

**Кыргызский национальный университет имени К.И. Скрябина**  
**Ошский технологический университет имени академика М.М. Адышева**

Диссертационный совет Д 05.23.682

На правах рукописи  
**УДК 631.171**

**Кочконбаева Айнагул Абдылдаевна**

**Разработка технологии и обоснование параметров рабочих органов  
установки для ферментации зерновки шалы риса**

05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

**Бишкек –2024**

Работа выполнена в Международном Узгенском институте технологии и образования Ошского технологического университета им. М.М. Адышева.

**Научный руководитель:** **Смаилов Эльтар Абламетович**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научно-исследовательского центра международного Узгенского института технологии и образования Ошского технологического университета им. М. Адышева.

**Официальные оппоненты:** **Омаров Рашит Абдыгаравович**  
доктор технических наук, заведующий лабораторией «Энергосбережение и зеленые технологии» Научно-производственного центра Агроинженерии товарищества с ограниченной ответственностью Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, г. Алматы

**Осмонканов Таалайбек Орозбекович**  
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Механизация сельского хозяйства им. Т. Орозалиева» Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябин, г. Бишкек


**Ведущая организация:** Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б.Н. Ельцина, кафедра экологии и защиты в чрезвычайных ситуациях, 720000, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Киевская 44.

Защита диссертации состоится 27 сентября 2024 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.23.682 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора (кандидата) технических наук при Кыргызском национальном аграрном университете им. К.И. Скрябина и Ошском технологическом университете по адресу: 720005, г. Бишкек, ул. Медерова, 68. Ссылка для доступа к видеоконференции защиты диссертации: <https://vc.vak.kg/b/051-ipb-gkh-tdu>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина (720005, г. Бишкек, ул. Медерова 68), Ошского технологического университета им. А. Адышева (723503, г. Ош, ул. Исанова 81) и на сайте Национальной аттестационной комиссии при Президенте Кыргызской Республики: [https://stepen.vak.kg/diss\\_sovety/d-05-23-682/](https://stepen.vak.kg/diss_sovety/d-05-23-682/)

Автореферат разослан «27» августа 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат технических наук



Токтоналиев Б.С.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Рис – уникальная сельскохозяйственная культура, возделываемая в зоне поливного земледелия: Китая, Индии, странах юго-восточной Азии, Средней Азии, России, Австралии, Америки и др. Для 50% населения земли, рис – один из главных продуктов питания, используется в пищу во всех странах мира.

Рис отличается сравнительно высокой калорийностью, содержит много без азотистых экстрактивных веществ и ниацина, сравнительно мало белка, хотя в белке довольно много незаменимых аминокислот. Содержание белка, производимого в Кыргызстане, намного выше, до 13%, тогда как по данным авторов в рисах, производимых в США не выше 7,5%, а мировой стандарт на содержание белков в мире 6,0%.

Высоким рыночным спросом оценивается рис, производимый в Узгенском и Кара-Кульджинском районах, который по цвету не белый, а от светло-буроватого до темно-коричнево-бурого цвета. А рис, производимый в Джалал-Абадской и Баткенской областях в основном на 100% белый и используется для диетических блюд в кулинарии.

Возделывание риса в Узгенском районе, отличается от других зон возделывания, техникой и своеобразной старинной дедовской технологией естественной послеуборочной доработки, которого нигде в мире нет, поэтому здесь из одного сорта риса получают три вида: (белый – бежевый; «зарча» - светло коричневый; и «даста-сарык» - темно коричневого цвета) которые значительно отличаются друг от друга качественными показателями и химическим составом.

Качественные и лечебные свойства Узгенского риса неоспоримы и высоко оценены в Японии на международной выставке по рису. Много Узгенского риса вывозится в республики Средней Азии, и в особенности в Узбекистан, Россию.

Поэтому вопросы исследования и разработки технологии, технических средств возделывания риса, с целью улучшения показателей урожайности и качества, с сохранением особенностей старинной технологии послеуборочной доработки риса, имеет важное научно-практическое и социально-экономическое значение для развития региона.

**Связь темы диссертации с научными программами.** Работа выполнялась в соответствии Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО) по программе развития потенциала Кыргызской Республики по географическим указаниям (ГУ) (№01-4/3971 от 07.10.2020) и Заказ-задания МОиН КР по теме: «Увеличение производства, улучшение качественных показателей с разработкой оригинальной технологии

послеуборочной доработки риса в Кыргызстане», 2018-2021гг., и проектом GIZ (профессиональное образование для секторов экономического роста в Центральной Азии) на 2024 год по теме: «Разработка и практическое применение новой технологии послеуборочной доработки риса в условиях юга Кыргызстана» на общую 1810810 сом (договор 2023/11,14 SAP № 83455498, № проекта 20.2217.7.-001.00).

**Цель исследования:** Разработка технологии и обоснование параметров рабочих органов установки для ферментации (паро-термической обработки) зерновки шалы риса.

**Задачи исследования:**

1. Изучить и исследовать способы естественной паро-термической обработки снопов зерновки шалы риса.
2. Анализ технологии существующей естественной технологии паро-термической обработки снопов с колосом зерновки шалы риса, выявить недостатки и указать пути ее решения.
3. Размерные характеристики снопов зерновки шалы риса.
4. Исследовать состояние растения риса до уборки, в процессе уборки, после уборки с поля, и перед укладкой в скирды.
5. Исследовать состояние снопов шалы после уборки с поля, в зависимости от продолжительности нахождения в скирде.
6. Исследовать режимы паро-термической обработки снопов шалы.
7. По результатам экспериментальных исследований рекомендовать параметры установки для паро-термической обработки снопов риса.
8. Разработка конструкции установки для паро-термической доработки снопов растения риса.

**Методика исследования:** построение рабочей гипотезы, теоретическое обоснование предложений и последующая разработка ряда следствий, вытекающих из этих предложений и сопоставление их с данными опытов. Эксперименты осуществлялись в лабораторных и полевых условиях по ОСТу 70.10.10 - 77 «Машины и оборудования для послеуборочной обработки». Результаты теоретических и экспериментальных исследований обрабатывались методом математической статистики а также с использованием компьютерного программирования.

**Научная новизна и теоретическая значимость:**

- впервые в технологии возделывания риса дана научно-обоснованная оценка качества риса в зависимости от продолжительности естественной паро-термической обработки зерновки шалы;
- впервые экспериментальными исследованиями установлено изменение влажностных параметров снопов, стебля растения и зерновки шалы риса в процессе уборки и послеуборочной обработки зерновки шалы;
- получены зависимости для обоснования параметров бункера и методика инженерного расчета параметров основных узлов;
- выведены формулы для расчета технологических параметров установки для паро-термической обработки зерновки шалы риса;

- разработана новая установка для паро-термической обработки зерновки шалы риса (патент КР № 2328 от 28.02.2023г.)

**Практическая значимость исследования:**

- рекомендованная технология с установкой для паро-термической обработки зерновки шалы риса сокращает продолжительности процесса до 1 сутки вместо, минимум 12 суток;
- не допускается гниения сырья с неприятным запахом, из-за бесконтрольности процесса естественной паро-термической обработки;
- исключается применения различных типов красителей, для искусственного создания цвета зерновки риса;

**Экономическая значимость полученных результатов.** За счет внедрения рекомендованной технологии с установкой для паро-термической обработки зерновки шалы риса решается социальный вопрос: сохраняется экологическая чистота риса без применения различных видов красителей.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Анализ оборудования применяемых для процесса ферментации (паро-термической обработки) сельскохозяйственной продукции;
2. Результаты анализа существующей технологии возделывания и технических средств уборки риса в условиях Кыргызстана;
3. Недостатки естественной паро-термической обработки зерновки шалы риса;
4. Разработка и обоснование основных параметров бункера установки для паро-термической обработки зерновки шалы риса;
5. Обоснование технологических параметров установки паро-термической обработки зерновки шалы риса;
6. Экономико-экологическая и социальная эффективность установки для паро-термической обработки зерновки шалы риса.

**Личный вклад соискателя.** На основе анализа и исследования оборудования, для процесса ферментации (паро-термической обработки) сельскохозяйственной продукции и существующей технологии возделывания и технических средств уборки риса в условиях Кыргызстана а также с учетом недостатков естественной паро-термической обработки зерновки шалы риса, разработана конструкторская документации на установку для паро-термической обработки зерновки шалы риса. Ею теоретически и экспериментально обоснованы параметры бункера установки, обоснованы технологические параметры. Произведены математические обработки полевых экспериментальных данных.

