в сети;
- диагностика состояний проводов межабонентских участков магистральной линии РС.

Анализ показывает, что решение указанных задач в составе АСКУЭ позволяет значительно сократить технические и коммерческие потери электроэнергии, а также повысить качество электроэнергии в РС. В связи с этим возникает необходимость разработки новых методов и цифровых технологий, ориентированных на совершенствование традиционных АСКУЭ, используемых в распределительных сетях. Один из возможных подходов в этом направлении – это создание информационной системы управления (ИСУ) потерями электроэнергии в РС на платформе (базе) традиционных АСКУЭ, предназначенной для решения оптимизационных, диагностических и мониторинговых задач в РС.

Структура информационной системы управления

В соответствии с концепцией построения ИСУ в ее составе решаются следующие функциональные задачи:

- 1) автоматическое управление техническими потерями электроэнергии в распределительной сети, функционирующей в несимметричном режиме;
- 2) идентификация и непрерывный мониторинг технических и коммерческих потерь электроэнергии в сети в режиме реального времени;
- 3) диагностика критических состояний распределительной сети, включающая задачи идентификации координат несанкционированных потребителей и оценки уровня износа проводов межабонентских участков магистральной линии сети.

Структура ИСУ показана на рисунке 1.

Подсистема УПЭ технически реализуется посредством цифрового регулятора (ЦР) [31,32], структура которой показана на рисунке 2.

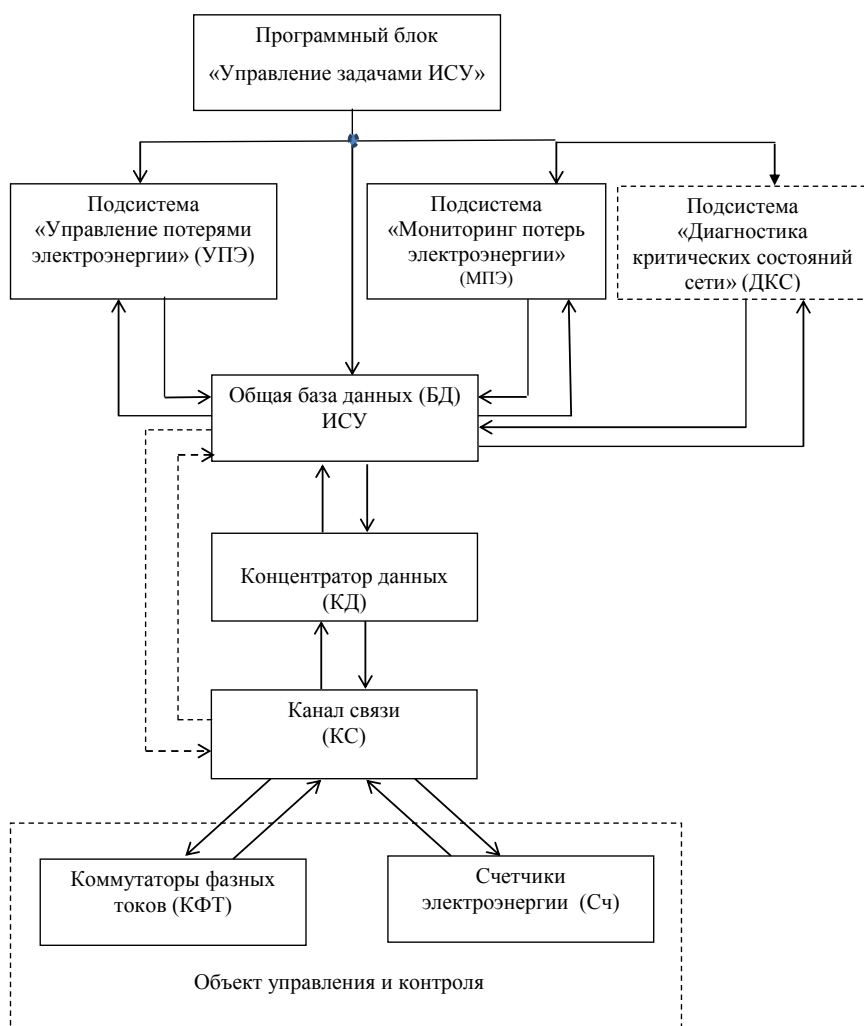


Рисунок 1 – Структура ИСУ

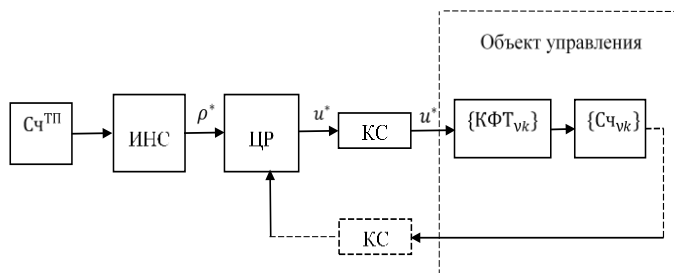


Рисунок 2 – Функциональная структура подсистемы УПЭ

Можно отметить, что группа нагрузок абонентов сети, к которым подключены счетчики электроэнергии $Сч_{vk}$, совместно с исполнительными элементами ИСУ представляет собой объект управления. Ключевым функциональным блоком системы является цифровой регулятор (ЦР), построенный на основе микропроцессорного контроллера. Блок ЦР на основе специального алгоритма (закона управления) формирует управляющие воздействия u^* на объект. Программа работы ЦР формируется идентификатором начального состояния (ИНС) автоматической системы в виде задающего воздействия ρ^* . При этом сигнал управления u^* представляет собой командный цифровой код, который формируется в виде вектора $u^* = [\Phi_1, \Phi_2, \beta]$, где Φ_1, Φ_2 – номера (наименования) пары фаз, в которых необходимо осуществить переключение абонентов сети с более нагруженной фазы (Φ_1) на менее нагруженную (Φ_2); β – вектор, составленный из координат (адресов) абонентов фазы Φ_1 , подлежащих к переключению. Этот управляющий сигнал u^* по каналу связи (КС) передается на исполнительные элементы системы, в качестве которых используются коммутаторы фазных токов (КФТ), предназначенные для осуществления требуемых переключений нагрузок абонентов сети с одной фазы на другую [7, 8].

