

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Республикасының Ғылым
Академиясының Алматыдағы
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университетінің

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
al-Farabi Kazakh National University

SERIES
PHYSICO-MATHEMATICAL

6 (340)

NOVEMBER – DECEMBER 2021

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series physico-mathematical journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Физикалық-математикалық сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия физико-математическая» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Бас редактор:

МҰТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан) Н=5

Редакция алқасы:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан) Н=7

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы (бас редактордың орынбасары), техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сағпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан) Н=3

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша) Н=23

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н-10

QUEVEDO Hemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика) Н=28

ЖҮСПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина) Н=5

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі (Минск, Беларусь) Н=2

РАМАЗАНОВ Тілекқабыл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) Н=26

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=5

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова) Н=42

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=10

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=12

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), Наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) Н=26

«ҚР ҰҒА Хабарлары.

Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *математика, информатика, механика, физика, ғарыштық зерттеулер, астрономия, ионосфера.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

МУТАНОВ Галимкаир Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан) Н=5

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан) Н=7

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, (заместитель главного редактора), доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, университет Сатпаева (Алматы, Казахстан) Н=3

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша) Н=23

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=10

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика) Н=28

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина) Н=5

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь) Н=2

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=26

ТАКИБАЕВ Нургали Жабагаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=5

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова) Н=42

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан) Н=10

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=12

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия) Н=26

«Известия НАН РК.

Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № 16906-Ж выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *математика, информатика, механика, физика, космические исследования, астрономия, ионосфера.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan) H=5

Editorial board:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich (Deputy Editor-in-Chief), doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan) H=7

BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich, (Deputy Editor-in-Chief), doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan) H=3

WOICIK Waldemar, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland) H=23

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=10

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico) H=28

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=7

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine) H=5

MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS of Belarus (Minsk, Belarus) H=2

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=26

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=5

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova) H=42

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan) H=10

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=12

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy) H=26

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. 16906-Ж, issued 14.02.2018

Thematic scope: *mathematics, computer science, mechanics, physics, space research, astronomy, ionosphere.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/> National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2021

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 340 (2021), 15–27

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1726.97>

УДК 621.039.419

Мейірбеков М.Н.^{1,2*}, Исмаилов М.Б.²

¹Satbayev University, Алматы, Казахстан;

²АО «Национальный центр космических исследований и технологий», Алматы, Казахстан.

E-mail: muhammed_91@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПО ФОРМОВАНИЮ УГЛЕПЛАСТИКОВЫХ СТЕРЖНЕЙ МЕТОДОМ НАМОТКИ

Аннотация. Работа посвящена проектированию и созданию лабораторного намоточного станка по изготовлению углепластиковых трубчатых стержней. Проведен мониторинг по выбору намоточных станков в качестве прототипа для создания лабораторного намоточного станка. Представлены методы получения углепластикового трубчатого стержня, по способу совмещения различают «сухую» и «мокрую» намотку. Разработана и изготовлена техническая версия проекта настольного лабораторного намоточного станка для получения опытных образцов. Намоточный станок выполнен в модульной конструкции, что позволяет производить быстрый его монтаж и выпуск углепластиков с использованием различных органических связующих, без необходимости в применении блоков удаления вредных отходов. На сборочном чертеже представлены основные рабочие модули: опорную панель, систему подачи матрицы, платформу с системой нанесения связующего, узел намотки, оправку с прижимным механизмом, центральную перемещаемую каретку, двигатели перемещения каретки и вращения оправки. Получены первые опытные образцы отечественного трубчатого углепластика, из армирующей углеродной нити, где в качестве связующего использованы эпоксидную смолу ЭД-20.

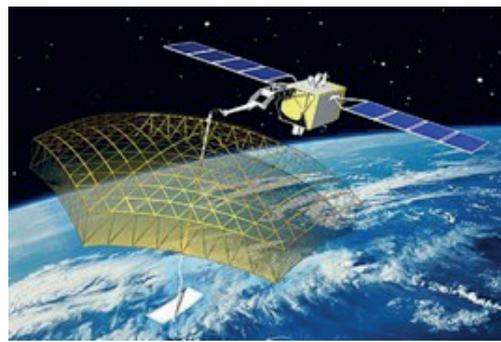
Ключевые слова: намоточный станок, углепластиковые стержни, намотка, космические аппараты, углеродная нить.

Введение. Одними из основных строительных элементов ферменных конструкций космического назначения являются трубчатые стержни и стержневые системы, соединяющиеся между собой муфтами, фитингами, всевозможными шарнирами, валиками различных конструкций и пр. Конструкции такого типа имеют высокие прочностные и жесткостные качества, а также целый ряд уникальных свойств. Это позволяет использовать их для конструкций несущего каркаса космических платформ, спутников, телескопов, антенн и других объектов, работающих в специфических условиях.

Для изготовления ферменных конструкций традиционными материалами являются сплавы алюминия. Однако материалы, используемые на космических летательных аппаратах, предполагают применение нового класса материалов – композиционных пластиков на основе стекло-, угле- или органонаполнителей [1,2]. На рисунке 1а представлены углепластиковые ферменные конструкции корпусов космических аппаратов (КА), переходники между ступенями ракет-носителей [3]. Конструкции состоят из прямоугольных и кольцевых углепластиковых труб, соединенными титановыми или углепластиковыми фитингами. Углепластиковые стержни применяются на МКА ДЗЗ «Кондор» (рисунок 1б). Его рефлектор антенны с размеров 6x7 м выполнен из углепластиковых труб, а общая масса рефлектора с устройствами удержания и всеми конструктивными элементами не превышает 50 кг [4].



а



б

Рисунок 1 – Углепластиковые ферменные конструкции космического назначения.

В настоящее время существует большое количество способов изготовления стержней из композитов. В основном эти способы различаются методами осуществления операций намотки. В работах [1,5,6] рассматриваются кинематические способы формования профилей методом намотки. В работе [7] содержится описание технологии формования изделия из полимерных композиционных материалов методом намотки. Способы намотки классифицируются по способу совмещения связующего и наполнителя, по рисунку укладки арматуры, по устройству намоточного оборудования. По способу совмещения различают «сухую» и «мокрую» намотку.

В случае «мокрой» намотки требуется более низкое усилие при натяжении арматуры, что позволяет применять оборудование меньшей мощности и оправки меньшей жесткости. «Мокрая» намотка обеспечивает лучшую формуемость изделий, поэтому преимущественно применяется при изготовлении крупногабаритных оболочек сложной конфигурации и сосудов высокого давления.

«Сухая» намотка основана на использовании препрегов (нить, пряжа, лента или ткань заранее пропитанные связующим и доведенные в заводских условиях до полутвердого состояния). Она обеспечивает равномерное содержание связующего, задаваемого при изготовлении препрегов, и, следовательно, стабильность прочностных свойств изделий. Коэффициент трения при «сухой» намотке практически в 2 раза выше, чем при «мокрой», что позволяет формировать более сложные формы этим способом.

Мониторинг по Европе и странам бывшего СССР показал, что производителями промышленных намоточных станков для открытой продажи на рынке являются только два предприятия: компания «Микросам» в Македонии и УкрНИИТМ в Украине. Информации относительно производства лабораторных установок найти не удалось. Исходя из этого можно сделать вывод, что отдельные страны работающие в области технологий и производства углепластиков обходятся нестандартным оборудованием (выпускаемым малыми сериями для себя) как лабораторным так и промышленным.