**Апробация и внедрение.** Основные положения диссертации доложены и одобрены на научно-практических конференциях МУИТО ОшТУ (2017-2022гг), На международных научно-практических конференциях ОшТУ 2018-2022гг), МКУУ (2021-2022), ОшГУ - Отчет по теме: «Увеличение производства, улучшение качественных показателей с разработкой оригинальной технологии послеуборочной доработки риса в Кыргызстане» (декабрь 2018г.), на международной конференции CWARice “Modern Technigues in Rice Breeding: Progress and Prospects in Tissue Culture” Иран, 2020г., Бишкек КНАУ им.Скрябина «Научно-практическая разработка технологии и технических

средств возделывания и производства знаменитого Узгенского риса» (2021г, декабрь), международная научно-практическая конференция «Наука, Образование, Инновации и Технологии: Оценки, Проблемы, Пути решения» посвященная 80-летию ученого-педагога Ж.Усубалиева и 30-летию Инженерной академии КР (НАН КР и институт машиноведения и автоматики, 28-29.04.2022г., Международная научно-практическая конференция «Современное состояние и перспективы развития отрасли рисоводства в обеспечении продовольственной безопасности в Кыргызстане» (КНР, 2022).

**Публикация результатов исследований.** Результаты диссертации опубликованы в 15 научных работах и 1 патент КР. В т.ч в SCOPUS 1, 8 работ в изданиях РИНЦ, 1 из них на английском языке (Китай, Пекин) из них 3 работы в журналах с импакт-фактором выше 0,2.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, списка используемых источников, включающего 125 наименований и приложения. Диссертация изложена на 181 страницах компьютерного текста, в том числе включая приложения на 31 страницах, 33 рисунка, 17 таблиц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** отражены актуальность темы, цель и задачи, объекты и предмет исследования, основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая ценность работы.

**ГЛАВА 1. Аналитический обзор.** Приведен анализ агротехники выращивания риса в Кыргызстане. Дается характеристика процесса ферментация (паро-термическая обработка) как основного этапа биотехнологического процесса. Приведена классификация процессов ферментации. Дается анализ современного состояния установок для паро-термической обработки сельскохозяйственного сырья и их назначение.

**ГЛАВА 2. Программа, материал и методика экспериментальных исследований.** Объектом исследования были районированные в Кыргызстане сорта риса «Кара-кылтырык» и «Ак-урук», выращенные на полях субъектов айыл окмота Дон-Булак, Узгенского района, Ошской области. Экспериментальные полевые исследования выполнены в 2018-2022 гг. на полях а/о Дон-Булак, и научно-производственного семеноводческого кооператива «Кыргызстан Дюбек» Узгенского района, Ошской области. Лабораторно-экспериментальные исследования проводились в лаборатории «Химии и технологии растительных веществ ИХ и фитотехнологии НАН КР и в научной лаборатории международного Узгенского института технологии и образования ОшТУ. Планирование экспериментов осуществлялись по методике С.В. Мельникова «Планирование и экспериментов в исследованиях сельскохозяйственных процессов»

Для установления габаритных размеров и объема установки, изучались высота растения риса до уборки; высота растения риса после уборки; высота растения риса оставшийся на почве; длина окружности снопов шалы; диаметры снопов шалы, при этом использовались общеизвестные методики, ГОСТы и ОСТы. Измерения температуры и влажности внутри скирды (в

нижней, средней и верхних частях скирды) со снопами зерновки шалы риса проводили специальным прибором HC 520 DIGITAL in out the thermo-hygrometer. Методика выбора средств автоматизации управления микроклиматом бункера установки включает выбор: контроллера VisionV120; датчиков для измерения температуры наружного воздуха (TGR3 / PT 1000), для измерения температуры и влажности внутри бункера (TGKH1 / PT 1000), исполнительных механизмов для управления регулирующими клапанами (электрический привод SGXGZ), а также моделирование автоматической системы и программирование контроллера. Для подачи пара использовались электрические парогенераторы STEAMTEC TOLO ULTIMATE AIO для генерации пара и автоматического поддержания температуры. Математическая обработка результатов полевых экспериментальных исследований проведена методом математической статистики и теории вероятностей. Разработка программы проведена с использованием программирования на языке высокого уровня. Экономическая оценка проведена по ГОСТу 237225-79 с использованием нормативных и справочных материалов для экономической оценки сельскохозяйственной техники а также с использованием математического моделирования экономических процессов в сельском хозяйстве.

**ГЛАВА 3. Результаты экспериментальных исследований.** В условиях юга Кыргызстана для получения качественного сырья с высокими вкусовыми свойствами уборку и послеуборочную доработку зерновки шалы производят по старинной дедовской технологии. Смысл заключается в следующем: в основном уборку производят раздельным ручным способом, а не прямым комбайнированием, скошенные ручным способом растения риса собираются в снопы, обвязываются и укладывают на край чеков. В последующем снопы загружают в транспортное средство и доставляют до места последующей обработки и укладывают их в скирды (рис. 1) и хранятся они там от 2 до 12 и более дней, что зависит от состояния влажности стебля растения риса и наружной температуры. После чего производят обмолот зерноуборочными комбайнами или специальными установками для обмолота.

В процессе хранения в скирдах происходит естественный процесс паро-термической обработки (ферментации). В зависимости от того какой по цвету и качеству хочет получить фермер рис (белый-бежевый до 3-х дней, «зарча» - светло-коричневый до 7 дней и «даста сарык» - темно коричневый, 12 и более дней). При этом одновременно изменяется химический состав зерновки риса и качественные показатели.

Недостатком существующей естественной паро-термической обработки в течении определенного промежутка времени (3-7 -10-12 и более дней) является отсутствия контроля, за состоянием происходящих биохимических и физико-химических процессов и без контролируемости всего процесса до его



Рисунок 1 - Виды скирд снопов зерновки шалы риса

окончания. Поэтому очень многие субъекты, возделывающие рис, вместо качественного сырья определенного цвета, получают сырье с неприятным запахом (гниения). Учитывая это обстоятельство, крестьянские субъекты придерживают снопы риса в скирде 3-4 дня и получают бежевый цвет риса. И они используют различные виды красок, измельченную красную глину с добавлением масла, чтобы не смывалась. Этим они наносят неповторимый вред бренду Узгенского риса. Поэтому возникает проблема автоматического регулирования процесса паро-термической обработки.

Результаты исследования влияния сброса воды с рисовых чеков перед началом уборки растения риса показали, что созревании риса стебли начинают высухать, и разные сорта риса имеют в этот период определенную влажность стебля (от 78,7 до 83,4% в зависимости от сорта), при этом зерновка шалы риса имеет влажность (от 19,3 до 22,5%).

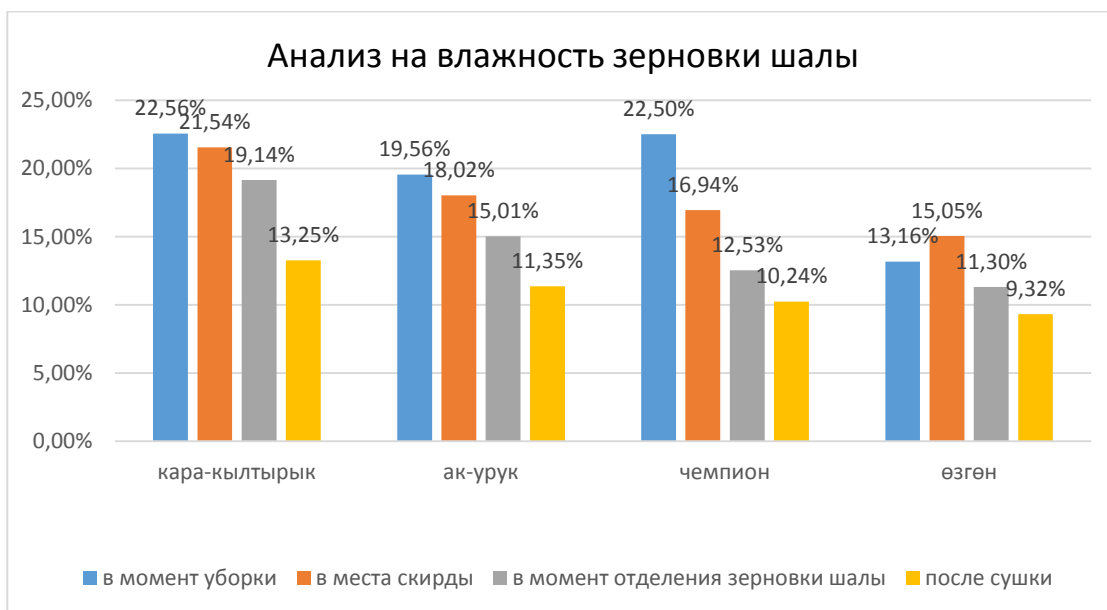


Рисунок 2 - Диаграммы изменения влажности зерновки шалы риса различных сортов в процессе уборки, сушки и естественной паро-термической обработки



Для разработки и обоснования параметров передвижной установки с автоматическим контролем протекания процесса паро-термической обработки снопов риса, нами были проведены специальные полевые экспериментальные исследования перспективных сортов риса, которые оформлены в виде диаграмм (рис.3). На основании этих данных можно подобрать габаритные параметры новой установки с учетом производительности.