Коммутатор фазных токов (КФТ) выполняется на базе отдельного микроконтроллера. В традиционных АСКУЭ в качестве КС используются различные технологии передачи данных (PLC, GSM и др.). Канал связи между ЦР и коммутатором фазных токов (КФТ) в разрабатываемой ИСУ реализован на основе радиоканала.

Процедура синтеза алгоритма функционирования (управления) цифрового регулятора включает следующие основные этапы:

1. Формирование исходных данных задачи управления.
2. Ситуационный анализ объекта.
3. Синтез алгоритма управления.

Исходные данные задачи формируются путем считывания информации, записанной в концентраторе данных (КД) АСКУЭ, и

путем их записи в общую базу данных ИСУ. В качестве такой информации используются активные и реактивные мощности, потребляемые фазами и абонентами сети. Ситуационный анализ проводится с целью определения структуры фазных переключений, т.е. для идентификации наименования фаз (Φ_1, Φ_2), в которых необходимо осуществлять операции переключения соответствующих нагрузок абонентов сети. Для оценки качества и эффективности функционирования РС используется следующая целевая функция [8, 32]:

$$E = J,$$

где J – величина действующего тока в нулевом проводе начального участка сети.

Минимизация введенного показателя эффективности системы E эквивалентна оптимизации режима работы несимметричной РС, при которой обеспечивается симметрирование начального участка сети и минимум разбаланса величин суммарных мощностей, потребляемых каждой из фаз сети, что позволяет значительно уменьшить технические потери в трансформаторах, питающих РС. В целях минимизации целевой функции E для каждой ситуации на объекте вводится критериальная функция $F(p)$, которая определяет меру отклонения желаемого состояния распределительной сети по мощности p^* на её входе от реального состояния, определяемого вектором $p = [p_1, p_2, p_3]$, где p_k – модуль мощности, потребляемой k -й фазой сети. В результате задача оптимизации режима работы распределительной сети сводится к решению следующей экстремальной задачи:

$$\min_{p \in P} F(p) = F(p^*),$$

где P – дискретное допустимое подмножество; p^* – оптимальный искомый вектор. Далее синтез закона управления u^* осуществляется на основе найденного вектора $p^* = [p_1^*, p_2^*, p_3^*]$. Методы, алгоритмы и технологии построения подсистемы УПЭ предложены в [7,8].

Основными функциями подсистемы «Мониторинг потерь электроэнергии» (МПЭ) являются идентификация и непрерывный

мониторинг технических и коммерческих потерь электроэнергии в РС. В случае, когда в сети имеются НОЭ, баланс комплексных мощностей определяется следующими соотношениями:

$$\dot{S}_k(\xi) = \dot{S}_k^a(\xi) + \dot{S}_k^T(\xi) + \dot{S}_k^x(\xi), k = \overline{1,3},$$

где k – индексная переменная, обозначающая номер соответствующей фазы (А, В, С), $k = \overline{1,3}$; $\dot{S}_k$ – комплексная мощность, потребляемая k -й фазой в дискретный момент времени $t = t_\xi$; $\dot{S}_k^a$ – суммарная комплексная мощность, потребляемая всеми абонентами k -ой фазы; $\dot{S}_k^T$ – технические потери мощности в k -ой фазе; $\dot{S}_k^x$ – неконтролируемые потери мощности (НОЭ) в k -й фазе сети. При этом мощности $\dot{S}_k(\xi)$ и $\dot{S}_k^a(\xi)$ являются известными величинами.

Следует отметить, что в существующих АСКУЭ технические $\dot{S}_k^T$ и коммерческие $\dot{S}_k^x$ потери не определяются, а оцениваются только суммарные мощности $\dot{S}_k$, потребляемые фазами сети и потребителями электроэнергии $\dot{S}_k^a$. Основная задача подсистемы МПЭ заключается в идентификации величин $\dot{S}_k^T$ и $\dot{S}_k^x$ и на их основе осуществить непрерывный мониторинг неконтролируемых потерь электроэнергии в распределительной сети. При этом для эффективного решения задач подсистемы МПЭ в рассмотрение вводятся модели виртуальных РС, описывающих желаемые состояния реальных сетей при отсутствии НОЭ в них. Методы и алгоритмы решения задач рассматриваемой подсистемы предложены в [12,13].

Подсистема «Диагностика критических состояний сети» (ДКС) решает две задачи:

- выявление и идентификация мест несанкционированных отборов (хищений) электроэнергии в РС;
- диагностика состояний проводов межабонентских участков магистральной линии по уровню их износа.

Решение этих задач осуществляется на основе формирования критериев критических состояний РС и идентификации текущих

параметров (сопротивлений) межабонентских участков сети. Результаты решения задач можно использовать для принятия соответствующих организационно-технических мер по устранению указанных критических состояний РС, что дает возможность сократить потери электроэнергии, обусловленные НОЭ и критическими уровнями износа проводов участков магистральной линии. Методы и технологии построения подсистемы ДКС изложены в [15, 16].

Обмен данными между подсистемами УПЭ, МПЭ и ДКС осуществляется через общую базу данных ИСУ. Исходные данные для решения функциональных задач поступают из концентратора данных (КД) АСКУЭ. В свою очередь концентратор получает данные путем опроса счетчиков электроэнергии, установленных у абонентов сети и в трансформаторной подстанции. Канал связи между ЦР и коммутатором фазных токов (КФТ) реализован на основе радиоканала. Кроме указанных блоков, структура ИСУ (рис.1) включает концентратор данных АСКУЭ и современные счетчики электроэнергии (Сч), которые серийно выпускаются известными зарубежными фирмами [24,26,29].

Предложения лаборатории «Адаптивные и интеллектуальные системы» по решению указанных задач и совершенствованию (модернизации) традиционных АСКУЭ, внедряемых на объектах распределительных компаний КР, рассматривались и обсуждались в ОАО «Северэлектро» и Комитете по топливно-энергетическому комплексу и недропользованию Жогорку Кенеша КР и получили их поддержку. На основе решения этого комитета принято постановление ЖК КР, в котором дано поручение Нацэнергохолдингу КР разработать и практически реализовать отраслевой целевой проект по совершенствованию АСКУЭ, используемых в настоящее время в РЭС, с участием НАН КР.