Промышленный намоточный станок украинского производства СПН -7М [8] предназначен для изготовления углепластиков методом «мокрой» намотки. Для производства изделий, геометрия которых представляет собой тела вращения, применяют методы «мокрой», «сухой» или комбинированной намотки. «Мокрый» метод намотки является доминирующим, т.к. здесь операция пропитки и формования изделия технологически совмещены. Данный метод предусматривает намотку нитей, жгутов или ровинга, что обеспечивает лучшую формуемость изделий. Он полностью автоматизирован, что обеспечивает стабильность технологических параметров намотки.

Наиболее характерным конструкционным элементом углепластиковых изделий аэрокосмического назначения являются трубчатые стержни. Для их изготовления рекомендуется метод «сухой» и «мокрой» намотки. В качестве арматуры рекомендуется использовать углеродные нити, жгуты с наиболее высокими прочностными характеристиками. Перед использованием они могут пройти те или иные виды обработки, улучшающие совместимость с матрицей.

В качестве матрицы используются смолы с наиболее высокими прочностными характеристиками и лучшей совместимостью с углеродным волокном. В матрицу можно вводить упрочняющие добавки [2,9,10]. Важное место занимает программа намотки изделия. От нее зависят прочностные характеристики на растяжение и сжатие. Задача заключается в минимизации разницы в прочностях на растяжение и сжатие.

Стоимость промышленного станка СПН -7 составляет порядка 1 млн. \$, что делает невозможным его покупку для выполнения данной работы.

Компания Микросам (Македония) [11] занимается производством современных намоточных оборудований серии MAW 20 FB – P 2/1, MAW 20 MS4/5, MAW 20 FB 4/1 и т.д. для получения углепластиковых стержней (рисунок 2). Данные станки оснащены специальными программными обеспечениями, которые позволяют совершать на станке несимметричную намотку для производства сложных изделий, применяемых в космической технике. Станки предназначены для промышленного производства, цены колеблются от 600 до 800 тысячи \$.



Рисунок 2 – Современные намоточные станки MIKROSAM (Македония).

Мониторинг лабораторного оборудования по углепластикам в США позволил найти первый в мире промышленно выпускаемый настольный лабораторный намоточный станок X- Winder [12]. Эта лабораторная установка предназначена для изготовления углепластиковых стержней методом «мокрой» намотки со следующими параметрами: длина до 300 мм, диаметр 14-60 мм, толщина 0,5-10 мм.

Установка имеет следующие технические характеристики:

- **Рама и каретка:** из алюминиевых профилей;
- **Длина и ширина получаемых образцов:** до 3 м длины и диаметра до 100 мм;
- **Оборот:** 90 в минуту;
- **Скорость:** 200 мм/с;
- **Мощность:** 110В / 220В переменного тока с 24V / 3A DC на шаговых двигателях;
- **Двигатели пошаговые:** NEMA 17, NEMA 23;
- **Объем ванны:** 170 мл;
- **Программное обеспечение:** X-Winder Designer program and Executor.

Намоточный станок X-Winder был взят в качестве прототипа для изготовления станка по данной работе.

Цель настоящей работы – проектирование и создание настольного лабораторного намоточного станка для изготовления углепластиковых трубчатых стержней.

Материалы и методы. *Сборочный чертеж.* Намоточный станок выполнен в модульной конструкции, что позволяет производить быстрый его монтаж и выпуск углепластиков с использованием различных органических связующих, без необходимости в применении блоков удаления вредных отходов. На сборочном чертеже [13] представлены основные рабочие модули: опорную панель, систему подачи матрицы, платформу с системой нанесения связующего, узел намотки, оправку с прижимным механизмом, центральную перемещаемую каретку, двигатели перемещения каретки и вращения оправки.

Опорная панель. Опорная панель (инв. №1.), материал – сталь мягкая по ГОСТ 9045-93, марка 08Ю. Панель является главным опорным элементом станка, устанавливается на ровную горизонтальную поверхность. В опорной панели просверливаются отверстия для соединения с несущей опорой, двигателями, станиной оправки. Описание крепления рабочих элементов к опорной панели представлено на схеме инв. № 1с. и в таблице 1.

Таблица 1 – Пояснение соединения с опорной панелью

Инв. № первого элемента	Обозначение отверстия	Инв. № второго элемента	Обозначение отверстия	Соединение
1	A1 – A4	2_1	A1 – A4	Винт М5-6gx20 ГОСТ 17475-80 Шайба 5 ГОСТ 9649-78 Гайка 3 М5 ГОСТ 15526-70
1	B1-B3, B2-B6	5_6	A1	Винт М5-6gx20 ГОСТ 17475-80 Шайба 5 ГОСТ 9649-78 Гайка 3 М5 ГОСТ 15526-70
1	B4 – B5	5_3	A1 – A2	Винт В.М3-6gx11 ГОСТ 17473-80 Шайба А 3 ГОСТ 6958-78 Гайка 2 М3 ГОСТ 15526-70
1	C1 – C2	6_1	A1 – A2	Винт А М2-6gx5 ГОСТ Р 50404-92 Шайба 2 ГОСТ 11371-78 Гайка М2-6Н ГОСТ 5916-70
1	D1 – D2	6_3	B1 – B2	Винт А М2-6gx5 ГОСТ Р 50404-92 Шайба 2 ГОСТ 11371-78 Гайка М2-6Н ГОСТ 5916-70

В текущем варианте станка для проведения тестовых запусков и отработки технологии намотки, изготовления образцов трубчатых изделий из ровинга марки HTS 1600 в количествах, достаточных для проведения исследований их свойств, конструкция опорной панели является приемлемой. В дальнейшем, при доработке станка до промышленного прототипа требуется замена на листовую сталь по ГОСТ 19903-74, марки К270В, для придания большей устойчивости станка, либо добавление в опорной панели отверстий для закрепления на подготовленной рабочей поверхности.

Крепеж несущей платформы. Основные рабочие элементы станка расположены на несущей платформе. Для удобства монтажа и возможности внесения конструктивных изменений крепеж несущей платформы представляет собой модульную конструкцию (инв. №2.), которая включает в себя опору несущую (инв. №2, п.1), панель левую с подшипником (инв. №2, п.2), панель правую с подшипником (инв. №2, п.3), винты крепления панелей с несущей опорой (инв. №2.п.4), и направляющие (инв. №2, п.5), закрепленные на панелях для перемещения платформы с установленной на ней системой протяжки и пропитки углеродного ровинга органическим связующим – эпоксидными смолами марок ЭД-20 и Этал-Инжект-Т.

Несущая опора перемещаемой каретки (инв. №2, п.1) изготавливается из стали мягкой по ГОСТ 9045-93 (инв. №2_1). В ней просверливаются отверстия для крепежа опорных панелей перемещаемой каретки и ее крепежа к опорной панели (таблица 2).

Таблица 2 – Пояснение соединения с несущей опорой

№ п/п	Инв. № первого элемента	Обозначение отверстия	Инв. № второго элемента	Обозначение отверстия	Соединение
1	2_1	B1, B4	2_2.1	E1, E2	Винт М8x1-6gx12 ГОСТ 1491-80
2	2_1	B2, B3	2_3.1	E1, E2	Винт М8x1-6gx12 ГОСТ 1491-80

Сборка левой панели с подшипником (инв. №2, п.2) представлена на инв. №2_2, и включает в себя панель перемещения левую (инв. №2_2, п.1), крепеж с подшипником (инв. №2_2, п.2), концевики переключатели (инв. №2_2, п.6-7) для остановки и переключения направления движения перемещаемой каретки, а также крепежные элементы (инв. №2_2, п.3,4,5,8). В ней просверливаются отверстия для крепежа подшипника, монтажа гладких и ведущей направляющей, крепежа левой панели к несущей опоре (инв. №2_1) и крепежа концевиков (таблица 3).

