

Информация об авторах

Цяньи Тянь* – магистр биологии и медицины, студент отделения «Колледж естественных наук»; Северо-Западный университет сельского хозяйства и лесоводства, Китай; e-mail: 1070567104@qq.com.

Лей Дэн – магистр биологии и медицины, студент факультета «Колледж естественных наук»; Северо-Западный университет сельского хозяйства и лесоводства, Китай; e-mail: dengl@nwfufu.edu.cn.

Ми Инь – бакалавр факультета «Колледж естественных наук»; Северо-Западный университет сельского хозяйства и лесоводства, Китай; e-mail: 1485742629@qq.com.

Яхонг Вэй – PhD, Факультет биоинженерии, Колледж естественных наук, Северо-Западный университет, КНР; e-mail: yahongwei@nwfufu.edu.cn. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9533-5377>.

Received 24.04.2024

Revised 10.06.2024

Accepted 26.06.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3\(15\)-15](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-15)



МРНТИ: 65.13.19

Е.М. Ағзам*, А.К. Какимов, А.Е. Еренгалиев, Н.К. Ибрагимов

Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

*e-mail: ektu2009@gmail.com

РАЗРАБОТКА СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КУРТА

Аннотация: Статья посвящена разработке сушильной установки для производства курта, традиционного кисломолочного продукта, пользующегося большой популярностью в Казахстане. Курт является не только национальным продуктом, но и обладает высокой пищевой ценностью, содержанием витаминов и минералов. Регулярное употребление курта способствует восстановлению полезной микрофлоры кишечника и особенно полезно для беременных женщин, детей и пожилых людей. Традиционный способ сушки курта на открытом воздухе имеет ряд недостатков, таких как зависимость от погодных условий и низкая производительность. Разработанная конвективная сушильная установка, позволяет решить эти проблемы. Она обеспечивает равномерную и быструю сушку курта в контролируемых условиях, что повышает качество и производительность. Установку спроектирована с учетом принципов простоты в обслуживании, удобства в эксплуатации и рентабельности. Она является доступной и экономически выгодной для индивидуальных предпринимателей и малых предприятий. Доступность, цена, качество, производительность, ремонтпригодность, надежность, малый вес и мобильность оборудования делают его актуальным для развития малого бизнеса в Казахстане. В ходе работы были проведены ряд испытаний по работоспособности сушильной установки. Также был разработан эскизный чертеж, разработана сушильная установка и подобраны оптимальные рабочие параметры конструкции. Полученная сушильная установка является перспективной для внедрения в производство курта, в условиях индивидуальных и фермерских хозяйств. Она позволит повысить качество и производительность продукта, а также создать новые возможности для малого и среднего бизнеса в Казахстане. Также, такое оборудование может дать толчок местному гастрономическому туризму, который становится все более популярным видом туризма, поскольку туристы ищут уникальные и аутентичные впечатления. Предлагая туристам возможность познакомиться с местной культурой через ее кухню.

Ключевые слова: национальная кухня, курт, сушильная установка, кисломолочные продукты, развитие малого и среднего бизнеса, сушильное оборудование, производство курта, сушка пищевых продуктов.

Введение

Казахстан, страна с субконтинентальным климатом [1], характеризуется значительными температурными колебаниями, особенно в северных, центральных, восточных и западных регионах. Традиционно производство национального продукта курта [2, 3], ограничивалось летними месяцами из-за невозможности сушки в зимний период. В связи с этим возникла необходимость создания рентабельного сушильного оборудования для малых и средних предприятий, которое позволило бы производить курт круглогодично и сделать его доступным