Выводы

В настоящее время для сектора электроэнергетики республики наиболее важной и острой проблемой является снижение технических и коммерческих потерь электроэнергии в распределительных сетях. Несмотря на широкое внедрение существующих

программно-аппаратных комплексов АСКУЭ, эти потери остаются достаточно высокими. Предложена концепция построения интеллектуальной информационно-управляющей системы в виде ИСУ на платформе (базе) современных АСКУЭ, использование которой в распределительных сетях обеспечивает существенное сокращение потерь электроэнергии за счет решения следующих основных функциональных задач:

- автоматическое управление потерями электроэнергии, обеспечивающее минимизацию технических потерь в РС, включая потери в трансформаторных источниках питания;
- выявление и идентификация мест несанкционированных отборов (хищений) электроэнергии;
- идентификация и мониторинг технических и коммерческих потерь электроэнергии в сети в режиме реального времени;
- диагностика состояний проводов межабонентских участков магистральной линии по уровню их износа.

Решение указанных функциональных задач в составе ИСУ на платформе традиционных АСКУЭ дает возможность существенно сократить потери электроэнергии в сетях и улучшить качество электроснабжения потребителей.

Литература

1. Якушев К. В. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии для розничного рынка // Информатизация и системы управления в промышленности. – 2009. – № 3(23). – С. 9–13.
2. Еремина М. А. Развитие автоматических систем коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ) // Молодой ученый. – 2015. – №3. – С. 135–138.
3. Kazmi S. A., Shahzad M. K., Khan A. Z., Shin D. R. Smart Distribution Networks: A Review of Modern // Energies, 2017.
4. El-Hawary M. E. The Smart Grid—State-of-the-art and Future Trends. Electr. Power Compon. Syst. 2014, 42, pp239–250.

5. Киселев М. Г., Лепанов М. Г. Симметрирование токов в сетях электроснабжения силовым электрическим регулятором неактивной мощности // *Электротехника*. – 2018. – №11. – С.63–70.
6. Косоухов Ф. Д., Васильев Н. В., Филиппов А. О. Снижение потерь от несимметрии токов и повышение качества электрической энергии в сетях 0,38 кВ с коммунально-бытовыми нагрузками // *Электротехника*. – 2014. – №6. – С. 8–12.
7. Оморов Т. Т. Синтез цифрового регулятора для симметрирования распределительной электрической сети // *Приборы и системы: Управление, контроль, диагностика*. – 2019. – № 11. – С.51–56.
8. Omorov T. T., Takyrbashev B. K., Zakiriaev K. E., Koibagarov T. D. Digital control of electric power flows in non-symmeter distribution networks as a composition of AM-RCS // *Energy Systems Research*. 2021, No.1. Pp.38-46.
9. Ершов А. М., Филатов О. В., Млоток А. В. и др. Система защиты электрической сети напряжением 380В от обрывов проводов воздушной линии // *Электрические станции*. – 2016. – №5. – С.28–33.
10. Клочков А. Н. Устройство для обнаружения трехфазных сетей с обрывом фазного провода. – *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – № 1. – 2011. – С. 221–223.
11. Оморов Т. Т., Осмонова Р. Ч., Такырбашев Б. К. Диагностика состояний электрических линий распределительных сетей в составе АСКУЭ // *Контроль. Диагностика*. – 2017. – №5. – С.44–48.
12. Оморов Т. Т., Такырбашев Б. К., Осмонова Р. Ч., Койбагаров Т. Ж. Идентификация утечек тока в распределительных сетях по данным АСКУЭ // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия энергетика*. – 2018. – №2. – С. 48–54.

13. Оморов Т. Т. К проблеме локализации несанкционированного отбора электроэнергии в распределительных сетях в составе АСКУЭ // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2017. – № 7. – С. 27–32.
14. Данилов М. И. К проблеме оперативного выявления неконтролируемого потребления электроэнергии по данным АСКУЭ // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2020. – №5. – С.17–22.
15. Оморов Т. Т., Осмонова Р. Ч., Койбагаров Т. Ж., Эралиева А. Ш. К проблеме идентификации технических и коммерческих потерь электроэнергии в составе АИИС КУЭ // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2018. – №5 (50). – С. 56–60.
16. Оморов Т. Т., Такырбашев Б. К., Жаныбаев Т. О., Койбагаров Т. ДЖ. Идентификация и мониторинг потерь мощности в распределительных сетях в составе АСКУЭ // В сборнике: Методические вопросы исследования надежности больших систем в энергетике. Материалы 93 заседания семинара. В 2-х книгах. – 2021. – С. 33–42.
17. Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. – М: ЭНАС, 2009. – 456 с.
18. Сапронов А. А., Кужеков С. Л., Тынянский В. Г. Оперативное выявление неконтролируемого потребления электроэнергии в электрических сетях напряжением до 1 кВ // Изв. вузов. Электромеханика. – 2004. – № 1. – С.55–58.
19. Арутюнян А. Г. О расчете дополнительных потерь мощности в трехфазных четырехпроводных сетях // Электричество. – 2015. – № 10.
20. Авербух М. А., Жилин Е. В. О потерях электроэнергии в системах электроснабжения индивидуального жилищного строительства // Энергетик. – 2016. – №6. – С. 54–56.
21. Патент № 2249286 (РФ). Г. А. Большанин. Способ автоматизированного активного контроля уровня несимметрии напряжений и токов // Бюлл. №9. 27.03.2005.
22. Патент № 2490768 (РФ). И. В. Наумов, Д. А. Иванов, С. В. Подъячих, Гантулга Дамдинсурэн. Симметрирующее

- устройство для трехфазных сетей с нулевым проводом // Бюлл. № 23. 20.08.2013.
23. Патент № 2548656 (РФ). Самокиш В. В. Способ симметрирования фазных токов трехфазной четырехпроводной линии и устройство для его осуществления // Бюлл. №11. 27.12.2013.
24. <http://www.energomera.ru/>
25. <https://lemz.ru/>
26. <http://www.mir-omsk.ru/stuff/career/vacancies>.
27. <https://addgrup.com/>
28. <http://www.yitran.com/>
29. <http://www.hxgroup.cn/en/>
30. <http://www.sigmatelas.lt/>
31. Оморов Т. Т., Такырбашев Б. К., Койбагаров Т. Дж. Управление потерями электроэнергии в распределительных сетях в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии // Мехатроника, автоматизация, управление. – Т. 22. – №4. – 2021. С. 192 –199.
32. Omorov T. T., Takyrbashev B. K., Zakiriaev K. E., Koibagarov T. D. Synthesis of Control Algorithms for Technical Losses of Electricity in Distribution Networks // IEEE Xplore.