Таблица 3 – Пояснение соединений с левой опорной панелью

Инв. № первого элемента	Обозначение отверстия	Инв. № второго элемента	Обозначение отверстия	Соединение
2_2.1	A1 – A4	2_2.2	A1 – A4	Винт М2-6gx20 ГОСТ Р 50404-92 Шайба 2 L ГОСТ 6402-70 Гайка М2-6Н ГОСТ 5916-70

2_2.1	B1 – B2	2_4	-	Направляющие гладкие
2_2.1	C1 - C2	2_2.6	A1	Винт М2-6gx5 ГОСТ 17475-80
2_2.1	D1	3_2	-	Направляющая резьбовая

Держатель подшипника (инв. №2_2.2) соединяется с левой панелью перемещения (инв. 2s). Используется радиально – упорный подшипник (инв. №2_2.2.1). Соединение концевиков - переключателей (инв. № 2_2.6) представлено на схеме инв. № 3s.

Сборка правой панели с подшипником (инв. №2, п.3) представлена на инв. №2_3, и включает в себя панель перемещения правую (инв. №2_3, п.1), концевики-переключатели (инв. №2_3, п.2-3) для остановки и переключения направления движения перемещаемой каретки, крепеж с подшипником (инв. №2_3, п.4), а также крепежные элементы (инв. №2_2, п.5). В ней просверливаются отверстия для крепежа подшипника, монтажа гладких и ведущей направляющей, крепежа правой панели к несущей опоре (инв. №2_1) и крепежа концевиков (таблица 4).

Таблица 4 – Пояснение соединений с правой опорной панелью

Инв. № первого элемента	Обозначение отверстия	Инв. № второго элемента	Обозначение отверстия	Соединение
2_3.1	A1	3_2	-	Направляющая резьбовая
2_3.1	B1 – B4	2_3.2	B1 – B4	Винт М2-6gx20 ГОСТ Р 50404-92 Шайба 2 L ГОСТ 6402-70 Гайка М2-6Н ГОСТ 5916-70
2_3.1	C1 – C2	2_4	-	Направляющие гладкие
2_3.1	D1 - D2	2_2.6	A1	Винт М2-6gx5 ГОСТ 17475-80

С правой панелью перемещения (инв. №2_3.1) соединяется держатель подшипника (инв. №2_3.2) по схеме (инв.№5s). Используется радиально – упорный подшипник (инв. №2_2.2.1). Опорные панели соединяются с несущей опорой по схеме инв. № 4s.

Для точного позиционирования перемещаемой каретки кроме основной, ведущей резьбовой направляющей устанавливаются две дополнительные направляющие (инв. №2_4). Они закрепляются в местах монтажа направляющих на левой и правой опорах (инв. №2_2.1 и инв. №2_3.1 соответственно) уплотнительными кольцами. При этом оси направляющих должны быть строго симметричны с осями отверстий для монтажа, в противном случае может произойти заклинивание перемещаемой каретки.

Перемещаемая каретка с резьбовой направляющей. Для равномерной намотки композитного материала на оправку, изменения угла намотки и варьирования ширины изготавливаемого из препрегов трубчатых изделий станок оснащен перемещаемой кареткой (инв. №3). В ней просверливаются отверстия для монтажа гладких и ведущей направляющей, и крепежа перемещаемой платформы (таблица 5).

Таблица 5 – Пояснение соединений с центральной кареткой

Инв. № первого элемента	Обозначение отверстия	Инв. № второго элемента	Обозначение отверстия	Соединение
3	1 - 4	4_1	E1 – E4	Винт М2-6gx20 ГОСТ Р 50404-92 Шайба 5 ГОСТ 11371-78 Гайка UNI 5590 - А М4 Гайка UNI 5590 - А М4 Шайба 5 ГОСТ 11371-78 Гайка М2-6Н ГОСТ 5916-70
3	A1	3_2	-	Направляющая резьбовая
3	B1 – B2	2_4	-	Направляющие гладкие

На каретке установлены подшипники скольжения (инв. №3_1) для плавного перемещения вдоль направляющих. Ведущая направляющая (инв. №3_2) устанавливается на резьбу центральной каретки, закрепляется на левой и правой опорах в местах монтажа (инв. №2_2.1 и инв. №2_3.1 соответственно) уплотнительными кольцами. Также на ведущей направляющей крепится зубчатое колесо для соединения с зубчатой передачей двигателя. Направляющие расположены таким образом, чтобы при перемещении каретка не задевала несущую опору, как показано на сборочном чертеже (инв. №3_3).

Несущая платформа. Основные рабочие узлы системы пропитки углеродной пряжи и ровинга эпоксидными смолами установлены на перемещаемой несущей платформе (инв. №4 листы 1,2). Она включает в себя несущий фланец (инв. №4, п.1), ванну для органического связующего (инв. №4, п.2), блок волоконно-протяжных валиков (инв. №4, п.3), две стойки с направляющими кольцами (инв. №4, п.4,15), станину с крепежом кассеты (инв. №4, п.5), крепежные элементы инв. (№4, п.6-14), крепеж несущего фланца с перемещаемой центральной кареткой (инв. №4, п.17), вал кассеты (инв. №4, п.18) и кассету с композитным материалом (инв. №4, п.19).

Несущий фланец платформы (инв. №4_1) соединяется крепежами (инв. №4_2) с перемещаемой центральной кареткой (инв. №3). В нем просверливаются отверстия для соединения с перемещаемой центральной кареткой, крепежей станины кассеты, блока волоконно-протяжных валиков, крепежа ванны и направляющих стоек (таблица 6).

Таблица 6 – Пояснение соединений с несущей платформой

Инв. № первого элемента	Обозначение отверстия	Инв. № второго элемента	Обозначение отверстия	Соединение
4_1	A1		-	Опора направляющей
4_1	B3 – B6	4_10	A1	Винт 2Z ГОСТ Р 50406-92
4_1	D1 – D2	4_13	A1 – A2	Гайка М3 ГОСТ 15526-70 Шайба 3 ГОСТ 11371-78 Винт А.М3-6gx14 ГОСТ 17473-80

Для пропитки наполнителя органическим связующим на платформе крепится емкость – ванна (инв. №4_3). Корпус ванны (инв. №4_4) изготавливается из пластика и содержит отверстия для крепежа вала нитепротяжного ролика (инв. №4_5). Корпус ванны устанавливается на форму из листового алюминия с магнитами для быстрого съема ванночки, ее очистки и замены связующего (инв. №4_6) и крепится к несущей платформе (инв. №6s). На корпус ванночки устанавливается узел для снятия излишков связующего (инв. №4_7), включающий крепеж к ванночке и обжимочные валы (инв. №4_8).

Оправка. Оправки для намотки должна иметь форму и размеры, точно соответствующие форме и размеру внутренней поверхности наматываемых изделий и быть стабильными под действием силовых и температурных воздействий при намотке и отверждении. Они должны быть технологичными, т.е. обеспечивать минимум трудозатрат и времени на их изготовление и извлечение из готового изделия, иметь возможно меньшую массу и себестоимость.