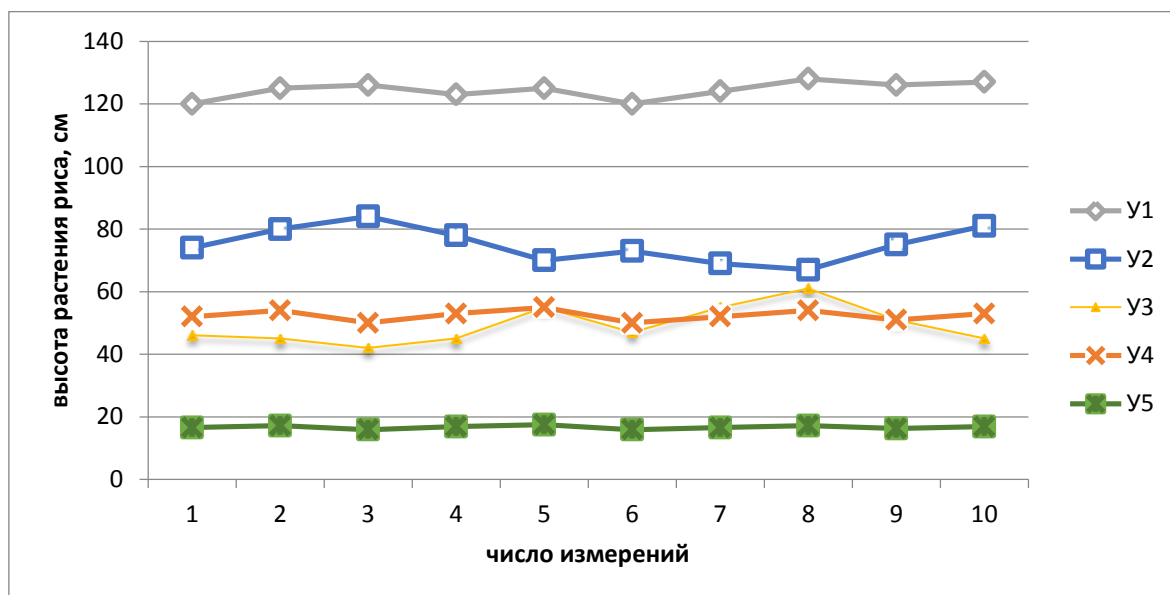


Рисунок 3 - Диаграммы измерения высота растения риса (сорт Ак-урук):  
 $Y_1 = X + 124,2$  -высота растения риса до уборки, см;  $Y_2 = X + 76,1$  -высота растения риса после уборки, см;  $Y_3 = X + 49,18$  -высота растения риса оставшийся на почве, см;  $Y_4 = X + 52,4$  -длина окружности снопов растения риса, см;  $Y_5 = X + 16,72$ ; -диаметры снопов растения риса, см.

На основании проведенных экспериментальных исследований и с учетом допустимой зоны распространения пара внутри бункера паро-термической установки, приняты соответствующие параметры установки и разработана конструктивная схема экспериментальной установки для паро-термической доработки зерновки риса (рис.4 и 5).

Проведенными полевыми экспериментальными исследованиями установлено, основные размеры бункера установки для паро-термической обработки зерновки шалы: наиболее эффективным является бункер который имеет цилиндрическую форму, диаметр которого рассчитан с учетом размерных характеристик снопов растения риса различных сортов с колосьями зерновки и составляет  $d = 250$  см, высота бункера  $h = 300$  см. Также экспериментально установлено, что средний диаметр снопов растения риса с колосьями зерновки шалы, составляет  $d_1 = 17$  см. Тогда длина окружности внутреннего объема бункера рассчитанный по общеизвестным формулам составляет  $L = 785$  см. Тогда можно рассчитать количество снопов растения риса в одном ряду бункера:

$$n_1 = L : d_1 = 785 : 17 = 46 \text{ штук снопов в одном ряду.} \quad (1)$$

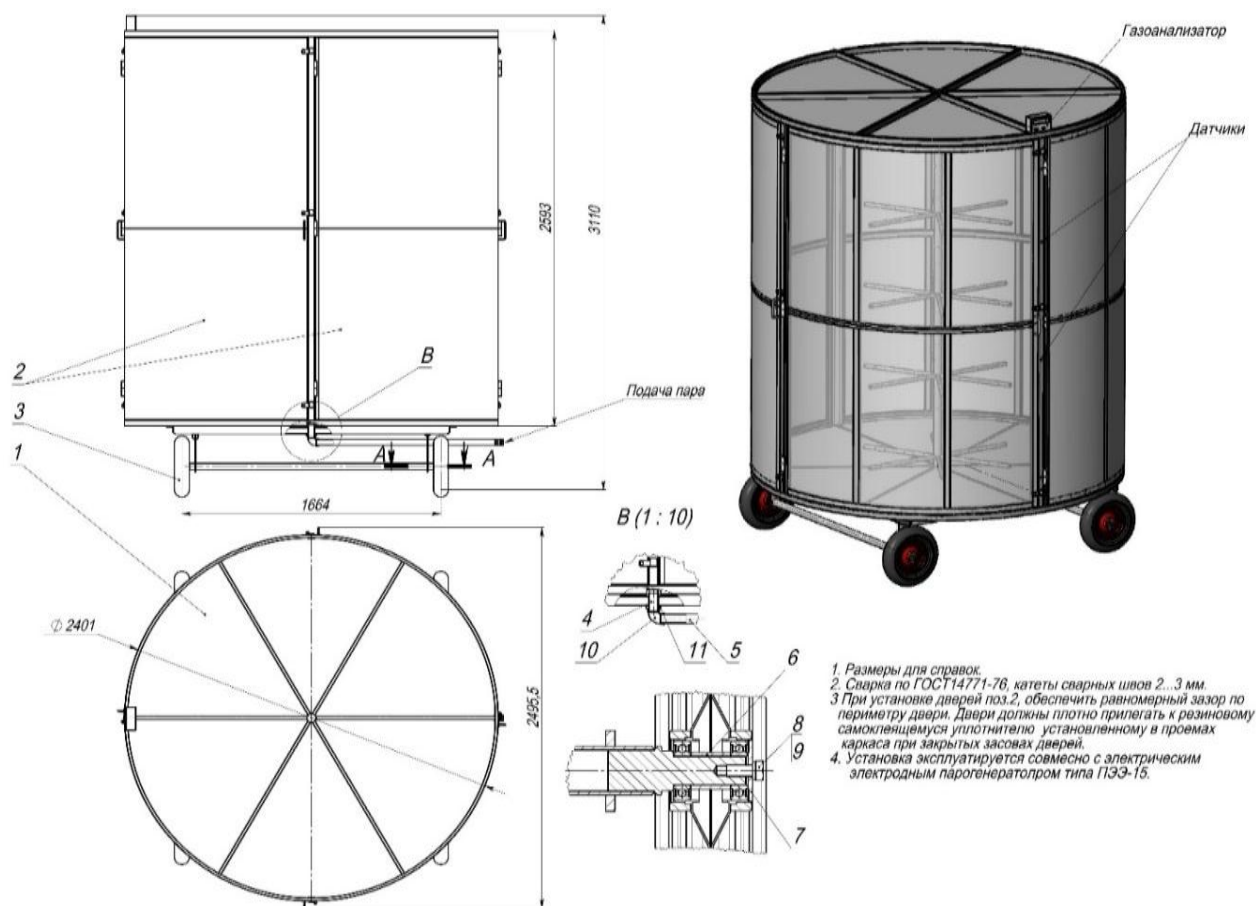


Рисунок 4 - Конструктивная схема экспериментальной установки для паротермической обработки снопов риса: 1 – каркас бункера; 2 – двери; 3 – колеса установки; В – клапанный узел для подачи пара; А-А – ось колес.