АВТОРЛОР ТУУРАЛУУ МААЛЫМАТТАР

Айтуганов Бакытбек Шаршеналиевич – Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Машина куруу жана автоматика институтунун инновациялар, жаңы жабдуулар жана технологиялар бөлүмүнүн илимий кызматкери, Бишкек ш., Скрыбин к. 23, тел.: +996 507 558 875, e-mail: bakytbek_1979@mail.ru

Акматова Сымбат Жамаловна – К. И. Скрыбин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университети, Бишкек ш., Скрыбин к. 23, тел.: +996 705 860 211, e-mail: symbat.akmatova@mail.ru

Алымбек уулу Чынгызбек – Кыргыз мамлекеттик геология, тоо-кен жана жаратылыш ресурстарын өздөштүрүү университетинин тоо-кен электромеханикасы кафедрасынын окутуучусу академик У. Асаналиев. Бишкек ш., Чүй пр., 164, тел.: +(996) 705 700 986, e-mail: alymbekov_chyngyz@mail.ru

Алымкулов Нурдин Жумабекович – И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин "тамак-аш инженериясы" кафедрасынын окутуучусу, Бишкек ш., Ч. Айтматов пр. 66, тел.: + 966 709 337 983

Анохин Анатолий Васильевич – лабораториясынын башчысы бургулоочу жабдууну, машиналарды машина таануу Институтунун автоматика жана Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын кандидаты, улук илимий кызматкер, Бишкек ш., Скрыбин к., 23, тел.: +(996 312) 568 404, e-mail: anochin_anatoli@mail.ru

Боронин Алексей Геннадьевич – илимий кызматкер, «Адаптивдик адаптивдик жана интеллектуалдык системалар» лабораториясы, Машина таануу жана автоматика институту, КР УИА, Бишкек, тел.: 0555 300 916, e-mail: boronin@bk.ru

Газизова Эльвира Рашитовна – химия илимдеринин кандидаты, академик М. С. Осими атындагы ТТУ "Металлургия" кафедрасынын доценти, тел.: (+992) 907 744 086, e-mail: mcm45@mail.ru

Давлеталиев Давид Дамирович – Кыргыз мамлекеттик геология, тоо-кен иштери жана жаратылыш ресурстарын иштетүү университетинин магистранты. академик У. Асаналиев, ТОМОН-1-20 группасы, Бишкек ш., Чүй пр., 164, тел.: +(996) 709 970 529

Джураев Тухтасун Жураевич – химия илимдеринин доктору, академик М. С. Осими атындагы ТТУ "Металлургия" кафедрасынын профессору, тел.: (+992) 919 948 927, e-mail: mcm45@mail.ru

Дуйшөнбек уулу Н. – К. И. Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университети, Бишкек ш., Медерова, 68, тел.: +996 505 583 505, e-mail: d-nur96@mail.ru

Жолдошов Белекбек Муратович – Ош технологиялык университети, техника илимдеринин доктору, "транспорттук логистика жана тейлөө технологиясы" кафедрасынын профессору, Ош ш., Исанов к., 81, тел.: +996 558 119 954, e-mail: belek0365@mail.ru

Жолдошов Толкунбек Мамытович – доцент, Ош мамлекеттик университети, Ош ш., тел.: +996 770 904 904, e-mail: avtomatika_nan@mail.ru

Закиряев Кубанычбек Эсейович – ага окутуучу, К. Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университети, Каракол, e-mail: kubz1@mail.ru, тел.: 0 704 454 577

Иманакунова Женишкул Сартбаевна – доцент, И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети, Бишкек ш., тел.: 0553 212 112, e-mail: j.imanakunova@gmail.com

Каландарбеков Имомёрбек Каландарбекович – РТ Ма академиги, мүчө. корр. Миа, техника илимдеринин доктору, Тажикстан Республикасынын Инженердик академиясынын профессору, Душанбе ш, тел. +992 935 006 343, e-mail: kalandarbekov-55@mail.ru

Каландарбеков Ифтихор Имомербекович – техникалык илимдердин кандидаты Тажикстан Республикасынын инженердик академиясы, Душанбе ш., тел.: +992 887 779 0004, e-mail: iftikhor791@mail.ru

Капаров Сейитбек Абдиллажанович – Ош технологиялык университети, Гуманитардык-технологиялык колледж, окутуучу. кафедра «Автотранспорт», аспирант. Ош ш., Исанов к., 81, тел.: +(0772 283 747), e-mail: seit87.87@mail.ru

Карабаева Бүбүкан Камардиновна – Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институтунун илимий кызматкери, Бишкек ш., Медеров к., 98, тел. +996 (0312) 541 498, e-mail: bubu0124@yandex.ru

Касымбеков Рыскул Асанкулович – Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Машина куруу жана автоматика институтунун «Инновациялар, жаңы жабдуулар жана технологиялар бөлүмүнүн» жетектөөчү илимий кызматкери, Бишкек ш., Скрябин к. 23, тел.: +996 550 724 297, e-mail: ryskul.kasymbekov@mail.ru

Кошбаев Алмазбек Абдупаттаевич – Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинин электр энергетикасы жана механика кафедрасынын доценти, техника илимдеринин кандидаты, доцент, Жалал-Абад обл., Жалал-Абад ш., ”Спутник” кичи р-ну, Манас к., 80, тел.: +(996 556) 415 941, e-mail: koshbaev2@mail.ru

Маматкадырова Бурулай Муратовна – Ош технологиялык университети, Гуманитардык-технологиялык колледж, окутуучу. кафедра «Автотранспорт», аспирант. Ош ш., Исанов к. 81, тел.: +(996) 770 232 094, e-mail: burulai1991@mail.ru

Марамов Миргул Бердиевич – техникалык илимдердин кандидаты Тажикстан Республикасынын инженердик академиясы, Душанбе ш., тел.: +992 935 427 763, e-mail: mirgul_1989@mail.ru

Мурашова Светлана Федоровна – Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Машина таануу жана автоматика институтунун илимий кызматкери, Бишкек ш., Скрябин к., 23, тел.: +(996 312) 568 404, e-mail: msf1964@mail.ru

Нарымбетов Максат Сагынаалиевич – К. И. Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университетинин, “Айыл чарбасын электрлештирүү жана автоматтыштыруу” кафедрасынын башчысы, техника илимдеринин кандидаты, доценттин м.а., Бишкек ш., Абай к. 4А ком 205, тел.: +(996 705) 092 213, e-mail: maks_875@mail.ru