Сборочный чертеж крепления оправки представлен на (инв. №5), и включает в себя вертикальные станины (инв. №5_1), ванночку для сбора лишнего связующего, крепеж подшипника оправки (инв. №5_4) и вал оправки (инв. №5_5). Для устранения образования гофр на поверхности изделия в процессе намотки установлен механизм (инв. №5_2) с прижимной пружиной, разглаживающий поверхность изделия в процессе намотки, при этом из-за давления снимается дополнительно связующее, поступающее в расположенную ниже ванночку (инв. №5_3). Станины оправки соединяются с опорной панелью крепежами (инв. №5_6).

Двигатели. Для перемещения каретки – раскладчика используются электродвигатель типа VAG 893 819 021 (инв. №6). В целях упрощения конструкции, для перемещения оправки каретки применяется зубчатая передача (инв. №6_2), а для вращения оправки – клиновая (инв. №6_4). Двигатель закрепляется на опорной панели (инв. №6_1).

В качестве источника питания используется DC power supply RXN 305 (220V ± 10%, 50 ~ 60Hz) фирмы zhaoxin (Рисунок 3).

Model	PS-202D	PS-302D	PS-303D	PS-305D
Parameters	JPS-202D(G)	JPS-302D(G)	JPS-303D(G)	JPS-305D(G)
Voltage output range	0-20V	0-30V	0-30V	0-30V
Current output range	0-2A	0-2A	0-3A	0-5A
Current & Voltage display model	PS series are 3 digit LED display. JPS series are 3 digit LCD display. DG means with backlight.			
Display precision	±1%±1word			



Рисунок 3 – Источник питания с паспортными характеристиками.

Принципиальная схема подключения двигателя перемещения каретки – раскладчика представлена на рисунке 4.

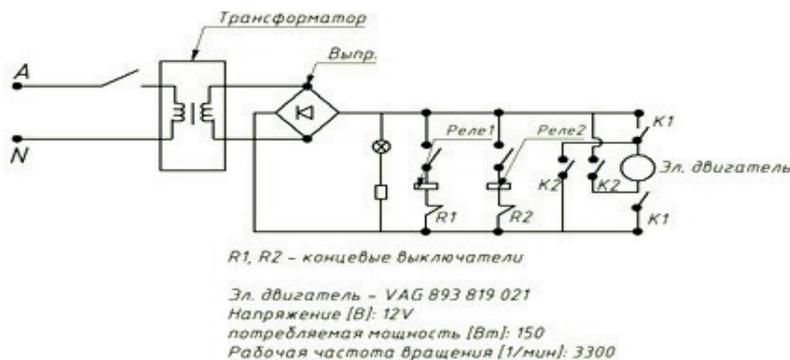


Рисунок 4 – Схема подключения двигателя перемещения каретки.

В момент подачи напряжения, в случае, если оба концевика R1, R2 замкнуты, вращение вала двигателя происходит в направлении против часовой стрелки и каретка перемещается «вправо». При разомкнутом контакте концевика R1, замыкается цепь K1, срабатывает реле1, направление вращения вала двигателя – по часовой стрелке, и каретка перемещается «влево». При достижении концевика R2 цепь K1 размыкается, замыкается цепь K2, срабатывает реле2, направление вращения вала двигателя – против часовой стрелки, и движение каретки происходит «вправо». Оптимальное напряжение для равномерного перемещения каретки – 3,75 В. При больших напряжениях возможен разрыв нити матрицы.

Пропитанная связующим, нить матрицы крепиться к поверхности. Для намотки создается вращение вала оправки посредством клиновой передачи мотора редуктора (инв. №6_3), закрепленного на опорной панели. При соединении валов двигателя и редуктора с использованием компенсирующей муфты удастся скомпенсировать достаточно большие погрешности сборки привода. При этом несколько увеличивается размер привода по длине. Консольная радиальная нагрузка на соединяемые валы приблизительно составляет 0,2 от окружной силы на муфте. Крепление электродвигателя осуществляется на редукторе, передача крутящего момента осуществляется клиновой передачей. Схема подключения к источнику питания приведена на рисунке 5.

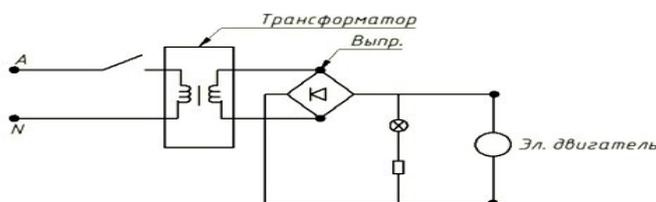


Рисунок 5 – Схема подключения двигателя вращения оправки.

В момент подачи напряжения питание поступает на двигатель и задается вращение вала против часовой стрелки. Ременной передачей придается валу вращение оправки в направлении против часовой стрелки, непрерывно, до момента размыкания цепи питания. Оптимальное напряжение для равномерной намотки на оправку – 12 В. Источник питания: DC power supply RXN 305 (220V ± 10%, 50 ~ 60Hz) фирмы zhaoxin (Рисунок 4).

Электродвигатели получают сигнал о включении /отключении с проходного тумблера, соединенного с разъемами +/- источника питания (рисунок 6) соединительными проводами (марки Н 5/3).

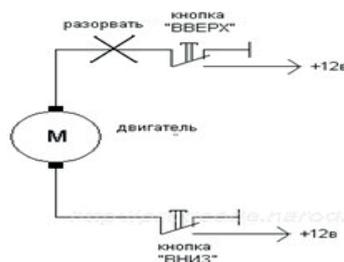


Рисунок 6 – Схема подключения тумблера.

Для управления двигателями в микроконтроллер прошивается программа, принципиальный алгоритм которой представлен на рисунке 7. Где VD – текущая скорость двигателя. При подаче низкого логического уровня на один из входов, двигатель начинает вращаться на заданной программно минимальной скорости, постепенно разгоняется с заданным постоянным ускорением A . Разгон завершается, когда двигатель достигает заданной рабочей скорости VT . Если подается команда изменения направления вращения, двигатель с тем же ускорением тормозится, затем реверсируется и снова разгоняется.

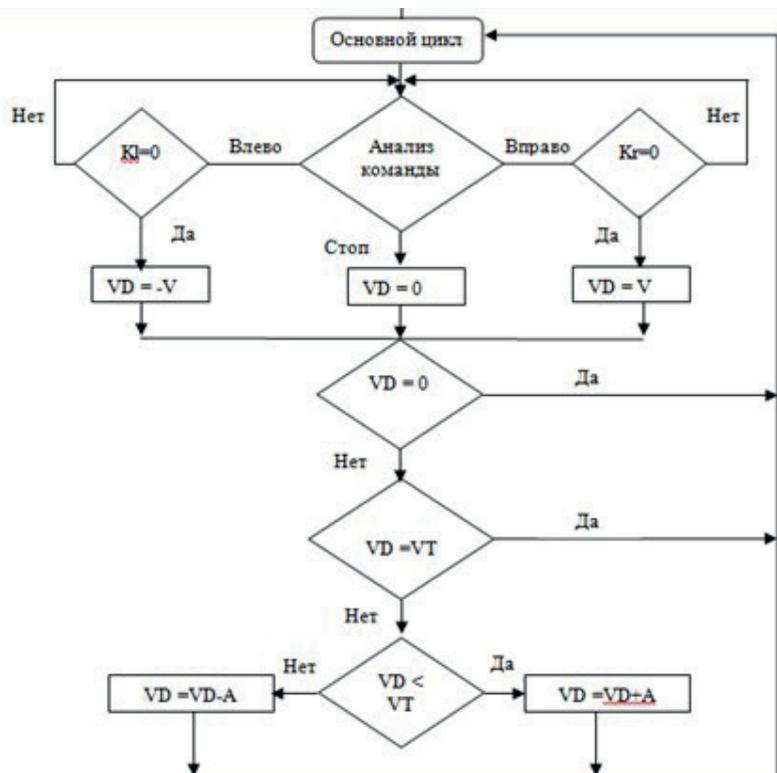


Рисунок 7 – Блок-схема основного цикла программы микроконтроллера.