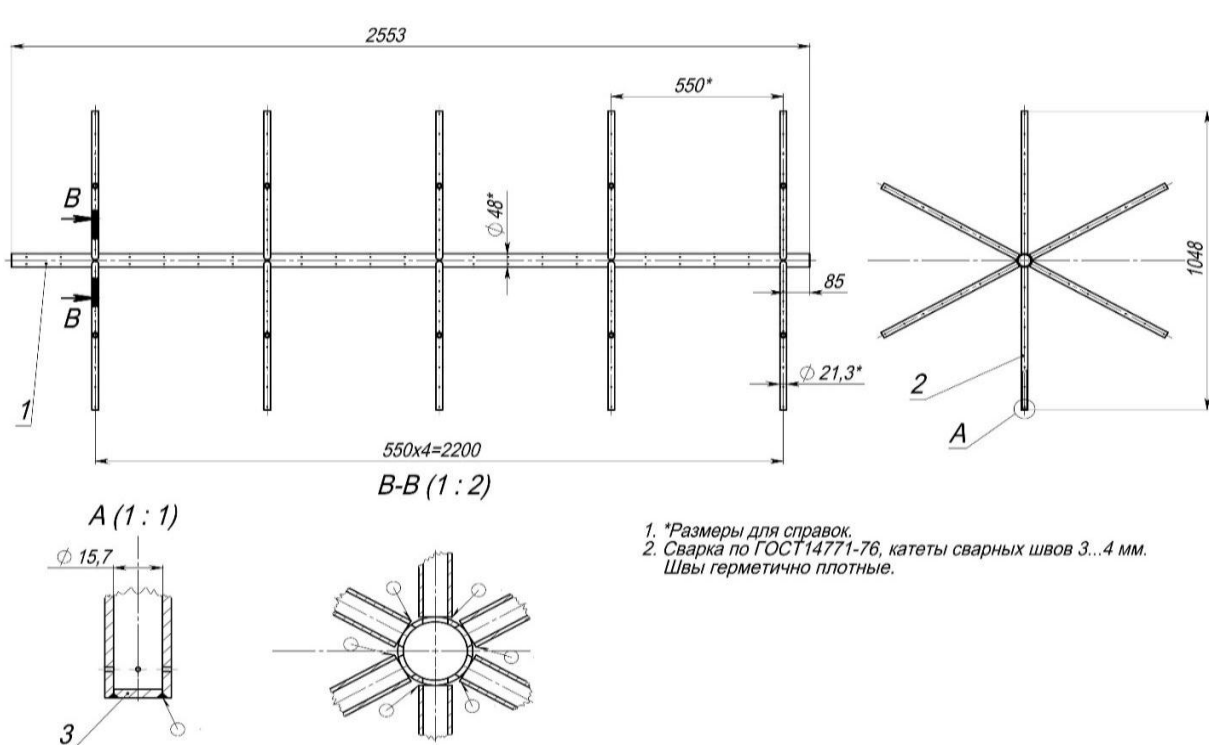


Рисунок 5 - Сборочный чертеж паропровода: 1 – центральная труба подачи пара; 2 – периферийные трубы для подачи пара (6 шт.); 3- заглушка.

Количество рядов снопов растения риса в бункере, рассчитывается по формуле (2)

$$N_2 = h : d_1 ; \quad (2)$$

где  $h$  высота бункера;  $d_1$  – средний диаметр снопов.

Количество снопов растения риса в бункере, определяется по формуле (3)

$$N = n_1 N_2 ; \quad (3)$$

где  $n_1$  - количество снопов растения риса в одном ряду бункера, шт.;

$N_2$  - количество рядов снопов растения риса в бункере, шт.

Количество стеблей в одном снопе, определяем по формуле (4)

$$N_5 = N_3 N_4 ; \quad (4)$$

где  $N_3$  - количество кустов в одном снопе, шт;  $N_4$  - Среднее количество стеблей в 1 кусте, шт.

Количество зерновок шалы в 1-ой снопе, рассчитываем по формуле (5)

$$Z_c = N_5 N_6 ; \quad (5)$$

где  $N_5$  - количество стеблей в одном снопе, шт;  $N_6$  - Среднее количество зерновок шалы в 1 стебле, шт.

Для определения среднего количества зерновок шалы в 1 стебле, (шт.) проводили специальные полевые экспериментальные исследования. Среднее количество их у сорта «Ак-урук» составляет 79 шт. соответственно у сортов «Кара-кылтырык» и «Чемпион» они составляют 74 и 69 шт.

Вес зерновок шалы в 1 снопе, определяем по формуле (6)

$$G = G_1 Z_c ; \quad (6)$$

где  $G_1$  - средний вес 1000 зерен шалы, г;  $Z_c$  - количество зерновок шалы в 1-ой снопе, шт.

Вес зерновок шалы в бункере, определяем по формуле (7)

$$G_2 = N G ; \quad (7)$$

где  $N$  - количество снопов растения риса в бункере, шт;  $G$  - Вес зерновок шалы в 1 снопе, кг.

Таблица 1. Методика инженерного расчета и значение параметров основных узлов установки для паро-термической обработки зерновки шалы риса

№ п/п	Параметры	Формула	Значение
1.	Параметры бункера: Высота, см	Экспериментально	300
	Диаметр, см	Экспериментально	250
	Диаметр снопов риса, см	экспериментально	17
2.	Длина окружности внутреннего объема бункера, см	$L = \pi d$	785
3.	Количество снопов растения риса в одном ряду бункера, шт.	$n_1 = L : d_1$	46
4.	Количество рядов снопов растения риса в бункере, шт.	$N_2 = h : d_1$	18

5.	Количество снопов растения риса в бункере, шт.	$N = n_1 N_2$	828
6.	Количество кустов в одном снопе, шт. ( $N_3$ ) К-кылтырык	экспериментально	289-300
7.	Среднее количество стеблей в 1 кусте, шт. (Кара-кылтырык) $N_4$	экспериментально	3
8.	Количество стеблей в одном снопе, шт.	$N_5 = N_3 N_4$	867-900
8.	Среднее количество зерновок шалы в 1 стебле, шт. ( $N_6$ )	экспериментально	75
9.	Количество зерновок шалы в 1-ой снопе, шт. ( $3_c$ )	$3_c = N_5 N_6$	67500
10.	Сред. вес 1000 зерен шалы, г ( $G_1$ )	экспериментально	31,1
11.	Вес зерновок шалы в 1 снопе, кг	$G = G_1 3_c$	2,1
12.	Вес зерновок шалы в бункере, кг	$G_2 = N G$	1740
13.	Производительность, кг/час		174

Для обоснования технологических параметров установки паро-термической доработки зерновки шалы нами теоретически обоснованы поведение пара и нагретого воздуха в процессе паро-термической обработки. Известно, что в  $1\text{ м}^3$  пространства при данном давлении или же данной температуре может поместиться только вполне определенное, максимальное количество пара. Такой пар называется насыщенным. При уменьшении объема часть насыщенного пара переходит в воду, при увеличении образуется из воды такой же пар. Таким образом, давление насыщенного пара определяется только его температурой.

Связь между давлением  $p_n$  и температурой  $T$  насыщенного пара  $T = f(p_n)$  определяется по таблицам. Давление  $p$  и температура  $T$  ненасыщенного и перегретого пара уже зависят от объема и приблизительно следуют закону Мариотта, как это принимается в теории паро-термических установок, т.е.

$$pV = RT, \quad (8)$$

где  $R = 47,06$ , если  $p$  дано в килограммах на  $1\text{ м}^2$ , или  $R = 2,153$ , если  $p$  дано в миллиметрах ртутного столба.

Пользуясь экспериментальными данными для насыщенного пара в виде кривой  $T = f(p_n)$ , можно приблизительно вычислить по формуле Мариотта для насыщенного пара.

1. Объем (кубических метрах) 1 кг воды в виде насыщенного пара при температуре насыщения:

$$V = RT \div p_n. \quad (9)$$

2. Вес (в килограммах) насыщенного пара в  $1\text{ м}^3$ ,

$$Y = 1 \div V = p_n \div RT, \quad (10)$$

Последняя величина вместе с тем определяется максимальное количество пара, которое может вместиться в  $1\text{ м}^3$  при данной температуре  $t$ , когда давление пара будет равно  $p_n$ . В случае нагретого пара, т.е. когда  $t_{nep} > t$  и общее давление смеси равно  $B$ , вмещается меньшее количество пара, чем при

насыщении. Например, при давлении, равном 745 мм ртутного столба (10128 мм водяного) столба, и  $t_{пер} = 130^\circ\text{C}$  может вместиться как максимум:

$$Y_{\text{макс}} = B \div RT = 10128 \div 47,06 (273 + 130) = 0,53 \text{ кг}, \quad (11)$$

Тогда как при  $H = 760$  мм и  $99,4^\circ\text{C}$  вмещается в  $1 \text{ м}^3$  0,585 кг насыщенного пара. На рис.8 представлена диаграмма зависимости температуры перегретого пара и содержания в ней килограмм насыщенного пара, в диапазоне проводимых наших экспериментальных исследований.

В том случае, когда в данном объеме, кроме пара, находится воздух, прибавляется только давление воздуха к давлению пара. Смесь ненасыщенного или перегретого пара с воздухом, как считается в теории паро-термических установок, следует закону Мариотта.

Если  $B$  есть общее давление общей смеси пара и воздуха,  $p_n$  – давление насыщенного пара при температуре  $t$ , то отношение  $\varphi = \frac{Y}{Y_{\text{макс}}} = P_n \div P_n$  называется относительной влажностью смеси для ненасыщенного пара, а  $P_n = \varphi P_n$  – парциальным давлением воздуха.