для потребителей в любое время года. Курт, любимый продукт казахстанцев всех возрастов, богат витаминами и минералами [4], является не только национальным достоянием, но и имеет потенциал для продвижения бренда Казахстана на международном рынке. Экспорт курта в страны с высокой долей населения, потребляющего кисломолочные продукты, может быть прибыльным бизнесом. В настоящее время в Казахстане существует ограниченный выбор оборудования для сушки курта [5]. Разработка новой сушильной установки будет актуальной для предпринимателей, желающих развивать малый бизнес в этой сфере. Государственная поддержка малого и среднего бизнеса, включая гранты и кредитование, создает благоприятные условия для реализации данного проекта [6]. Таким образом, разработка сушильной установки для производства курта имеет практическую значимость и будет способствовать развитию малого бизнеса, повышению качества и доступности казахстанского курта, а также продвижению национального бренда на международном рынке. Инвестиции в такие виды оборудования могут способствовать развитию гастрономического туризма [7, 8], который набирает популярность среди путешественников, стремящихся к уникальным и аутентичным впечатлениям. Предлагая туристам возможность погрузиться в местную культуру через знакомство с ее кулинарными традициями, можно привлечь больше посетителей.

К сожалению, для сушки курта не существует специализированного оборудования, поскольку этот продукт является специфическим и не знаком западному миру. Существует несколько примеров оборудования, которое было адаптировано учеными специально для сушки курта, такие как солнечная, теневая, инфракрасная и вакуумная сушка.

Для решения данной проблемы мы разработали нашу собственную конвективную сушильную установку, детали которой будут рассмотрены в последующих разделах.

Экспериментальная часть

На основе предложенного нами способа сушки мы разработали конвективное [9] сушильное оборудование для производства курта, предназначенное для малого и среднего бизнеса. В современности одним из наиболее распространенных способов сушки продуктов является конвективный метод. Он заключается в передаче тепла высушиваемому материалу с помощью тепловой энергии, передаваемой от нагретого сушильного агента – воздуха или парогазовой смеси. В данном случае мы прибегаем к использованию нагретого воздуха.

Моделирование и расчет сушильной установки являются первыми шагами в процессе внедрения ее в технологический процесс. При этом необходимо учитывать принципы проектирования оборудования [10], такие как:

- простота в обслуживании;
- удобство в эксплуатации;
- технологичность изготовления;
- надежность конструкции;
- взаимозаменяемость деталей и узлов;
- минимальная масса и габаритные размеры;
- использование экономически обоснованных материалов;
- эстетичный внешний вид;
- рентабельность;
- себестоимость.

Учет этих принципов позволит создать сушильную установку, которая будет эффективной, удобной в использовании и экономически выгодной.

Следующим этапом исследования являются лабораторные исследования оборудования, изучение процессов сушки внутри оборудования, моделирование процесса сушки, проведение необходимых опытов и нахождение оптимального варианта сушки.

На начальном этапе исследований мы разработали эскизный чертеж и выбрали оптимальные параметры оборудования. Это позволило нам создать установку с минимальной массой и высокой мобильностью.

Сушильная установка (рис 1.) содержит корпус 1, внутри которого друг над другом установлены три полки 2, рукоятку 3, регулятор температуры 4, блок вентилятора 5 с установленным с ним в одном корпусе ТЭНом, сетчатый фильтр 6, проушины 7, ножи 8, дверку 9, регулируемую решетку 10, ручку 11 и опоры 12 для размещения полок.

В качестве теплоносителя используют горячий воздух, продуваемый через вентилятор 5 и проходящий через установленный с ним в одном корпусе термоэлектронагреватель (ТЭН). Мощность ТЭНа с вентилятором составляет 3 кВт.

Металл задней части корпуса толще чем у боковых поверхностей, из-за дополнительной нагрузки создаваемой массой тэна и вентилятора.

Полки 2 выполнены из уголков из нержавеющей стали толщиной 1 мм и нержавеющей сеток с размером ячеек 2 мм и служат для размещения на них высушиваемого продукта. На чертеже (рис. 1) представлен общий вид и вид слева сушильной установки.

Полки 2 устанавливаются внутри шкафа на опорах 12.

Решетка 10 служит для регулирования выхода воздуха из сушилки и выполнена из пластмассы.

Рама корпуса 1 шкафа выполнена из 20 мм стальной профтрубы (рис. 2).