Кроме командных входов направлением перемещения каретки, на микроконтроллере имеются два входа для концевых выключателей. Концевой выключатель считается сработавшим, если на соответствующем входе присутствует низкий логический уровень. При этом флаг $K1$ и $K2$ – соответственно флаги левого и правого концевиков принимают значение -1 и движение в данном направлении запрещается. При срабатывании концевого выключателя во время вращения двигателя он переходит к торможению с заданным ускорением, а затем останавливается.

Ниже приведен выборочный листинг программы контроллер, разработанной в среде Arduino 1.0.5-r2.

```

...
int analog 1 = A15; /*--- подключение датчиков концевиков
int analog 2 = A14; ---!*/
...
int led On Off = 45; /*--- управляющие кнопки и сигналы на панели контроллера
int analog 2 = A13;
int led L = 51;
int led R = 49;
int button On Off = 43;
int stop L = 42;
int stop R = 50;    ---!*/
...
void loop ()                //запуск цикла
{
if (digital Read (button On Off) == HIGH) /*--- проверка текущей позиции каретки
{

```

```

Digital Write (led On Off, HIGH);
a1 = analog Read (analog 1);
a2 = analog Read (analog 2);
r = a1-a2;
Serial.println (analog Read (analog1));
Serial.println (analog Read (analog2));
Serial.println (analog Read (analog3));
Delay (100);
if (r>100)
{
if (digital Read (stop L) == HIGH) ---!/
{
Digital Write (ledR, LOW);           /!--- запуск вращения вала двигателя
Digital Write (pin3, LOW);
Digital Write (pin4, LOW);
Delay (10);                          // установка требуемой скорости
Digital Write (led L, HIGH);
Digital Write (pin1, HIGH);
Digital Write (pin2, HIGH);
}
} ---!/

```

Приведен листинг перемещений каретки при вращении вала двигателя по часовой стрелке (перемещение каретки «влево»), код перемещения каретки «вправо» является аналогичным. При установке блока контроллера может быть необходима модификация программы и «перепрошивка» контроллера под используемые двигатели. На рисунке 8 представлена лабораторный намоточный станок по формованию углепластиковых трубчатых стержней.

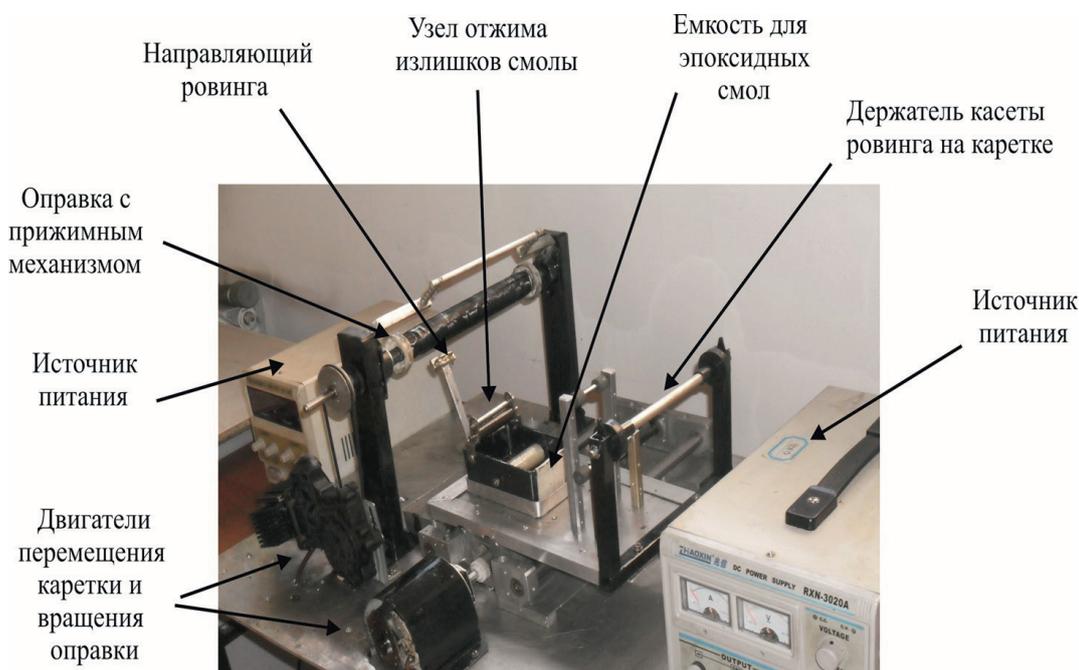
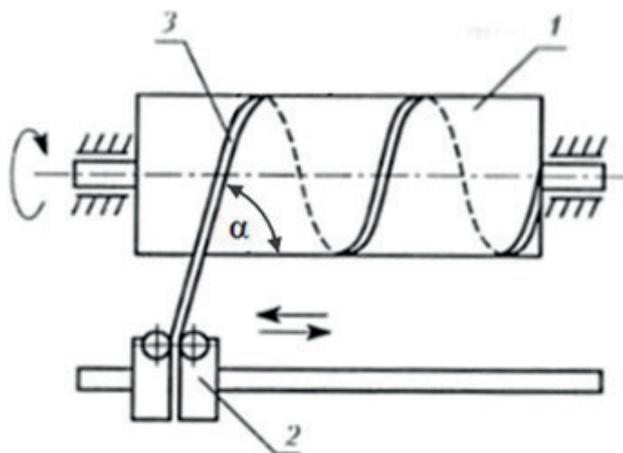


Рисунок 8 – Лабораторный намоточный станок.

Результаты и обсуждение. *Принцип работы станка.* На станину устанавливается оправка, вращение которой в обратном направлении от вращения кассеты задается клиновым приводом, управляемым моторным редуктором, закрепленным на опорной панели. На ось устанавливается кассета с «матрицей» -углеродным волокном (пряжа, ровинг, ткань, препрег). Ось кассеты выравнивается параллельно оси оправки, что позволяет осуществлять намотку с высокой точностью. Для устранения образования гофр и поддержания постоянного, равномерного натяжения матрицы предусмотрено тормозное прижимное устройство, расположенное над осью оправки, корректирующее скорость вращения кассеты и, тем самым, обеспечивает натяжение ленты при намотке на оправку.

Для регулировки угла намотки каретка, с закрепленной на ней несущей платформой, имеет возможность перемещаться параллельно оси оправки. В текущей версии поддерживается угол намотки до 60° . На рисунке 9 представлена схема намотки – пропитанная полимерным связующим нить матрицы укладывается на поверхность вращающейся оправки. Скорость перемещения каретки-раскладчика и вращения оправки задаются так, чтобы обеспечить требуемый угол намотки.



1 – оправка; 2 – перемещаемая каретка – раскладчик; 3 – нить матрицы; α – угол намотки
Рисунок 9 – Схема намотки.

Перемещение каретки осуществляется по двум неподвижным направляющим, закрепленным на боковых опорах и ведущей резьбовой направляющей. Позиция и скорость перемещения каретки вдоль оси резьбовой направляющей управляется двигателем, закрепленном на опорной панели, посредством шестеренчатой передачи. Для контроля граничных точек перемещения на боковых станинах устанавливаются концевики-переключатели. Органическим связующим (эпоксидная смола) наполняют ванночку до уровня ниже расположенного в ванночке лентопротяжного ролика.