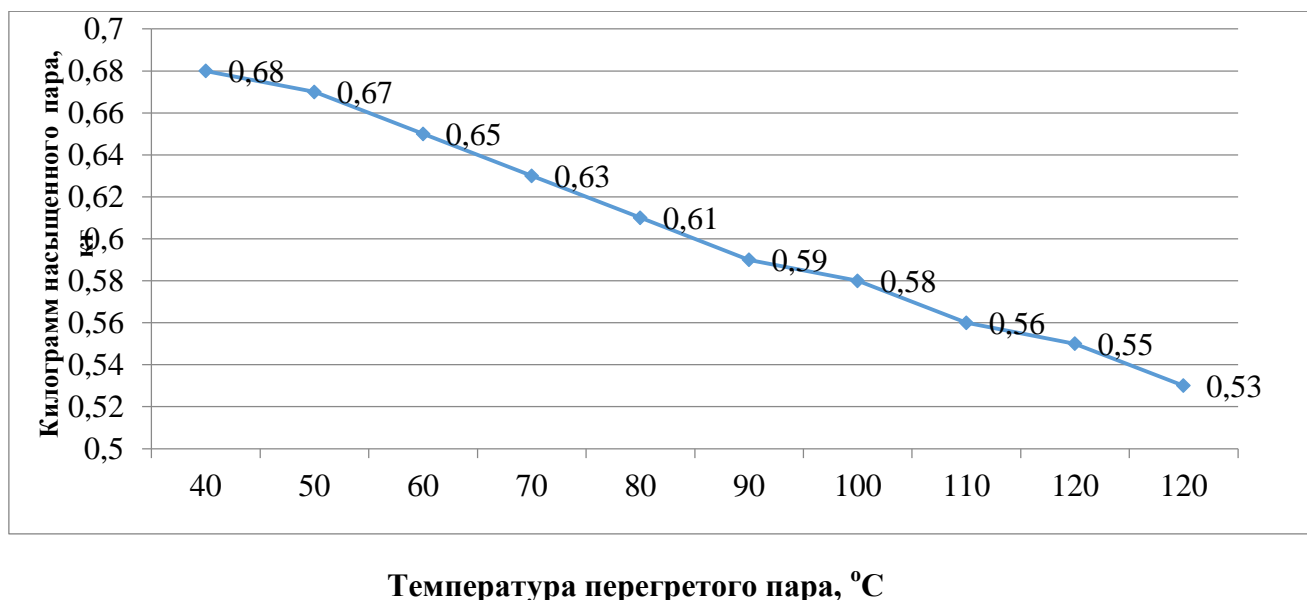


Рисунок 6 - Диаграмма зависимости насыщенного пара от ее температуры

В случае перегретого пара ( $t_{пер} > t$ ) парциальное давление пара  $P_n = \varphi B$ , так как максимальное давление перегретого пара при температуре  $T$  может быть равно общему давлению  $B$  (чистый пар без воздуха). Вообще для перегретого пара надо всюду вместо  $P_n$  ставить  $B$ .

Если считать, что пар, подобно воздуху, подчиняется закону Мариотта – Гей-Люссака, то для данного общего объема смеси  $V \text{ м}^3$  при весе сухого воздуха  $Y \text{ кг}$  и пара  $X \text{ кг}$  имеем уравнение:  
для сухого воздуха

$$(B - \varphi P_n) V = 2,153 Y T; \quad (12)$$

для пара

$$\varphi P_n v = 3,46 X T; \quad (13)$$

для смеси влажного воздуха

$$X + Y = 0,465 B - 0,176 V \div T = (0,465 B - 0,176 \varphi P_n) V \div T; \quad (14)$$

или

$$BV = (X - Y) R' T, \text{ где } R' = 2,153 \div 1 - 0,378 \varphi P_n \div B, \quad (15)$$

Используя формул 13-15, которые являются основными при расчетах пара и ее смеси.

Так, например, в 1 м<sup>3</sup> смеси содержится пара:

$$X \div V = X \div 1 = 1 \div 3,46 \times \varphi P_n \div T = 0,289 \varphi P_n \div T; \quad (16)$$

т.е. количество пара, которое может поместиться в данном объеме установки паро-термической доработки, зависит только от температуры  $T$ .

Очевидно, что удельный вес сухого воздуха  $Y_v$ , пара  $Y_n$ , смеси  $Y_{см}$  равны:

$$Y_v = Y \div V = B - \varphi P_n \div 2,15T, \quad (17)$$

$$Y_n = X \div V = \varphi P_n \div 3,46T, \quad (18)$$

$$Y_{см} = X + T \div V = B - 0,289 \varphi P_n \div 2,15T \quad (19)$$

Удельный вес 1 м<sup>3</sup> насыщенного пара приблизительно, но достаточно точно равен 0,623 при воздухе, равном 1. Отсюда, насыщенный пар без воздуха легче, чем смесь пара и воздуха при том же общем давлении и температуре, а эта смесь легче воздуха.

Но если температура смеси понизится, то относительный вес ее может сравниться с весом горячей смеси или даже быть больше ее. Поэтому образовавшийся в установке пар будет опускаться только тогда, когда температура еще достаточно понизится, а так как горячий воздух, входящий в установку, охлаждается при поглощении влаги, то холодный воздух стремится вниз. Отсюда, естественно, распространение смеси воздуха и пара в установке необходимо считать сверху вниз, т.е. впускать смесь в установку сверху, выпускать снизу.

В 1 кг смеси воздуха при 40 °С вмещается 48,9 г воды при полном насыщении. При 80 °С вмещается 193 г при 5-% насыщении. Поэтому при охлаждении с 80 °С при 50% влажности до 40 °С осаждается 144,1 г воды.

Так как объем воздуха и пара изменяются с температурой, то принято относить все величины к 1 кг сухого воздуха:

$$x = X \div Y \times 0,289 \varphi P_n \div 3,46 (B - \varphi P_n) = 0,622 \varphi P_n \div (B - \varphi P_n). \quad (20)$$

Для перегретого пара, эта зависимость будет

$$x = 0,622 \varphi \div 1 - \varphi, \quad (21)$$

При этом парциальное давление пара, будет равно

$$\varphi P_n = Bx \div 0,622 + x. \quad (22)$$

Парциальное давление воздуха, будет

$$B - \varphi P_n = 0,622 B \div 0,622 + x. \quad (23)$$

$B = \text{const}$ , зависит только от  $x$  и не зависит от температуры.

Отсюда видно, что парциальное давление воздуха или пара при  $P_n$  есть функция температуры, то для каждой температуры можно определить  $\varphi$ , т.е.  $\varphi$  будет иметь различное значение для различных температур. Максимальное возможное содержание пара при заданной температуре ( $t$ ), а следовательно, и  $P_n$  для  $\varphi = 1$  равно:

$$X_{\text{макс}} = 0,622 P_n \div B - P_n. \quad (24)$$

Общий объем смеси  $(1 + x)$  кг. Общий объем смеси, содержащийся 1 кг сухого воздуха,

$$V \div Y - 1 = 2,153 T \div B - \varphi P_n. \quad (25)$$

Так как удельный вес воздуха приблизительно равен 1, то число кубических метров воздуха близка числу килограммов.

Количество тепла смеси принято относить к 0 °С воды. Так как удельная теплота воздуха (количество калорий в 1 кг сухого воздуха) равна 0,24 калорий, а пара – 0,46 калорий, то внутренняя энергия (теплосодержание) 1 кг сухого воздуха при  $t$  °С равна  $0,24 t$ , а пара  $595 + 0,46 t$ , где 595 есть так называемая скрытая теплота парообразования.

Теплосодержание смеси  $(1 + x)$  кг, т.е. внутренняя энергия этой смеси

$$i = 0,24 t + (595 + 0,46 t) x = 0,24 + 0,46x + 595x, \quad (26)$$

или

$$i = 0,24 t + (595 + 0,46 t) x \times 0,622 \varphi P_n \div B - \varphi P_n \quad (27)$$

или

$$i = 0,24 t + (370 + 0,286 t) \times \varphi P_n \div B - \varphi P_n. \quad (28)$$

Например, для испарения 1 кг воды при 55 °С нужно  $595 + 0,46 t \approx 620$  калорий. Эта есть наименьший расход тепла при 55 °С.

В 1 кг сухого воздуха при  $t$  °С содержится 0,24  $t$  калорий. Такое же количество тепла может содержаться в  $(1 + x)$  кг смеси при  $\varphi = 1$ , если температура ее будет  $t_{\text{мин}}$ , т.е.:

$$0,24 t = 0,24 t_{\text{мин}} + (379 + 0,286 t_{\text{мин}}) \times P_n \div B - P_n, \quad (29)$$

где,  $P_n$  - функция  $t_{\text{мин}}$ . Температура  $t_{\text{мин}}$  есть крайний предел понижения температуры в паро-термической установке, при  $i = \text{const}$ .

То, что удельная теплота сухого воздуха (0,24) почти в двое ниже удельной теплоты пара (0,46), оказывает весьма существенное влияние на процесс паро-термической обработки. Действительно наружный воздух при малой начальной температуре и малом влагосодержании после нагрева становится очень сухим. Поэтому при встрече с сырым материалом воздух пересушивает его и сам сильно охлаждается вследствие своей малой теплоемкости. При дальнейшем движении воздух подходит к следующим частям растения риса, уже совершенно лишившись своей поглотительной способности, вследствие чего паро-термическая обработка становится крайне неравномерной. Водяные же пары в воздухе внутри бункера увеличивают ее теплоемкость, задерживают слишком быстрое охлаждение и в то же время устраняют пересушивание зерновки шалы.

Чтобы по влажности снопов растения риса до паро-термической обработки и после ее завершения определить все количество влаги  $X$  затраченной для паро-термической обработки, можно использовать следующие формулы 30 и 31.