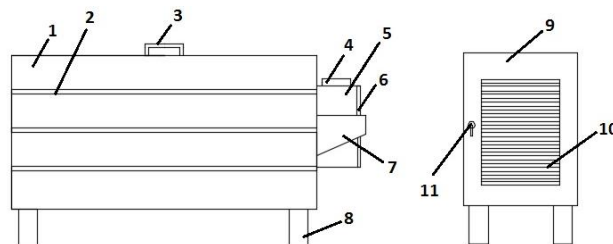


Рисунок 1 – Сушильная установка



Рисунок 2 – Рама

Боковые стенки выполнены из листа стали толщиной 1 мм.

Передняя стенка и дверца выполнены из стали толщиной 2 мм.

К передней стенке приварены две проушины на которые установлен корпус ТЭНа с вентилятором.

Рукоять для переноски шкафа выполнена из алюминия, а ножки - из стали (пустотелый цилиндр диаметром 50 мм).

Оборудование полностью покрашено со всех сторон термостойкой краской для пищевых продуктов.

На задней стенке шкафа размещен блок электронагревателя с вентилятором 5, закрепленный в корпусе 1 шкафа на проушинах 7 (рис. 3-5).

Дверца 9 шкафа содержит решетку с перфорацией, выполненной в виде отверстий произвольной формы, служащую в качестве регулятора прохода воздуха..

Шкаф для сушки пищевых продуктов работает следующим образом: высушиваемый продукт, например курт, помещают на сетчатые полки 2 (рис. 6). Закрывают дверку 9. С помощью регулятора температуры 4 производят включение блока нагревателя с вентилятором 5, задают температуру сушки.

Нагрев продукта осуществляется с помощью воздуха, равномерно нагреваемого ТЭНом в блоке с вентилятором 5. Испаряемая из продукта влага, уводится через регулируемую решетку 10.

В процессе сушки заданная температура поддерживается автоматически. По мере необходимости температуру процесса можно менять, задавая ее величину с помощью регулятора температуры 4.

Процесс сушки в предлагаемом шкафу обусловлен теплообменом между воздухом, нагреваемым с помощью термоэлектронагревателя (ТЭНа) с помощью вентилятора, а также конвекцией воздуха, уносящего испаряемую влагу через высушиваемый продукт и через регулирующую решетку.

Использование предлагаемого технического решения позволит подобрать такие режимы сушки, например температуру сушки не выше 90 С, которые обеспечивают получение высушенных продуктов высокого качества.

Углы корпуса закрыли пластиковыми угольниками для придания эстетического вида. Для циркуляции воздуха и удаления излишней влаги на дверце были установлены регулируемые решетки (рис. 7).



Рисунок 3 – Задняя часть сушилки



Рисунок 4 – Вид изнутри



Рисунок 5 – Вид корпуса



Рисунок 6 – Вид изнутри с полками



Рисунок 7 – Окончательный вид установки

Итогом проведённой работы стало достижение ключевых принципов в проектировании оборудования. Это включает в себя лёгкость в обслуживании, комфортность использования, технологическую эффективность производства, высокую надёжность конструкции, возможность замены компонентов и агрегатов, оптимизацию веса и размеров, использование экономически обоснованных материалов, а также привлекательный внешний вид.

Данная разработанная конвективная сушильная установка курта нуждается в дальнейшем исследовании. В последующих исследованиях, включая установку датчиков и микроконтроллера, разработку программного обеспечения, сбор и архивирование данных, их анализ и определение оптимального режима работы, расчёт рентабельности и себестоимости оборудования, а также сопоставление полученных данных с результатами других адаптированных устройств для сушки курта, установка обещает быть успешной.

Заключение

Разработанная сушильная установка для производства курта является актуальным решением для малого и среднего бизнеса в Казахстане. Она позволяет решить проблему сезонности производства курта и обеспечить его круглогодичное потребление.

Установка спроектирована в соответствии с принципами проектирования оборудования, что обеспечивает ее простоту в обслуживании, удобство в эксплуатации, технологичность изготовления, рентабельность, надёжность конструкции и эстетичный внешний вид.