Перед началом намотки, на вал оправки необходимо предварительно нанести покрытие, позволяющее снять готовое изделие по окончании работ. В текущей версии в качестве покрытия используется технический скотч. После установки кассеты, нить вручную (текущий вариант) протягивается через направляющее кольцо на стойке, блок направляющих валов, вал ванночки и механизм обжимки на ванночке и закрепляется на валу оправки (в данной версии техническим скотчем). В ходе намотки требуемое натяжение нити задается посредством нагрузки тормозного устройства на ось кассеты, требуемый угол устанавливается перемещением каретки. После завершения процесса намотки оправка вынимается из крепежа и происходит замена оправки и, по необходимости, кассеты, производится наполнение ванночки до необходимого уровня.

Получены первые опытные образцы отечественного трубчатого углепластика, из армирующей углеродной нити, где в качестве связующего использованы эпоксидную смолу ЭД-20. На рисунок 10 показаны образцы трубчатого углепластика, полученные по намоточному станку собственного изготовления.



Рисунок 10 – Опытные образцы отечественного трубчатого углепластика.

Заключение. Намоточный станок выполнен в модульной конструкции, что позволяет производить быстрый его монтаж и выпуск углепластиков с использованием различных органических связующих, без необходимости в применении блоков удаления вредных отходов. На сборочном чертеже представлены основные рабочие модули: опорную панель, систему подачи матрицы, платформу с системой нанесения связующего, узел намотки, оправку с прижимным механизмом, центральную перемещаемую каретку, двигатели перемещения каретки и вращения оправки.

В ходе мониторинга намоточных станков для изготовления трубчатых стержней, в качестве прототипа лабораторной установки выбран лабораторный намоточный станок X-Winder (США), имеющий простейшую механику на пошаговых электродвигателях, управляемых компьютером через контроллер. Разработана и изготовлена техническая версия проекта настольного лабораторного намоточного станка для получения опытных образцов углепластиковых трубчатых в ходе экспериментов. Приведен выборочный листинг программы контроллер, разработанной в среде Arduino 1.0.5-r2. Получены первые образцы отечественного углепластикового трубчатого стержня.

Мейірбеков М.Н.^{1,2*}, Исмаилов М.Б.²

¹Satbayev University, Алматы, Қазақстан;

²«Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы» АҚ, Алматы, Қазақстан.

E-mail: muhammed_91@mail.ru

КОМІРПЛАСТИКТІ ТҮТІКТЕРДІ ОРАУ ӘДІСІМЕН ЖАСАУ БОЙЫНША ЗЕРТХАНАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫНЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ

Аннотация. Жұмыс көміртекті түтікшелі өзекшелерді жасау үшін зертханалық орау машинасын жобалауға және жасауға арналған. Зертханалық орау машинасын жасау үшін прототип ретінде орау машиналарын таңдау бойынша мониторинг жүргізілді. Тәжірибелер барысында көміртекті түтікшелі өзекшелердің тәжірибелік үлгілерін алу үшін жұмыс үстелінің зертханалық орамасының техникалық нұсқасы жасалды.

Көміртекті түтікшелі өзекшені алу әдістері ұсынылған, біріктіру әдісі бойынша олар «кұрғақ» және «дымқыл» орау деп ажыратылады. Тәжірибелік үлгілерді алу үшін жұмыс үстелінің зертханалық орау машинасының техникалық нұсқасы жасалды. Орау машинасының модульдік конструкциясы жылдам оны монтаждау және әр түрлі органикалық байланыстырғыш пайдалана отырып көмірпластиктерді шығаруға, қолдану қажеттілігі жоқ блоктарды жоюға мүмкіндік береді. Құрастыру сызбасында негізгі жұмыс модульдері ұсынылған: тірек тақтасы, матрицаны беру жүйесі, байланыстырғышты қолдану жүйесі бар платформа, орау түйіні, басу механизмі бар мандрел, орталық қозғалмалы каретка, каретканы жылжыту және мандрелді айналдыру қозғалтқыштары. ЭД-20 эпоксидті шайыры байланыстырушы ретінде қолданылатын көміртекті жіптен алғашқы отандық көміртекті өзекше тәжірибелік үлгілері алынды.

Түйінді сөздер: орау станогы, көмірпластикті өзекшелер, орау, ғарыш аппараттары, көміртекті жіп.

Meiirbekov M.N.^{1,2*}, Ismailov M.B.²

¹Satbayev University, Almaty,

²JSC «National center of space research and technology», Almaty.

E-mail: muhammed_91@mail.ru

DESIGN AND MANUFACTURE OF A LABORATORY INSTALLATION FOR FORMING CARBON FIBER RODS BY WINDING

Abstract. The work is devoted to the design and creation of a laboratory winding machine for the manufacture of carbon fiber tubular rods. Monitoring was carried out on the selection of winding machines as a prototype for the creation of a laboratory winding machine. Methods of obtaining a carbon fiber tubular rod are presented, according to the method of combination, “dry” and “wet” winding are distinguished. A technical version of the project of a desktop laboratory winding machine for obtaining prototypes has been developed and manufactured. The winding machine is made in a modular design, which allows for its rapid

installation and production of carbon fiber plastics using various organic binders, without the need for the use of harmful waste disposal units. The assembly drawing shows the main working modules: a support panel, a matrix feed system, a platform with a binder application system, a winding unit, a mandrel with a clamping mechanism, a central movable carriage, carriage displacement motors and mandrel rotation. The first prototypes of domestic tubular carbon fiber were obtained from reinforcing carbon filament, where ED-20 epoxy resin was used as a binder.

Key words: winding machine, carbon fiber rods, winding, spacecraft, carbon filament.

Information about authors:

Meiirbekov M.N. – PhD student of Satbayev University, researcher at the JSC «National center for space research and technology», Almaty, Kazakhstan. *ORCID ID: 0000-0003-0434-9114. e-mail: muhammed_91@mail.ru;*

Ismailov M.B. – Doctor of technical sciences, professor, Director of the department of space materials science and instrumentation at the JSC «National center for space research and technology», Almaty, Kazakhstan. *ORCID ID: 0000-0002-1111-4658. e-mail: m.ismailov@spacers.kz;*

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Современные композиционные материалы. Под ред. Браутмана и Крока.- М., Мир, 1970.-672 с.
- [2] Meiirbekov M.N., Ismailov M.B., Manko T.A. The effect of the modification of an epoxy resin by liquid oligomers on the physical-mechanical properties of composites // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii.* – 2020. – Vol.3. – P. 122-127. DOI: 10.32434/0321-4095-2020-130-3-122-127.
- [3] Электронный ресурс <https://www.yuzhnoye.com/technique/space-vehicles/spacecraft-components/>.
- [4] Электронный ресурс <http://ecoruspace.me/>.
- [5] Макаров М.С., Казанцев Ю.В. Производство изделий из стеклопластиков.- Л., Химия, 1973.- 73с.
- [6] Ориентированные профильные стеклопластики.- М., НИИТ-ЭХИМ, 1981. Обзорная информация.
- [7] Вшивков С.А. Технология производства изделий из композиционных полимерных материалов.- 2011 г., 70 с, www.elar.urfu.ru.
- [8] Электронный ресурс <http://ua.bizorg.su/stanki-namotchnye-r/p5379526-stanok-dlya-mokroy-namotki-s-chislovyim-programmnyim-upravleniem-spn-7>.
- [9] Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б. Влияние каучка на механические свойства эпоксидной смолы и углепластика (Обзор) // *Комплексное Использование Минерального Сырья.* №1 (312).2020, Алматы, стр. 11-18, ISSN 2224-5243. DOI: 10.31643/2020/6445.02.
- [10] Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б. Механизм влияние каучука на прочность и ударную вязкость углепластика. «Наука и инновации: новости, проблемы и достижения» Сб. материалов межд. науч.-практ. конф. 2-том. – Алматы: Центр «Bilim Innovations Group», 2020. – 304 с ISBN 978-601-332-728-0.
- [11] Электронный ресурс <http://www.mikrosam.com/new/article/ru/filament-winding/>.
- [12] Электронный ресурс <http://www.xwinder.com/4-axis-model-4x-23/>.
- [13] Отчет о научно-исследовательской работе «Разработать отечественную технологию получения высокомодульного и высокопрочного изделия из углепластика аэрокосмического назначения», г. Алматы, 2015. - 95 с.