Низомов Джахонгир Низомович – техника илимдеринин доктору, Тажикстан Республикасынын Инженердик академиясынын профессору, Душанбе ш., тел.: +992919355734, e-mail: tiees@mail.ru

Оморов Туратбек Турсунбекович – «Адаптивтүү жана интеллектуалдык системалар» лабораториясынын башчысы, Машина таануу жана автоматика институту, КР УИА, Бишкек, тел.: +7 926 8314758, e-mail: omorovtt@mail.ru

Осмонов Ысман Джусупбекович – К.И. Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университетинин, Айыл чарбасын электрлештирүү жана автоматтыштыруу кафедрасынын профессору,

техника илимдеринин доктору, профессор, Бишкек ш., Арча-Бешик конушу, тел.: +(996 559) 272 415, e-mail: osmonovysman@mail.ru

Садиева Анаркуль Эсенкуловна – И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети, “Тамак – аш инженерия” кафедрасынын башчысы, техникалык илиминин доктору, профессор, Бишкек ш., Ч. Айтматов пр., 66, тел.: +(996) 700 322 200, e-mail: sadieva45@mail.ru

Таалайбекова Жазгүл Таалайбековна – Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Машина куруу жана автоматика институтунун «Инновациялар, жаңы жабдуулар жана технологиялар бөлүмүнүн» кенже илимий кызматкери, Бишкек ш., Скрябин к. 23, тел.: +996 709 985 739, e-mail: jazyu1705@gmail.com

Тажibaев Данияр Кушбакалиевич – техника илимдеринин кандидаты, Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институтунун лаборатория башчысы, Бишкек ш., Медеров к., 98, тел.: +996 (312) 541 133, e-mail: Dantaji@mail.ru

Тажibaев Кушбакали Тажibaевич – Кыргыз Республикасынын Инженердик академиясынын академиги, техника илимдеринин доктору, профессор, Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институтунун лаборатория башчысы, Бишкек ш., Медеров к., 98, тел.: +996 (312) 541 133, e-mail: Kushbak@yandex.ru

Такырбашев Бейшеналы Касымалиевич – ага илимий кызматкер, «Адаптивтүү жана интеллектуалдык системалар» лабораториясы, Машина таануу жана автоматика институту, КР УИА, Бишкек, тел.: +996 555 243 340, e-mail: b.takyrbashev@gmail.ru.

Тилемишова Нургул Темиркуловна – И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин "тамак-аш инженериясы" кафедрасынын ага окутуучусу, Кыргыз Республикасы, Бишкек ш., Ч. Айтматов пр., 66, тел. +966 778 387 922 e-mail: tilemishova1@mail.ru

Тошев Мансур Толибжонович – техникалык илимдердин кандидаты, академик М. С. Осими атындагы ТТУ "Металлургия" кафедрасынын доценти, тел: + (992) 934 727 778, e-mail: toshev1102@mail.ru.

Ураимов Мамасабыр – Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын машина таануу жана автоматика Институтунун лабораториясынын башчысы, техника илимдеринин кандидаты, профессор, Бишкек ш., Скрябин к., 23, тел.: +(996 312) 541 140, e-mail: uraimov47@yandex.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Айтуганов Бакытбек Шаршеналиевич – научный сотрудник Института машиноведения и автоматики НАН КР, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, тел.: +996 507 558 875, e-mail: bakytbek_1979@mail.ru

Акматова Сымбат Жамаловна – Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И.Скрябина, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, тел.: +996 705 860 211, e-mail: symbat.akmatova@mail.ru

Алымбек уулу Чынгызбек – преподаватель кафедры «Горная электромеханика» Кыргызского государственного университета геологии, горного дела и освоения природных ресурсов им. академика У. Асаналиева. Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Чуй, 164, тел.: +(996) 705 70-09-86, e-mail: alymbekov_chyngyz@mail.ru

Алымкулов Нурдин Жумабекович – преподаватель кафедры “Пищевая инженерия” Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66, тел.: +966 709 337 983

Анохин Анатолий Васильевич – заведующий лабораторией Института машиноведения и автоматики НАН КР, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, тел.: +(996 312) 568 404, e-mail: anochin_anatoli@mail.ru

Боронин Алексей Геннадьевич – н.с. лаборатории «Адаптивные и интеллектуальные системы» ИМА НАН КР, Бишкек, тел.: 0555 300 916, e-mail: boronin@bk.ru

Газизова Эльвира Рашитовна – доцент кафедры «Металлургия» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими, кандидат химических наук, тел.: (+992) 907 744 086, e-mail: mcm45@mail.ru

Давлеталиев Давид Дамирович – магистрант Кыргызского государственного университета геологии, горного дела и освоения природных ресурсов им. академика У. Асаналиева, группа ТМОМ-1-20, г. Бишкек, пр. Чуй, 164, тел.: +(996) 709 970 529

Джураев Тухтасун Джураевич – профессор кафедры «Металлургия» Таджикского технического университета имени акад. М. С. Осими, доктор химических наук, тел.: (+992) 919-94-89-27, e-mail: mcm45@mail.ru

Дуйшонбек уулу Н. – Кыргызский национальный аграрный университет имени К. И. Скрябина, г. Бишкек, ул. Медерова, 68, тел.: +996 505 583 505, E-mail: d-nur96@mail.ru

Жолдошов Белекбек Муратович – профессор кафедры «Транспортная логистика и технология сервиса», Ошский технологический университет, доктор технических наук, г. Ош, ул. Исанова, 81, тел.: 0558 119 954, e-mail: belek0365@mail.ru

Жолдошов Толкунбек Мамытович – доцент, Ошский государственный университет, г. Ош, тел.: 0770 904 904, e-mail: avtomatika_nan@mail.ru

Закиряев Кубанычбек Эсейович – старший преподаватель Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова, г. Каракол, тел.: 0704 454 577, e-mail: kubz1@mail.ru

Иманакунова Женишкуль Сартбаевна – доцент, Кыргызский государственный технический университетим. И. Раззакова, г. Бишкек, тел.: 0553 212 112, e-mail: j.imanakunova@gmail.com

Каландарбеков Имомёрбек Каландарбекович – доктор технических наук, профессор, академик Инженерной академии Республики Таджикистан, член-корр. Международной Инженерной академии, г. Душанбе, тел.: +992 935 006 343, e-mail: kalandarbekov-55@mail.ru