Если  $G_1$  и  $G_2$  -общий вес снопов растения риса с зерновкой до и после паро-термической обработки,  $G_c$  – вес зерновки риса, стандартной влажности для последующей доработки с целью получения риса, то:

$$G_c = G_1 (1 - 0,01 \omega_1) = G_2 (1 - 0,01 \omega_2); \quad (30)$$

$$X = G_1 - G_2.$$

Отсюда

$$X \div G_1 = 1 - 1 - 0,01 \omega_1 \div 1 - 0,01 \omega_2 = 0,01 (\omega_1 - \omega_2) \div 1 - 0,01 \omega_2; \quad (31)$$

$$X + G_2 = 0,01 (\omega_1 - \omega_2) \div 1 - 0,01 \omega_1; \quad (32)$$

$$X \div G_c = 1 \div 1 - 0,01 \omega_1 - 1 \div 1 - 0,01 \omega_2 = 0,01 (\omega_1 - \omega_2) \div (1 - 0,01 \omega_1) \times (1 - 0,01 \omega_2). \quad (33)$$

Эти формулы 30 -33 удобны для расчета сушки зерна после паротермической обработки, так как часть зерна теряется после сушки и  $G_2$  остается неопределенным. Конечное влагосодержание зерновки шалы не должно превышать 0,15%. Уменьшение влагосодержания ниже воздушно-сухого, бесполезно, неэффективно, может привести к дополнительным расходам и снижению качества конечного продукта.

При паротермической обработке достигается эффективный подвод тепла к сырью в виде пара, легко проникающего в межклеточное пространство, где конденсируется, отдавая тепло с требуемой равномерностью, углубляя зону обработки. Паро-термическая обработка позволяет за короткий промежуток времени повысить температуру материала, увеличить коэффициент диффузии влаги.

Наибольшие изменения в окраске сырья происходит при температурах 40-45 °С. Дальнейшее увеличение этого показателя создают благоприятные условия для фиксации окраски сырья, которая в процессе последующего повышения не изменяется. Поэтому, важным в этом вопросе является обеспечения контроля над параметрами процесса паро-термической обработки.

Анализ полученных экспериментов позволил установить особенности паротермической обработки. Наибольшие изменения в окраске снопов и зерновки шалы риса происходят при температуре 40-45 °С. С увеличением значения этого показателя создаются благоприятные условия для фиксации окраски риса. Наилучшие результаты были получены при  $t_c = 80-85$  °С,  $t_m = 80-82$  °С.

Данные, по качественной оценке, полученного сырья, и формированию окраски свидетельствуют о том, что при указанных параметрах сырьё лучшими технологическими свойствами.

Совместное рассмотрение температурных и кривых паротермической доработке риса определило особенности формирования их окраски при различных режимах. Режим, где  $t_c = 80-85$  °С:  $t_m = 80-82$  °С принято называть «мокрым», а режим, где  $t_c = 40-60$  °С;  $t_m = 42-45$  °С - «сухим».

Установлено, что концентрация массы снопов растения риса и скорость движения паровоздушной смеси влияют на продолжительность прогревания риса до заданной температуры и массу воды, образующейся между слоями снопов. Чем выше концентрация плотности снопов риса, тем более длителен процесс прогревания и меньше масса воды, испаряемого из межлистного пространства.

Если выделившаяся вода из межслойного пространства не будет удалена своевременно, возможно усиление риска снижения товарного качества сырья.



Для исключения выявленного явления рекомендовано послеуборочную обработку проводить в два этапа. На первом этапе температура паровоздушной смеси должна быть  $t \geq 100$  °С, а её влагосодержание -  $d \geq 250$  г/м<sup>3</sup>, скорость движения воздуха  $v \geq 0,3$  м/с, время продувания  $m = 15$  мин.

На втором этапе при той же температуре, скорости движения воздуха и продолжительности обработки быстро снижается влагосодержание смеси до 40-50 г/м<sup>3</sup> за счет отключения острого пара с высокой температурой.

Для приблизительного расчета кинетики теплообмена установлена зависимость между критерием Ребиндера и влагосодержанием риса, которая может быть описана уравнением вида:

$$R_b = - 1,7_{exp}[-0,65(u_1-u_2)], \quad (34)$$

где  $R_b$ - критерий Ребиндера, представляющий собой соотношение теплоты на нагревание риса к теплоте на испарение влаги;

-1.7 и -0.65 - эмпирические коэффициенты;

$u_1$  - влагосодержание риса до обработки;

$u_2$  - влагосодержание риса после обработки.

Полученная зависимость  $R_b$  от влагосодержания позволяет рассчитать температуру материала в любой момент падающей скорости суши.

Исходя из уравнений материального и теплового балансов процесса паро-термической обработки, выведена формула для расчета расхода пара на проведение процесса в расчете на единицу площади бункера экспериментальной установки камеры:

$$\frac{Cr}{F} = 0,1d - 0,556 \frac{m_T}{F} * l^{-10,47d} \quad (35)$$

где  $Cr$  - массовый расход пара, кг/с:

$F$  - площадь основания камеры, м<sup>2</sup>

$d$  - влагосодержание воздуха г/кг:

$u_1$ - влагосодержание зерновки риса после обработки:  $m_i$  - масса риса, кг:

$m_T$  - основание натурального логарифма.

При этом полученная экспериментальная кривая была аппроксимирована уравнением:

$$\frac{\Delta U}{T} = 289,2 * L^{-10,47} \quad (36)$$

где  $U$  - влагосодержание снопов риса, кг/кг:

$t$  - время, с.

Математическая обработка результатов исследований с помощью программы гиперболической регрессии позволила получить следующую зависимость для определения продолжительности процесса паро-термической доработки снопов риса, при  $100 \geq t \geq 40$  °С

$$T = A + B + \frac{1}{u} \quad (37),$$

где  $T$  – продолжительность паро-термической обработки, час;

$A$  и  $B$  -эмпирические коэффициенты;  $U$  - влагосодержание, кг/кг.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что влагосодержание зерновки шалы перед началом паро-термической обработки составляет 1,1 кг/кг, а стебля с метелкой 4,54 кг/кг, после паро-термической

обработки соответственно 1,3 и 3,0 кг/кг, что свидетельствует о повышении влагосодержания зерновки шалы за счет набухания кожуры и перехода микроэлементов в зерновку риса. Из данных табл.3. видно, что при поддержании температуры внутри бункера паро-термической установки, продолжительность процесса составляет 19,64 часа, а при повышении температуры до 60 °С и выше продолжительность ее сокращается.

Таблица 2. Эмпирические коэффициенты и продолжительность паро-термической обработки

Температура паро-термической обработки, °С	Значения эмпирических коэффициентов		Продолжительность паро-термической обработки, час	
	A	B	Зерновки риса	Стебля растения риса
40	18.57	1,24	19,64	20,03
60	5,01	4,10	9,26	9,33
80	3.01	5.10	8,26	8,33
100	1.125	6,10	7,38	7,45

Однако, по результатам исследований предпочтение нужно отдать «мокрому» режиму, который обеспечивает наилучшую фиксацию цвета и быстрому переходу микроэлементов из кожуры в зерновку шалы риса, близкого по значению ферментированного рисового сырья.

На рис. 9. приведены результаты лабораторных исследований изменения влажности стебля и зерновки шалы растения риса в зависимости от продолжительности, паро-термической обработке на экспериментальной установке.

Процесс паро-термической обработки зерновки шалы риса осуществляется в три фазы. Задачей первой фазы паро-термической обработки является подъем температуры воздуха и снопов растения риса находящихся в камере до 55°С (рис.7).

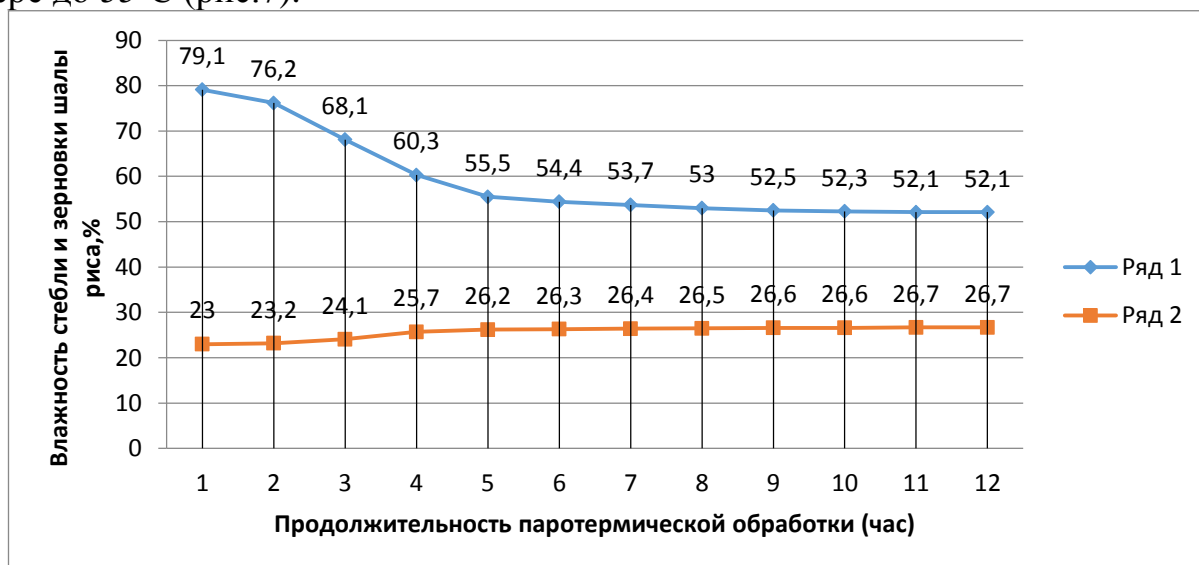


Рисунок 7 - Диаграмма изменения влажности стебля и зерновки шалы растения риса от продолжительности паро-термической обработке на установке ( $t = 55^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха  $W = 65-70\%$ )

В этой фазе загруженное в бункер снопы стеблей с колосьями зерновки шалы риса, прогревается до предельной температуры, предусмотренной режимом паро-термической обработки ( $55^{\circ}\text{C}$ ) и приводится в равномерное состояние окружающим воздухом. В этот период рекомендуется быстрый (в течение 1-2 часа), но равномерный подъем температуры воздуха в камере. Для того чтобы ускорить прогревание до  $50-55^{\circ}\text{C}$  при  $55$ -градусном режиме, температуру воздуха в бункере повышают до  $60-65^{\circ}\text{C}$  до момента достижения сырьем температуры режима. При прогревании сырья разность между температурой воздуха бункера и сырья не должна превышать  $9-10^{\circ}\text{C}$ .