REFERENCES

- [1] Modern composite materials. Ed. Brautman and Krok. - M., Mir, 1970 - 672 p.
- [2] Meiirbekov M.N., Ismailov M.B., Manko T.A. The effect of the modification of an epoxy resin by liquid oligomers on the physical-mechanical properties of composites // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii.* – 2020. – Vol.3. – P. 122-127. DOI: 10.32434/0321-4095-2020-130-3-122-127.
- [3] Electronic resource <https://www.yuzhnoye.com/technique/space-vehicles/spacecraft-components/>.
- [4] Electronic resource <http://ecoruspace.me/>.
- [5] Makarov M.S., Kazantsev Yu.V. Production of products from fiberglass. - L., Chemistry, 1973. - 73s.
- [6] Oriented profile fiberglass. - M., НИИТ-ЕХИМ, 1981. Overview information.
- [7] Vshivkov S.A. Technology of production of products from composite polymer materials.- 2011, 70 s, www.elar.urfu.ru.
- [8] Electronic resource <http://ua.bizorg.su/stanki-namotchnye-r/p5379526-stanok-dlya-mokroy-namotki-s-chislovyim-programmnyim-upravleniem-spn-7>.

[9] Meirbekov M.N., Ismailov M.B. Influence of rubber on the mechanical properties of epoxy resin and carbon fiber (Review) // Complex Use of Mineral Raw Materials. No. 1 (312) .2020, Almaty, p. 11-18, ISSN 2224-5243. DOI: 10.31643 / 2020 / 6445.02.

[10] Meirbekov M.N., Ismailov M.B. The mechanism of the influence of rubber on the strength and impact strength of carbon fiber. “Science and innovation: news, problems and achievements” Sat. materials int. scientific-practical. conf. 2nd volume. - Almaty: Center “Bilim Innovations Group”, 2020. - 304 with ISBN 978-601-332-728-0.

[11] Electronic resource <http://www.mikrosam.com/new/article/ru/filament-winding/>.

[12] Electronic resource <http://www.xwinder.com/4-axis-model-4x-23/>.

[13] Report on the research work “To develop a domestic technology for producing high-modulus and high-strength products made of carbon fiber for aerospace purposes”, Almaty, 2015. -95 p.

МАХМУНЫ

ФИЗИКА

- Жұмабаев Б.Т., Васильев И.В., Петровский В.Г., Исабаев К.Ж.**
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ РАДИОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ЖАҢА ПОЛИГОН.....6
- Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б.**
КӨМІРПЛАСТИКТІ ТҮТІКТЕРДІ ОРАУ ӘДІСІМЕН ЖАСАУ БОЙЫНША ЗЕРТХАНАЛЫҚ
ҚОНДЫРҒЫНЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ.....15
- Мырзатай А.А., Рзаева Л.Г. Ускенбаева Г.А., Шукирова А.К., Абитова Г.**
ДЕРЕКТЕР МАССИВІ КӨЛЕМІНІҢ ЖЕЛІЛІК ЖАБДЫҚТЫҢ ІСТЕН ШЫҒУЫН БОЛЖАУ
НӘТИЖЕЛЕРІНЕ ӘСЕРІ.....28
- Таймуратова Л.У., Биғожа О.Д., Сейтмұратов А.Ж., Казбекова Б.К., Аймағанбетова З.К.**
ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ ЖОЛАРАЛЫҚ АУЫСУЛАРЫНДАҒЫ КРЕМНИДІҢТЕРІС БОЙЛЫҚ
МАГНИТКЕ ТӨЗІМДІЛІШІ.....37

ИНФОРМАТИКА

- Байшолан Н., Тұрдалыұлы М., Байшоланова Қ.С., Кубаев Қ.Е., Тунгушбаев М.Т.**
АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ОҚИҒАЛАРЫНДАҒЫ ШАБУЫЛДАРДЫ БОЛЖАУДЫ
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....42
- Усатова О.А., Жұмабекова А.Т., Мэтсон Э., Карюкин В.И., Глесова Б.Е.**
АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАРҒА ТӨНЕТІН ҚАУІП ТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ МАШИНАЛЫҚ
ОҚЫТУДЫ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....48
- Кожангулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Максұтова А.А.**
ҮЙТКІЛІ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ КӨМЕГІМЕН ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН МИКРОСҮЛБЕКТЕРДІҢ
ЖІКТЕУШІСІ59
- Мамырбаев О.Ж., Оралбекова Д.О., Әлімхан Қ., Othman M., Жұмажанов Б.**
АВТОМАТТЫ СӨЙЛЕУДІ ТАҢУ ҮШІН ОНЛАЙН МОДЕЛЬДЕРДІ ҚОЛДАНУ.....66
- Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Горлов Л.В., Тұрдалыұлы М.**
ҚАЛҚАН БЛОКТЫҚ СИММЕТРИЯЛЫҚ ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНІҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС
ТҮЙІНІНІҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....73
- Ташенова Ж.М., Нурлыбаев Э.Н., Абдуғұлова Ж.К., Аманжолова Ш.А.**
ДЕРЕКТЕР ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ЖЕЛІЛІК ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІК
ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ.....81
- Шопағұлов О.А., Корячко В.П.**
САРАПТАМА ЖҮЙЕЛЕРДІҢ БІЛІМ НЕГІЗІНДЕГІ КОНЦЕПТУАЛДЫҚ МОДЕЛЬДЕР.....92

МАТЕМАТИКА

- Егенова Ә., Құрақбаева С., Калбаева А., Ізтаев Ж.**
ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ ҰҚСАС СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС МОДЕЛЬДЕРІН ҚОЛДАНА
ОТЫРЫП, ӘРТҮРЛІ ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ СИПАТТАУДЫҢ КЕЙБІР
МӘСЕЛЕЛЕРІ.....103

Ибраев А.Т. ЭЛЕКТРОНДЫҚ АЙНАЛАРМЕН КАТОДТЫҚ ЛИНЗАЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ДИНАМИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ ӨЛШЕМ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ.....	114
Махажанова У.Т., Исмаилова А.А., Жумаханова А.С. БҰЛДЫР ЛОГИКАЛЫҚ ЕРЕЖЕЛЕРДІ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ПРОЦЕССІНДЕ ҚОЛДАНУДЫҢ МЫСАЛЫ.....	121
Сартабанов Ж.А., Айгенова Г.М., Торемуратова Г.С. ДИФФЕРЕНЦИАЛДАУ ОПЕРАТОРЛЫ СЫЗЫҚТЫ КӨППЕРИОДТЫ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӨЗАРА КЕЛТІРІМДІЛІГІ.....	128
Тусупов Д.А., Муханова А.А. ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ПРОЦЕССІНДЕГІ ЛОГИКАЛЫҚ ЕРЕЖЕЛЕР ҚОСЫМШАСЫ.....	136