Проведенные испытания подтвердили работоспособность сушильной установки. Подана заявка на получение патента на изобретение. Дальнейшие исследования могут быть направлены на исследование и экспериментов по измерению влажности и температуры по всей рабочей зоне сушильной установки и определению оптимального параметра сушки.

Полученная сушильная установка является перспективной для внедрения в производство курта. Она позволит повысить качество и производительность продукта, а также создать новые возможности для малого и среднего бизнеса в Казахстане.

Список литературы

1. Климатические особенности казахстана как причина проявления процессов опустынивания / А.М. Карымсаков и др. // Научно-практические исследования, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева. – г. Нур-Султан, Казахстан. – 2020 – № 8-3(31).
2. Смольникова Ф.Х. Национальный молочный продукт – курт / Ф.Х. Смольникова и др. // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: конф. – Краснодар, 2016. – С. 397-401.
3. Национальный молочный продукт – курт / Ш.К. Жакупбекова и др. // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. – 2021. – № 4(4) – С. 41-43.
4. Кочкорова Ф.А. Пищевая ценность национального кисломолочного продукта курт и его место в питании подростков Кыргызской Республики / Ф.А. Кочкорова, Г.С. Китарова // Вопросы питания. – 2021. – Т 90, № 5. – С. 87-95. URL: https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/jarticles_diet/918.html?SSr=090134655313ffffff27c__07e50a1b0d090a-3d43.
5. Инновационные технологии в производстве курта / Л.В. Голубева и др. // Пищевая промышленность. – 2018. – № 5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tehnologii-v-proizvodstve-kurta>.
6. Елшибаев Р.К. Современное состояние и направления развития малого и среднего бизнеса Республики Казахстан. / Р.К. Елшибаев // Вестник университета «Туран». – 2021. – № 1. – С. 84-90. – URL: <https://vestnik.turan-edu.kz/jour/article/view/1631>.
7. Gheorghe G. Gastronomic tourism, a new trend for contemporary tourism? / Gheorghe G., Tudorache P., Nistoreanu P. // Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania Cactus Tourism Journal / 2014. – Vol. 9, Issue 1. – P. 12-21.
8. Privitera D. Gastronomic and food tourism as an economic local resource: case studies from Romania and Italy / D. Privitera, A. Nedelcu, V. Nicula // GeoJournal of Tourism and Geosites. – 2018. – № 1, vol. 21. – P. 143-157.
9. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. – Москва: Пищевая промышленность, 1973. – 287 с.
10. Соколов В.И. Основы расчёта и конструирования машин и аппаратов пищевых производств / В.И. Соколов. – Москва: Колос, 1992. – 9 с.

References

1. Klimaticheskie osobennosti kazakhstana kak prichina proyavleniya protsessov opustynivaniya / A.M. Karymsakov i dr. // Nauchno-prakticheskie issledovaniya, Evraziiskii natsional'nyi universitet im. L.N. Gumileva, – g. Nur-Sultan, Kazakhstan, – 2020 – № 8-3(31). (In Russian).
2. Smol'nikova F.KH. Natsional'nyi molochnyi produkt – курт / F.KH. Smol'nikova i dr. // Nauchnoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologii proizvodstva i khraneniya sel'skokhozyaistvennoi i pishchevoi produktsii: konf. – Krasnodar, 2016. – S. 397-401. (In Russian).
3. Natsional'nyi molochnyi produkt – курт / SH.K. Zhakupbekova i dr. // Vestnik Universiteta Shakarima. Seriya tekhnicheskie nauki. – 2021. – № 4(4) – S. 41-43. (In Russian).
4. Kochkorova F.A. Pishhevaya tsennost' natsional'nogo kislomolochnogo produkta kurut i ego mesto v pitanii podrostkov Kyrgyzskoi Respubliki / F.A. Kochkorova, G.S. Kitarova // Voprosy pitaniya. – 2021. – Т 90, № 5. – S. 87-95. – URL: https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/jarticles_diet/918.html?SSr=090134655313ffffff27c__07e50a1b0d090a-3d43. (In Russian).
5. Innovatsionnye tekhnologii v proizvodstve kurta / L.V. Golubeva i dr. // Pishhevaya promyshlennost'. – 2018. – № 5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tehnologii-v-proizvodstve-kurta>. (In Russian).
6. Elshibaev R.K. Sovremennoe sostoyanie i napravleniya razvitiya malogo i srednego biznesa Respubliki Kazakhstan. / R.K. Elshibaev // Vestnik universiteta «TuraN». – 2021. – № 1. – С. 84-90. – URL: <https://vestnik.turan-edu.kz/jour/article/view/1631>. (In Russian).