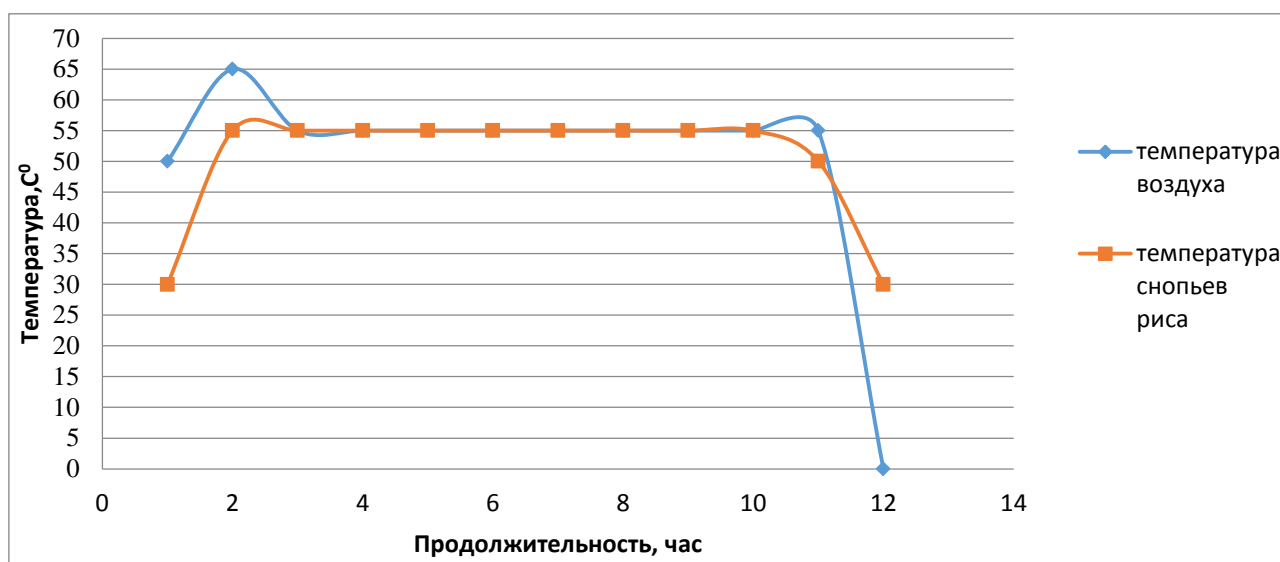


Рисунок 8.  $55$  – градусный режим паро-термической обработки.

Относительная влажность воздуха в первой фазе регулируется в зависимости от влажности стеблей растения риса и поддерживается на уровне, не допускающем пересыхания периферических слоев в снопах. Для снопов, поступающих на паро-термическую обработку с влажностью (13-20%), устанавливается и поддерживается относительная влажность воздуха 65-75%, для кип с повышенной влажностью (20-23%) - 50-55%.

Второй период ферментации (вторая фаза) обуславливает качество получаемого сырья. Наступление второй фазы процесса характеризуется постоянным поддержанием температуры в бункере ( $55^{\circ}\text{C}$  и влажности на

уровне 60-65%) нагреванием снопов стеблей растения риса с колосьями зерновки шалы риса. зерновки шалы риса влажность воздуха в бункере вновь повышают до 70%. Конец паро-термической обработки определяется по внешнему виду сырья (эластичность, цвет, запах), аналитическими путем в лабораторных условиях. Охлаждение воздуха бункера и снопов стеблей растения риса с колосьями зерновки шалы риса, проводят путем постепенного проветривания бункера.

**Глава 4. Экономическая эффективность технологии и установки для паро-термической доработки зерновки шалы риса.** Стоимость установки составила 670,6 тыс. сомов, с учетом стоимости приборов автоматики и парообразователя. Сезонная сумма затрат с учетом амортизационных отчислений составила 251.3 тыс. сомов. Себестоимость 1 тонны паро-термической обработки зерновки шалы риса на установке 1,2 тыс. сомов. Высокая экономическая эффективность установки для паро-термической обработки зерновки шалы риса, подтверждается высокой годовой прибылью (не менее 3,3 млн. сомов) и минимальным сроком окупаемости (1 год).

### **ВЫВОДЫ**

1. Известные аппараты для паро-термической обработки сельскохозяйственного сырья, в основном применяются для очистки корнеплодов от кожуры, для снятия кожицы томатов, картофеля. Ферментация чая, табака применяется для обработки и получения готового полуфабриката. Она наиболее близка к процессам паро-термической обработки зерновки шалы риса.

2. На основании проведенных полевых экспериментальных исследований установлены основные параметры бункера установки для паро-термической доработки зерновки риса и на основе их разработана конструктивная схема экспериментальной установки.

3. Теоретически обоснована поведение пара и нагретого воздуха в процессе паро-термической обработки. Получена диаграмма зависимости температуры перегретого пара и содержания в ней килограмм насыщенного пара. Установлено, что количество пара, которое может поместиться в данном объеме установки паро-термической доработки, зависит только от температуры.

4. Получены формулы удобные для расчета сушки зерновки шалы риса после паро-термической обработки. Установлено что конечное влагосодержание зерновки шалы не должно превышать 0,15%. Уменьшение влагосодержания ниже воздушно-сухого, бесполезно, неэффективно, может привести к дополнительным расходам и снижению качества конечного продукта.

5. Результатами экспериментальных исследований продолжительность паро-термической обработки в зависимости от температуры пара в бункере установки составляет от 8 до 20 часов.

6. Высокая экономическая эффективность установки для паро-термической обработки зерновки шалы риса, подтверждается высокой годовой прибылью (не менее 3,3 млн. сомов) и минимальным сроком окупаемости (1 год).

7. Новизна и потребность данной работы подтверждается Патентом №2328 КР «Передвижное устройство паро-термической обработки снопов риса» и проектом ГИЗ на 2024 год по теме: «Разработка и практическое

применение новой технологии послеуборочной доработки риса в условиях юга Кыргызстана» на общую сумму 1810810 сом (договор 2023/11,14 SAP № 83455498, № проекта 20.2217.7.-001.00).

### **Список опубликованных работ по теме диссертации**

1. Кочконбаева, А.А. Механизация возделывания и производство риса в странах центральной и западной Азии [Текст] / [Э.А.Смаилов, Р.Н.Арапбаев, А.А.Кочконбаева и др]. – Бишкек: ННТИ И Кыргызстана, № 6, 2018. – С.9-17. <http://www.science-journal.kg>, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36423539>
2. Кочконбаева, А.А. Перспективы развития механизированной технологии возделывания риса в Узбекистане [Текст] / [Э.А.Смаилов, М.А.Саттаров, Кочконбаева А.А. и др]. – Бишкек: ННТИ И Кыргызстана, № 1, 2019. – С.8-16. <http://www.science-journal.kg>, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36423539>
3. Кочконбаева, А.А. К вопросу агротехники выращивания риса в Кыргызстане [Текст] / Ж.Т.Самиева, А.А.Кочконбаева, Дарыбек у. Дилафар – Бишкек: Известия Вузов Кыргызстана, № 3, 2020. – С.53-56. <http://www.science-journal.kg>, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45543580>
4. Кочконбаева, А.А. Технология и технические средства для уборки риса в условиях, Кыргызстана [Текст]/Арапбаев Р.Н., А.А. Кочконбаева, М.О. Эргашов. –Бишкек: Известия Вузов Кыргызстана, № 3, 2020. – С.10-19. <http://www.science-journal.kg>, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45543580>
5. Кочконбаева, А.А. Недостатки и пути улучшения существующей технология естественной паро-термической доработки снопов риса [Текст] /Э.А.Смаилов, А.А.Кочконбаева, М. Жороева. – Бишкек: НПЖ ИА КР, №23, 16.11.2021. – С.26-34.
6. Кочконбаева, А.А. Анализ существующей технологии естественной паро-термической обработки снопов с колосом зерновки риса [Текст] /Э.А.Смаилов, А.А.Кочконбаева, М. Жороева. – Бишкек: ННТИКР, № 4, 2021. – С.244-250. <http://www.science-journal.kg>, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36423539>
7. Кочконбаева, А.А. К вопросу разработки установки для паротермической обработки снопов растения риса [Текст] [Э.А.Смаилов, А.А.Кочконбаева, М. Т.Атамкулова и др.]– Ош: Известия ОшТУ, №1, 2022. – С.221-229. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49861230>
8. Кочконбаева, А.А. К вопросу управления микроклиматом в установке для паротермической обработки снопов растения риса [Текст] [Э.А.Смаилов, А.А. Кочконбаева, М. Т. Атамкулова и др.]– Ош: Известия ОшТУ, №1, 2022. – С.231-239. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49861230>
9. Кочконбаева, А.А. Технология естественной паро-термической обработки снопов с колосом зерновки риса [Текст] /Э.А. Смаилов, А.А. Кочконбаева, М.Т. Атамкулова. – Ош: МНЖ МКУУ Наука. Образование. Техника, № 3(72), 2021. – С.50-58. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26193315>
10. Кочконбаева, А.А. Обоснования основных параметров бункера установки для паротермической обработки снопов растения риса [Текст] /Э.А.Смаилов, А.А.Кочконбаева, М.Т.Атамкулова. –Барнаул: Вестник АГАУ, № 5(211), 2022. – С.101-107. <http://vestnik.asau.ru>