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Жумабаев Б.Т., Васильев И.В., Петровский В.Г., Исабаев К.Ж.**
НОВЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАХСТАНЕ.....6
- Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б.**
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ
ПО ФОРМОВАНИЮ УГЛЕПЛАСТИКОВЫХ СТЕРЖНЕЙ МЕТОДОМ НАМОТКИ.....15
- Мырзатай А.А., Рзаева Л.Г., Ускенбаева Г.А., Шукирова А.К., Абитова Г.**
ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА МАССИВА ДАННЫХ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ОТКАЗОВ СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....28
- Таймуратова Л.У., Биғожа О.Д., Сейтмуратов А.Ж., Казбекова Б.К., Аймаганбетова З.К.**
ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ПРОДОЛЬНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ КРЕМНИЯ
НА МЕЖДОЛИННЫХ ПЕРЕХОДАХ ЭЛЕКТРОНОВ.....37

ИНФОРМАТИКА

- Байшолан Н., Турдалыулы М., Байшоланова К.С., Кубаев К.Е., Тунгушбаев М.Т.**
ПРОГРАММНОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АТАК
В СОБЫТИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....42
- Жумабекова А.Т., Усатова О.А., Мэтсон Э., Карюкин В.И., Илесова Б.Е.**
ВИДЫ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....48
- Кожугулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., МаксUTOва А.А.**
КЛАССИФИКАТОР ИЗОБРАЖЕНИЙ МИКРОСХЕМ ПРИ ПОМОЩИ СВЕРТОЧНОЙ
НЕЙРОННОЙ СЕТИ.....59
- Мамырбаев О.Ж., Оралбекова Д.О., Алимхан К., Othman M., Жумажанов Б.**
РЕАЛИЗАЦИЯ ОНЛАЙНОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО
РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ.....66
- Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Горлов Л.В., Турдалыулы М.**
КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕЛИНЕЙНОГО УЗЛА АЛГОРИТМА БЛОЧНОГО
СИММЕТРИЧНОГО ШИФРОВАНИЯ QALQAN.....73
- Ташенова Ж.М., Нурлыбаев Э.Н., Абдугулова Ж.К., Аманжолова Ш.А.**
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ДАТА-ЦЕНТРА.....81
- Шопагулов О.А., Корячко В.П.**
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В БАЗАХ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ.....92

МАТЕМАТИКА

- Егенова А., Куракбаева С., Калбаева А., Изтаев Ж.**
НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПИСАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
С ПОМОЩЬЮ АНАЛОГИЧНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ВОЛН.....103

Ибраев А.Т. ПОСТРОЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА ДВИЖЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОННЫХ ЗЕРКАЛ И КАТОДНЫХ ЛИНЗ.....	114
Махажанова У.Т., Исмаилова А.А., Жумаханова А.С. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В ПРОЦЕССАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	121
Сартабанов Ж.А., Айтенова Г.М., Торемуратова Г.С. ВЗАИМНАЯ ПРИВОДИМОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ МНОГОПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ С ОПЕРАТОРАМИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ.....	128
Тусупов Д.А., Муханова А.А. ПРИЛОЖЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В ПРОЦЕССАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	136

CONTENTS

PHYSICS

Zhumabayev B.T., Vassiliyev I.V., Petrovskiy V.G., Issabayev K.Zh. A NEW LANDFILL FOR RADIOPHYSICAL RESEARCH IN KAZAKHSTAN.....	6
Meirbekov M.N., Ismailov M.B. DESIGN AND MANUFACTURE OF A LABORATORY INSTALLATION FOR FORMING CARBON FIBER RODS BY WINDING.....	15
Myrzatay A.A., Rzayeva L.G., Uskenbayeva G.A., Shukirova A.K., Abitova G. THE EFFECT OF THE AMOUNT OF DATA ARRAY ON THE RESULTS OF FORECASTING NETWORK EQUIPMENT FAILURES.....	28
Taimuratova L.U., Bigozha O.D., Seitmuratov A.Zh., Kazbekova B.K., Aimaganbetova Z.K. NEGATIVE LONGITUDINAL MAGNETORESISTANCE SILICON ON INTERLINE ELECTRON TRANSITIONS.....	37

COMPUTER SCIENCE

Baisholan N., Turdalyuly M., Baisholanova K.S., Kubayev K.E., Tungyshbayev M.T. SOFTWARE AND MATHEMATICAL SUPPORT FOR ATTACK PREDICTION IN INFORMATION SECURITY EVENTS.....	42
Zhumabekova A., Ussatova O., Matson E., Karyukin V., Ilessova B. THE TYPES OF THREATS TO THE INFORMATION RESOURCES AND THE METHODS OF THEIR DETECTION WITH THE USE OF MACHINE LEARNING METHODS.....	48
Kozhagulov Y.T., Zhexebay D.M., Sarmanbetov S.A., Maksutova A.A. CLASSIFIER OF MICROCIRCUIT IMAGES USING A CONVENTIONAL NEURAL NETWORK.....	59
Mamyrbayev O.Zh., Oralbekova D.O., Alimhan K., Othman M., Zhumazhanov B. REALIZATION OF ONLINE SYSTEMS FOR AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION.....	66
Seilova N.A., Ibrayev R.B., Gorlov L.V., Turdalyuly M. CRYPTOGRAPHIC PROPERTIES OF A NONLINEAR NODE OF A BLOCK SYMMETRIC ENCRYPTION ALGORITHM QALQAN.....	73
Tashenova Zh., Nurlybaeva E., Abdugulova Zh., Amanzholova Sh. ASSESSMENT OF THE SECURITY STATUS OF THE COMPANY'S DATA CENTER NETWORK INFRASTRUCTURE.....	81
Shopagulov O.A., Koryachko V.P. CONCEPTUAL MODELS IN THE KNOWLEDGE BASES OF EXPERT SYSTEMS.....	92

MATHEMATICS

Yegenova A., Kurakbayeva S., Kalbayeva A., Iztaev Zh. SOME PROBLEMS IN DESCRIBING VARIOUS PHYSICAL PROCESSES WITH SIMILAR NONLINEAR WAVE PROPAGATION MODELS.....	103
---	-----

Ibrayev A.T. CONSTRUCTION AND APPLICATION OF A DYNAMIC MOTION COUNTING SYSTEM FOR RESEARCHING THE PROPERTIES OF ELECTRON MIRRORS AND CATHODE LENSES.....	114
Makhazhanova U.T., Ismailova A.A., Zhumakhanova A.S. EXAMPLE OF APPLICATION OF FUZZY LOGICAL RULES IN DECISION-MAKING PROCESSES.....	121
Sartabanov Zh.A., Aitenova G.M., Toremuratova G.S. MUTUAL REDUCTION OF LINEAR MULTIPERIODIC SYSTEMS OF EQUATIONS WITH DIFFERENTIATION OPERATORS.....	128
Tussupov D.A., Mukhanova A.A. APPLICATION OF LOGICAL RULES IN DECISION-MAKING PROCESSES.....	136

**Publication Ethics and Publication Malpractice in
the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

**ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)**

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 10.12.2021.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
9,5 п.л. Тираж 300. Заказ 6.