7. Gheorghe G. Gastronomic tourism, a new trend for contemporary tourism? / Gheorghe G., Tudorache P., Nistoreanu P. // Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania Cactus Tourism Journal / 2014. – Vol. 9, Issue 1. – P. 12-21. (In English).
8. Privitera D. Gastronomic and food tourism as an economic local resource: case studies from Romania and Italy / D. Privitera, A. Nedelcu, V. Nicula // GeoJournal of Tourism and Geosites. – 2018. – № 1, vol. 21. – R. 143-157. (In English).
9. Ginzburg A.S. Osnovy teorii i tekhniki sushki pishchevykh produktov / A.S. Ginzburg. – Moskva: Pishchevaya promyshlennost', 1973. – 287 s. (In Russian).
10. Sokolov V.I. Osnovy rascheta i konstruirovaniya mashin i apparatov pishchevykh proizvodstv / V.I. Sokolov. – Moskva: Kolos, 1992. – 9 s. (In Russian).

Е.М. Ағзам*, А.К. Кәкімов, А.Е. Ергалиев, Н.К. Ибрагимов

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А
*e-mail: ektu2009@gmail.com

КУРТ ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН КЕПТІРУ ҚОНДЫРҒЫСЫН ӨЗІРЛЕУ

Мақала Қазақстанда өте танымал дәстүрлі ашытылған сүт өнімі құртты өндіретін кептіру зауытын дамытуға арналған. Құрт ұлттық өнім ғана емес, сонымен қатар тағамдық құндылығы, дәрумені мен минералдылығы жоғары. Құртты үнемі тұтыну пайдалы ішек микрофлорасын қалпына келтіруге көмектеседі және әсіресе жүкті әйелдерге, балалар мен қарт адамдарға пайдалы. Құртты ашық ауада кептірудің дәстүрлі әдісінің ауа райы жағдайына тәуелділігі және өнімділігі төмендігі сияқты бірнеше кемшіліктері бар. Жасалған конвективті кептіру қондырғысы осы мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Ол бақыланатын жағдайларда құрттың біркелкі және тез кептірілуін қамтамасыз етеді, бұл сапа мен өнімділікті арттырады. Құрылғы техникалық қызмет көрсету оңай, пайдалану оңай және үнемді болу үшін жасалған. Бұл жеке кәсіпкерлер мен шағын бизнес үшін қолжетімді және үнемді. Жабдықтардың қолжетімділігі, бағасы, сапасы, өнімділігі, техникалық қызмет көрсету мүмкіндігі, сенімділігі, жеңіл салмағы және қозғалғыштығы оны Қазақстандағы шағын бизнесті дамыту үшін өзекті етеді. Жұмыс барысында кептіру қондырғысының өнімділігіне бірқатар сынақтар жүргізілді. Сондай-ақ эскиздік сызба әзірленді, кептіру қондырғысы жобаланды, дизайн үшін оңтайлы жұмыс параметрлері таңдалды. Алынған кептіру қондырғысы құрт өндірісінде, жеке және фермаларда іске асыру үшін перспективалы болып табылады. Ол өнімнің сапасы мен өнімділігін арттырады, сондай-ақ Қазақстанның шағын және орта бизнесі үшін жаңа мүмкіндіктер туғызады. Сондай-ақ, мұндай жабдық жергілікті тағам туризміне серпін бере алады, бұл туристер бірегей және шынайы тәжірибені іздейтіндіктен, туризмнің танымал түріне айналып отыр. Туристерге оның тағамдары арқылы жергілікті мәдениетті сезіну мүмкіндігін ұсыну.