11. Кочконбаева, А.А. Обоснования технологических параметров установки паротермической доработки зерновки шалы [Текст] /Э.А.Смаилов, Р.Н. Арапбаев, А.А. Кочконбаева и др.. –Ош: межд.научн.журнал Наука Образование Техника, МКУУ, №3, 2022. –С.59-65. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26193315>

12. Кочконбаева, А.А. Старинная технология естественной паротермической обработки снопов зерновки риса [Текст] / Э.А.Смаилов, Р.Н. Арапбаев, А.А. Кочконбаева. – Джизак: ДГПУ (Узбекистан), матер.межд.науч. практ. конф. «Культурное наследие народов Евразии: Современные исследования, проблемы и методы обучения», ч.2, 2022. – С.230-236.

13. Kochkonbaeva, A.A. Prospects for the development of the rice industry in ensuring food security in Kyrgyzstan [Текст]/ E.A.Smailov, N.K. Tashmatova, A.A. Kochkonbaeva.– Beijing, China, Scientific research of the sco countries: synergy and integration, Proceedings of the International Conference, December, 2022. - p.80-88.

14. Патент №2328 КР «Передвижное устройство паро-термической обработки снопов риса, от 28.02.2023 г. [https://base.patent.kg/iz.php?action=search\\_list&f000=3732](https://base.patent.kg/iz.php?action=search_list&f000=3732)

15. Eltar A. Smailov, Ruslanbek N. Arapbaev, Ainagul A. Kochkonbaeva, Zhyrgal T. Samieva and Nurila K. Tashmatova<sup>1</sup>. Formation of New Mechanisms for Sustainable Development of the Rice Farming in Kyrgyzstan. - «Sustainable Development of the Agrarian Economy Based on Digital Technologies an Smart Innovations», серии «Advances in Science, Technology & Innovation - IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development», 2023. – С.3-7. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-51272-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-51272-8_1).



**Кочконбаева Айнагүл Абдылдаевнанын 05.20.01 - айыл чарбасынын механизациялоонун технологиялары жана каражаттары адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденип алуу үчүн «Күрүч шалысынын дандарын ферментациялоонун технологиясын иштеп чыгуу жана ферментациялоочу орнотмонун жумушчу органдарынын параметрлерин негиздөө » темасындагы диссертациясынын**

## **РЕЗЮМЕСИ**

**Негизги ачкыч сөздөр:** Буу-термикалык кайра иштетүү, ферментациялоо, күрүч өстүрүү, шалынын даны, буу генератору, микроклимат, бункер, технология.

**Изилдөөнүн объектиси:** Кыргызстанда атайын адистер тарабынан текшерилип, өстүрүүгө жолдомо алынган күрүчтүн сорттору жана шалы дандарын кайра иштетүүчү буу-термикалык аппараттын технологиясы.

**Изилдөөнүн максаты:** Шалы күрүчүнүн дандарын буу-термикалык аппаратта кайра иштеп чыгуунун технологиясын негиздөө.

**Изилдөөнүн ыкмасы:** Жумуш гипотезаларын куруу, сунуштарды теориялык жактан негиздөө жана бул сунуштардан келип чыккан натыйжаларды бир катар дагы улай иштеп чыгуу, аларды эксперименталдык маалыматтар менен салыштыруу..

**Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңылыгы:** Биринчи жолу эксперименталдык изилдөөлөр шалы дандарын жыйноодо жана жыйноодон кийинки кайра иштетүүдө шалы өсүмдүгүнүн боолорунун, сабактарынын жана шалы күрүч дандарынын нымдуулук параметрлеринин өзгөрөөрүн аныктады; бункердин параметрлерин аныктоо үчүн көз карандылыктар жана негизги түтүк кошулмаларынын инженердик эсептөө техникасы алынды; шалы күрүч дандарын иштетүүчү буу-термикалык аппараттын технологиялык параметрлерин эсептөө үчүн формулалар түзүлдү; шалы күрүч дандарын иштетүүчү буу-термикалык шайманга патент алынды (патент КР № №2328 )

**Колдонуу деңгээли:** GIZ проекти менен (Борбордук Азиядагы экономикалык сектордун өнүгүүсүнө профессионалдык билим берүү) каржыланып, аппараттын даярдалышына 2024-жылга 1,811 миң. сом каралган,

**Колдонуу жааты:** Айыл чарба кооперативдери жана жеке чарбалар, агрардык окуу жайлардын окуу процесстери.

## РЕЗЮМЕ

**диссертации Кочконбаевой Айнагул Абдылдаевны на тему: «Разработка технологии и обоснование параметров рабочих органов установки для ферментации зерновки шалы риса», на соискание ученой степени кандидата технических наук, по специальности 05.20.01 –технологии и средства механизации сельского хозяйства**

**Ключевые слова:** паро-термическая обработка, ферментация, растение риса, зерновка шалы риса, парогенератор, микроклимат, бункер, технология.

**Объект исследования:** Районированные в Кыргызстане сорта риса, и технология паро-термической обработки зерновки шалы.

**Цель исследования:** Обоснование технологии и разработка установки для паро-термической обработки зерновки шалы риса.

**Методы исследования:** Построение рабочей гипотезы, теоретическое обоснование предложений и последующая разработка ряда следствий, вытекающих из этих предложений и сопоставление их с данными опытов.

**Полученные результаты и их новизна:** Впервые экспериментальными исследованиями установлено изменение влажностных параметров снопов, стебля растения и зерновки шалы риса в процессе уборки и послеуборочной обработки зерновки шалы; получены зависимости для обоснования параметров бункера и методика инженерного расчета параметров основных узлов; выведены формулы для расчета технологических параметров установки для паро-термической обработки зерновки шалы риса; на установку для паро-термической обработки зерновки шалы риса получен патент (патент КР № №2328).

**Степень использования:** по проекту GIZ (Профессиональное образование для секторов экономического роста в Центральной Азии) финансировано изготовление установки в сумме 1,811 тыс. сомов в 2024 году.

**Область применения:** В сельских кооперативных и частных хозяйствах, а также в учебном процессе аграрных вузов.



## SUMMARY

**dissertation by Ainagul Abdylbaeva Kochkonbaeva on the topic: “Development of technology and justification of the parameters of the working parts of an installation for the fermentation of shala rice grains”, for the academic degree of Candidate of Technical Sciences, specialty 05.20.01 - technologies and means of agricultural mechanization**

**Key words:** steam-thermal treatment, fermentation, rice plant, shala rice grain, steam generator, microclimate, bunker, technology.

**Object of study:** Rice varieties zoned in Kyrgyzstan, and the technology of steam-thermal processing of shala grains.

**Purpose of the study:** Justification of technology and development of an installation for steam-thermal processing of shala rice grains.

**Research methods:** Construction of a working hypothesis, theoretical justification of proposals and subsequent development of a number of consequences arising from these proposals and comparing them with experimental data.

**The results obtained and their novelty:** For the first time, experimental studies have established changes in the moisture parameters of sheaves, plant stems and shala grains of rice during the harvesting and post-harvest processing of shala grains; dependencies were obtained to justify the parameters of the bunker and a technique for engineering calculation of the parameters of the main components; formulas were derived for calculating the technological parameters of the installation for steam-thermal processing of shala rice grains; a patent was received for an installation for steam-thermal processing of shala rice grains (patent KR No №2328) Extent of use: according to the GIZ project (vocational education for economic growth sectors in Central Asia) financing for the manufacture of the installation in the amount of 1,811 thousand soms, for 2024.

**Scope of application:** In rural cooperative and private farms, as well as in the educational process of agricultural universities.