Каландарбеков Ифтихор Имомёрбекович – кандидат технических наук, Инженерная академия Республики Таджикистан, г. Душанбе, тел.: +9928877790004, e-mail: iftikhor791@mail.ru

Капаров Сеитбек Абдиллажанович – преподаватель кафедры «Автотранспорт» Гуманитарно-технологического колледжа Ошского технологического университета, г. Ош, ул. Исанова, 81, тел.0772 823 747, e-mail: seit87.87@mail.ru

Карабаева Бүбүкан Камардиновна – научный сотрудник Института геомеханики и освоения недр НАН КР, г. Бишкек, ул. Медерова, 98, тел. +996 (0312) 541 498, e-mail: bubu0124@yandex.ru

Касымбеков Рыскул Асанкулович – ведущий научный сотрудник Института машиноведения и автоматики НАН КР, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, тел.: +996 550 724 297, e-mail: ryskul.kasymbekov@mail.ru

Кошбаев Алмазбек Абдупаттаевич – доцент кафедры электроэнергетики и механики Жалал-Абадского государственного

университета им.Б.Осмонова, кандидат технических наук, доцент, Жалал-Абадская обл., г. Жалал - Абад, мкр. "Спутник", ул. Манаса, 80, тел.: +(996 556) 415 941, e-mail: koshbaev2@mail.ru

Маматкадырова Бурулай Белековна – преподаватель кафедры «Автотранспорт» Гуманитарно-технологического колледжа, Ошский технологический университет, г. Ош, ул. Исанова, 81, тел.: +(996) 770 232 094, e-mail: burulai1991@mail.ru

Марамов Миргул Бердиевич – кандидат технических наук, Инженерная академия Республики Таджикистан, г. Душанбе, тел.: +992 935 427 763, e-mail: mirgul_1989@mail.ru

Мурашова Светлана Федоровна – научный сотрудник Института машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики. Кыргызская Республика, г. Бишкек, 720055, ул. Скрябина, 23, тел.: +(996 312) 568 404, e-mail: msf1964@mail.ru

Нарымбетов Максат Сагынаалиевич – заведующий кафедрой “Электрификация и автоматизация сельского хозяйства”, Кыргызского национального аграрного университета им К. И Скрябина, г. Бишкек, ул. Абая 4А ком 205, тел.: +(996 705) 09-22-13, e-mail: maks_875@mail.ru

Низомов Джахонгир Низомович – доктор технических наук, профессор, член-корр. Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе, тел.: +992 919 355 734, e-mail: tiees@mail.ru

Оморов Туратбек Турсунбекович – заведующий лабораторией Института машиноведения и автоматики НАН КР, г. Бишкек, тел.: +7 926 8314758, e-mail: omorovtt@mail.ru

Осмонов Ысман Джусунбекович – профессор кафедры “Электрификация и автоматизация сельского хозяйства” Кыргызского национального аграрного университета им К.И. Скрябина, г. Бишкек, ж/м Арча Бешик, тел.: +(996 559) 272 415, e-mail: osmonovysman@mail.ru

Садиева Анаркуль Эсенкуловна – заведующая кафедрой «Пищевая инженерия» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, доктор технических наук, профессор, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66, тел.: +(996) 700 322 200, e-mail: sadieva45@mail.ru

Таалайбекова Жазгул Таалайбековна – младший научный сотрудник Института машиноведения и автоматики НАН КР, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, тел.: +996 709 985 739, e-mail: jazyu1705@gmail.com

Тажibaев Данияр Кушбакалиевич – заведующий лабораторией Института геомеханики и освоения недр НАН КР, кандидат технических наук, г. Бишкек, ул. Медерова, 98, тел.: +996 (312) 541 133, e-mail: Dantaji@mail.ru

Тажibaев Кушбакали Тажибаевич – заведующий лабораторией Института геомеханики и освоения недр НАН КР, доктор технических наук, профессор, академик Инженерной академии КР, г. Бишкек, ул. Медерова, 98, тел.: +996 (312) 541 133, e-mail: Kushbak@yandex.ru

Такырбашев Бейшеналы Касымалиевич – с.н.с. лаборатории «Адаптивные и интеллектуальные системы» ИМА НАН КР, Бишкек, тел.: +996 555 243 340, e-mail: b.takyrbashev@gmail.ru.

Тилемишова Нургул Темиркуловна – старший преподаватель, кафедры “Пищевая инженерия” Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66. тел.: +966 778 387 922, e-mail: tilemishova1@mail.ru

Тошев Мансур Толибжонович – и.о. доцента кафедры «Металлургия» Таджикского технического университета им. акад. М. С. Осими, кандидат технических наук, тел.: (+992) 934 727 778, e-mail: toshev1102@mail.ru

Ураимов Мамасабыр – заведующий лабораторией Института машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН КР, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, тел.: + (996 312)-541 140, e-mail: uraimov47@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aituganov Bakytbek Sharshenalievich – Researcher of the Department of Innovations, New Equipment and Technologies of the Institute of Mechanical Engineering and Automation, drilling machines of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, st. Skryabin, 23, tel.: +996 507 558 875, e-mail: bakytbek_1979@mail.ru

Akmatova Symbat Zhamalovna – Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin Bishkek, st. Scriabin 23, tel.: +996 705 860 211, e-mail: symbat.akmatova@mail.ru

Alymbek uulu Chyngyzbek – Lecturer, Department of Mining Electromechanics, Kyrgyz State University of Geology, Mining and Development of Natural Resources. academician U. Asanaliev, Bishkek, Chui av., 164, tel.: +(996) 705 700 986, e-mail: alymbekov_chyngyz@mail.ru

Alymkulov Nurdin Jumabekovich – teacher, I.Razzakov Kyrgyz State Technical University. Bishkek, Ch. Aitmatov av., 66

Anokhin Anatoly Vasilievich – Head of Laboratory of the Institute of Mechanical Engineering and Automation, drilling machines of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, PhD, senior researcher, Bishkek, st. Skryabin, 23, tel.: +(996 312) 568 404, e-mail: anochin_anatoli@mail.ru

Boronin Aleksey – researcher at the laboratory "Adaptive and Intelligent Systems", Institute of machine science and automation, NAN KR, Bishkek, tel.: 0555 300 916, e-mail: boronin@bk.ru