Түйін сөздер: ұлттық тағамдар, құрт, кептіру цехы, ашытылған сүт өнімдері, шағын және орта бизнесті дамыту, кептіру жабдықтары, құрт өндірісі, тағам кептіру.

Е.М. Aqzam*, A.K. Kakimov, A.E. Erengaliev, N.K. Ibragimov

Semey University named after Shakarim,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka Street, 20A
*e-mail: ektu2009@gmail.com

DEVELOPMENT OF A DRYING UNIT FOR THE PRODUCTION OF KURTA

The article is devoted to the development of a drying unit for the production of kurt, a traditional fermented milk product that is very popular in Kazakhstan. Kurt is not only a national product, but also has a high nutritional value, vitamin and mineral content. Regular consumption of kurt helps to restore beneficial intestinal microflora and is especially useful for pregnant women, children and the elderly. The traditional method of drying kurt in the open air has a number of disadvantages, such as dependence on weather conditions and low productivity. The developed convective drying unit allows solving these problems. It ensures uniform and rapid drying of kurt in controlled conditions, which improves quality and productivity. The unit is designed taking into account the principles of ease of maintenance, ease of operation and cost-effectiveness. It is affordable and cost-effective for individual entrepreneurs and small businesses. Availability, price, quality, productivity, maintainability, reliability, light weight and mobility of the equipment make it relevant for the development of small businesses in Kazakhstan. During the work, a number of tests were conducted on the performance of the drying unit. A sketch drawing was also developed, a drying unit was developed and the

optimal operating parameters of the design were selected. The resulting drying unit is promising for implementation in the production of kurt, in the conditions of individual and farm enterprises. It will improve the quality and productivity of the product, as well as create new opportunities for small and medium businesses in Kazakhstan. Also, such equipment can give impetus to local gastronomic tourism, which is becoming an increasingly popular type of tourism, as tourists are looking for unique and authentic experiences. Offering tourists the opportunity to get acquainted with the local culture through its cuisine.

Key words: national cuisine, kurt, drying unit, fermented milk products, development of small and medium businesses, drying equipment, production of kurt, drying of food products.

Сведения об авторах

Ерхан Мейрамулы Ағзам* – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: ektu_09@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7684-5089>.

Айтбек Калиевич Какимов – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Амангельды Еренғалиевич Еренғалиев – кандидат технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, ул. Глинки 20А, г. Семей, Республика Казахстан, телефон: +77052763541, e-mail: erengaliev48@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6653-9730>.

Надир Кадырович Ибрагимов – кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, ул. Глинки 20А, г. Семей, Республика Казахстан, телефон: +7 705 526 1824, e-mail: ibragimnk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-823X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Ерхан Мейрамулы Ағзам* – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: ektu_09@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7684-5089>.

Айтбек Калиевич Какимов – техника ғылымдарының докторы, «Технологиялық жабдық және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Амангельды Еренғалиевич Еренғалиев – техника ғылымдарының кандидаты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университетінің «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры, көш. Глинка 20А, Қазақстан Республикасы, Семей қ., телефон: +77052763541, e-mail: erengaliev48@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6653-9730>.

Надир Кадырович Ибрагимов – техника ғылымдарының кандидаты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университетінің «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының оқытушысы, к. Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка 20А, телефон: +7 705 526 1824, e-mail: ibragimnk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-823X>.

Information about the authors

Erkhan Agzam* – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: ektu_09@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7684-5089>.

Aitbek Kakimov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Amangeldy Yerengaliyev – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering, Shakarim University of Semey, st. Glinka 20A, Semey, Republic of Kazakhstan, e-mail: erengaliev48@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6653-9730>

Nadir Ibragimov – Candidate of Technical Sciences, teacher of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering, Shakarim University of Semey, st. Glinka 20A, Semey, Republic of Kazakhstan, e-mail: ibragimnk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-823X>.

Поступила в редакцию 19.04.2024

Поступила после доработки 27.05.2024

Принята к публикации 27.06.2024