Davletaliev David Damirovich – undergraduate of the Kyrgyz State University of Geology, Mining and Development of Natural Resources. academician U. Asanaliev, group TMOM-1-20, Bishkek, Chui av., 164, tel.: +(996) 709 970 529

Duishonbek uulu N. – Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, Bishkek, st. Mederov, 68, tel.: +996 505 583 505, e-mail: d-nur96@mail.ru

Gazizova Elvira Rashitovna – Candidate of Chemical Sciences, Docent of the Department of Metallurgy, TTU named after acad. M.S. Osimi, tel.: (+992) 907 744 086, e-mail: mcm45@mail.ru

Imanakunova Zhenishkul – docent, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakova, tel.: 0553 212 112, e-mail: j.imanakunova@gmail.com

Juraev Tukhtasun Juraevich – Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Metallurgy, TTU named after acad. M.S. Osimi, tel.: (+992) 919 948 927, e-mail: mcm45@mail.ru

Kalandarbekov Iftikhor Imomyorbekovich – Candidate of technical sciences Engineering Academy of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, tel.: +992 887 779 0004, e-mail: iftikhor791@mail.ru

Kalandarbekov Imomerbek Kalandarbekovich – academician of the EA RT, member. corr. IEA, Doctor of technical sciences, professor Engineering Academy of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, tel.: +992 935 006 343, e-mail: kalandarbekov-55@mail.ru

Kaparov Seitbek Abdillazhanovich – Osh Technological University, lecturer of the "Motor transport" department of the Humanitarian and Technological College of OshTU, Osh, st. Isanova, 81, tel.: 0772 823 747, e-mail: seit87.87@mail.ru

Karabaeva Bubukan Kamardinovna – scientific researcher of the Institute of Geomechanics and development of bowels of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Mederova st., 98, tel.: +996 (312) 541 498, e-mail: bubu0124@yandex.ru

Kasymbekov Ryskul Asankulovich – Leading Researcher of the Institute of Mechanical Engineering and Automation of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, st. Skryabina, 23, tel.: +996 550 724 297, e-mail: ryskul.kasymbekov@mail.ru

Koshbaev Almazbek Abdupattaevich – docent at the Department of Electric power industry and Mechanics of Jalal-Abad state university named after B.Osmonov, candidate of technical sciences, docent, Kyrgyzstan, Jalal-Abad, "Sputnik", Manas, 80, tel.: +(996 556) 415 941, e-mail: koshbaev2@mail.ru

Mamatkadyrova Burulai Belekovna – Osh Technological University, lecturer of the department "Auto transport" of the Humanitarian and Technological College of OshTU, Osh, st. Isanova, 81, tel.: +(996) 770 232 094, e-mail: burulai1991@mail.ru

Maramov Mirgul Berdievich – Candidate of technical sciences Engineering Academy of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, tel.: +992 935 427 763, e-mail: mirgul_1989@mail.ru

Murashova Svetlana Fedorovna – Researcher, Institute of Engineering and Automation, National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, st. Scriabin, 23, tel.: + (996 312) 568 404. e-mail: msf1964@mail.ru

Narymbetov Maksat Sagynaalievich – Head of the Department “Electrification and Automation of Agriculture”, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin Bishkek, st. Abay 4A room 205, tel.: + (996 705) 092 213, e-mail: maks_875@mail.ru

Nizomov Jahongir Nizomovich – member corr. NAST, Doctor of technical sciences, professor Engineering Academy of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, tel.: +992 919 355 734, e-mail: tiees@mail.ru

Omorov Turatbek – head of the laboratory "Adaptive and Intelligent Systems", Institute of machine science and automation, National Academy of Science of Kyrgyz Republic (NAS KR), Bishkek, tel.: +7 926 8314758, e-mail: omorovtt@mail.ru

Osmonov Ysman Dzhusupbekovich – Professor of the Department “Electrification and Automation of Agriculture”, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin Bishkek, f/m Archa Beshik, tel.: + (996 559) 272 415, e-mail: osmonovysman@mail.ru

Sadieva Anarkul Esenkulovna – Head of the Department of Food Engineering, Kyrgyz State Technical University. I. Razzakova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bishkek, Ch. Aitmatov A., 66, Tel. +(996) 700 322 200, e-mail: sadieva45@mail.ru

Taalaibekova Zhazgul Taalaibekovna – junior researcher at the Institute of Mechanical Engineering and Automation of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, st. Scriabin 23, tel.: +996 709 985 739, e-mail: jazyu1705@gmail.com

Takyrbashev Beishenaly – a senior researcher at the laboratory "Adaptive and Intelligent Systems", Institute of machine science and automation, NAS KR, Bishkek, tel.: +996 555 243 340, e-mail: avtomatika_nan@mail.ru

Tazhibaev Daniyar Kushbakalievich – Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Head of the Laboratory of the Institute of Geomechanics and development of bowels of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Mederova st., 98, tel.: +996 (312) 541 133, e-mail: Dantaji@mail.ru

Tazhibaev Kushbakali Tazhibaevich – Academician of the Engineering Academy of the Kyrgyz Republic, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of the Institute of Geomechanics and development of bowels of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek c., Mederova st., 98, tel.: +996 (312) 541 133, e-mail: Kushbak@yandex.ru

Tilemishova Nurgul Temirkulovna – senior teacher, I. Razzakov Kyrgyz State Technical University. Bishkek, Chingiz Aitmatov av., 66, e-mail: tilemishova1@mail.ru

Toshev Mansur Tolibzhonovich – candidate of technical sciences, acting Docent of the Department of Metallurgy, TTU named after acad. M.S. Osimi, tel.: (+992) 934 727 778, e-mail: toshev1102@mail.ru

Uraimov Mamasabyr – Head of the Laboratory of machinery researching institute of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bishkek, str. Skryabin, 23, tel.: + (996 312)-541 140, e-mail: uraimov47@yandex.ru

Zakiriaev Kubanychbek – senior lecturer at Issyk-Kul State University named after K. Tynystanova, Karakol, e-mail: kubz1@mail.ru, tel.: 0704 454 577

Zholdoshev Belekbek Muratovich – Osh Technological University, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Logistics and Service Technology, Osh, st. Isanova, 81, tel.: 0558 119 954, e-mail: belek0365@mail.ru

Zholdoshev Tolkunbek – docent, Osh State University, Osh, tel.: 0770 904 904, e-mail: avtomatika_nan@mail.ru

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «МАШИНОВЕДЕНИЕ»

Уважаемые коллеги! Обращаем ваше внимание: редколлегия сборника оставляет за собой право не включать в сборник статьи, не соответствующие требованиям (в том числе к объёму текста, к оформлению таблиц и иллюстраций).

Язык публикации статьи	Русский, кыргызский, английский
Общий объем статьи	Объем статьи – до 20 000 знаков с пробелами. При этом объем статьи в листах A4 : от 5 до 8 страниц вместе с аннотацией. Оформление: шрифт – Times New Roman, размер шрифта 12 кегль , обычный интервал между буквами; поля – 2 см со всех сторон; выравнивание текста – по ширине; автоматическая расстановка переносов; все латинские и греческие буквы в тексте, формулах (кроме индексов) и таблицах – курсив; цифры, скобки, функции — прямые.
УДК	Перед заглавием статьи проставляется код УДК в верхнем левом углу первой страницы
Название статьи	Приводится <i>на кыргызском, русском и английском языках</i> . Название статьи должно быть набрано строчными буквами, 14 кегль , полужирным шрифтом по левому краю. Обратите внимание, что в конце заголовка точка не ставится!
Авторы. <i>Межстрочный интервал 1</i>	Приводится на <i>русском и английском языках</i> . После названия научной статьи указывается: ФИО каждого автора: - сначала указываются инициалы, после них – фамилия, например: И.И. Иванов . Шрифт – курсив, выравнивание слева.
Аннотация. <i>Межстрочный интервал 1</i>	Приводится на <i>кыргызском, русском и английском языках</i> . По требованию НАК КР – не менее 100 слов. Текст не должен быть разделен на абзацы. В аннотации не допускается цитирование. Аббревиатуры должны быть расшифрованы.

	Шрифт – обычный, размер шрифта – 11 пт. Межстрочный интервал – 1 Форматирование выравниванием по ширине страницы.
Ключевые слова	Приводятся на кыргызском, русском и английском языках. Ключевые слова (5 – 8 слов) или словосочетания отделяются друг от друга точкой с запятой. Шрифт – обычный, размер шрифта – 11 пт. Межстрочный интервал – 1
Требования к содержанию статьи и ее оформлению. <i>Межстрочный интервал 1,2</i>	После ключевых слов нужно представить текст самой статьи. Текст может разбиваться на подглавы или придерживаться следующей логической структуры при написании: введение, методика, основная часть, выводы, литература. Статья оформляется только в текстовом редакторе Microsoft Office. Размер шрифта и интервал между строками должен быть одинаковым по всему тексту. Абзацы («красная строка») – 1,25 см, должны выставляться автоматически, а не с помощью клавиши “пробел”. Наличие двойных или тройных пробелов не допустимо. При первом употреблении аббревиатур обязательно указывать их расшифровку. В рукописи должны применяться единицы Международной системы.
Требования к таблицам, рисункам и формулам. <i>Межстрочный интервал 1</i>	Таблицы в тексте должны быть выполнены в редакторе Microsoft Word (не отсканированные и не в виде рисунка). Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее. Название таблицы приводится над таблицей слева с выравниванием по ширине. <i>Например:</i> Таблица 1 – Параметры режима резания Текст в таблицах - интервал одинарный, шрифт Times New Roman, размер шрифта 11 пт., Все составляющие формул должны быть оформлены в макросе «Math Type» (программа Word).

	Рисунки должны допускать перемещение в тексте и возможность изменения размеров. Каждый рисунок снабжается надписью и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на него. Форматирование названия и номера рисунка – шрифт обычный, Times New Roman, размер -11 пт, выравнивание по центру, интервал – одинарный. <i>Например:</i> Рисунок 1 – Зависимость твердости обработанной поверхности от скорости резания Графические рисунки должны быть хорошего качества. Если есть надписи, то текст должен отображаться четко. Фотографии должны быть с разрешением минимум 300 dpi (предпочтительно 1200 dpi.). Формат рисунков и фотографий – Gif, Jpeg. Количество рисунков - не более 3-х, формул – не более 10 (если формул больше, то стоимость публикации увеличится). Количество таблиц не ограничено. Обратите внимание, что в конце названия таблицы и рисунка точка не ставится!
Нумерация страниц и колонтитулы	Не используйте колонтитулы. Нумерация страниц производится внизу справа, начиная с 1–ой страницы.
Требования к источникам, используемым в статье. Оформление ссылок и списка литературы	При заимствовании материала из других источников ссылка на эти источники обязательна. Ссылки в тексте оформляются квадратными скобками. Источники указываются в порядке цитирования в тексте. На все источники из списка литературы должны быть ссылки в тексте. Список литературы оформляется по ГОСТ 7.05-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.
Сведения об авторе(ах)	Приводится на кыргызском, русском и английском языках. Рукопись должна быть подписана авторами с указанием обязательно – фамилия, имя, отчество (при наличии) всех авторов полностью

	– полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже, страна, город. Если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно; – адрес электронной почты для каждого автора; – почтовый адрес и номер телефона для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов). опционально – должность, звание, ученая степень; другая информация об авторах.
Условия публикации	Все статьи обязательно подлежат редакции (научной и технической). В конце рукопись подписывается научным редактором. Редакционная комиссия сборника материалов конференции оставляет за собой право отказать в публикации авторам статей, не соответствующих уровню журнала. Публикация оплачивается организацией, представившей статью, или автором. Стоимость одной страницы формата А4 составляет 150 сомов

Наименования всех направляемых авторами файлов должны иметь следующие форматы:

«фамилия, и.о. автора статьи, статья.docx»;

«фамилия, и.о. автора статьи, авт. заявление.pdf»;

«фамилия, и.о. автора статьи, рецензия.pdf».

Статьи представляются в формате *.docx.

При онлайн-регистрации разрешается прикреплять ТОЛЬКО архивированные файлы в формате .zip и .rar.

Авторское заявление, рецензия и другие материалы представляются в электронном виде *.pdf, после принятия к опубликованию – в бумажном виде (распечатка в 2-х экземплярах на лазерном принтере с разрешением минимум (600 dpi.)).

Файлы направляйте по адресу: machinery.kg@gmail.ru

МАШИНОВЕДЕНИЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

15

Подписано в печать 20.09.2022 г.
Формат 60х84 1/8. Печать офсетная.
Объем 19 п.л. Тираж 100 экз.