

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**УПРАВЛЕНИЕ НАУКИ И НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИХ
ИНФОРМАЦИЙ
НИИ ФТП при КГТУ**

УДК 64.011.5: 637.146.23

№Госрегистрации 0007646

Инв.№ _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Решением НТС КГТУ

Протокол № _____

«___» _____ 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по НР и ВС

Султаналиева Р.М

д.ф-м.н., профессор

«_____» _____ 2020 г.

ОТЧЕТ

**О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
за 2020год**

**по теме: «Механизация процесса аэрирования (насыщения воздухом) в
производстве национального напитка «Кымыз»»**

Директор НИИ ФТП

д.т.н., проф. Тургумбаев Ж.Ж.

Руководитель НИР

к.т.н., доцент Халмуратов Р.С.

Бишкек – 2020 год

«СОДЕРЖАНИЕ»

	Обоснование и актуальность.....	6
Глава I	Состояние вопроса, цели и задачи исследований.....	8
1.1	Области применения и классификация перемешивающих устройств.....	8
	Выводы к главе I.....	24
Глава II	Теоретическое обоснование выбора конструкции мешалки и месильного органа.....	28
2.1	Обоснование выбора конструкции корпуса мешалки.....	28
2.2	Обоснование выбора параметров конструкции мешалки (рабочего органа).....	29
2.3	Определение потребляемой мощности мешалки.....	33
2.4	Разработка методики расчета конструкторских и технологических параметров мешалки с виброструйным эффектом.....	38
	Выводы к главе II.....	40
Глава III	Синтез сложных зубчатых механизмов и современное состояние проблемы синтеза структур зубчатых механизмов	41
	3.1. Кинематический расчет.....	53
	Выводы к главе III.....	56
Глава IV	Экспериментальное исследование технологической линии производства национального напитка кымыз.....	57
	4.1 Закваски, состав и виды заквасок.....	60
	4.2Технология производства кымыз.....	63
	4.3.Старинные технологии производства кымыза.....	64
	4.4.Технологии приготовления кымыза традиционным методом.....	66
	Выводы к главе IV.....	75
	Заключение	75
	Список использованных источников.....	76
	Приложения.....	80

Обоснование, актуальность.

Главной задачей развития народного хозяйства нашей страны является обеспечение дальнейшего подъема материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития производства, научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда. В удовлетворении потребностей населения страны в продуктах питания большая роль принадлежит молочной промышленности.

В выполнении этих задач значительное место отводится производству молочных и кисломолочных продуктов, в частности, кымыза, обладающего высокими питательными и биологическими свойствами и являющегося диетическим и лечебным напитком.

Одной из основных задач пищевой промышленности является обеспечение потребности населения высококачественной продукцией за счет разработки и внедрения новых технологий. На сегодняшний день в Кыргызстане все больше и больше становятся популярными национальные напитки кыргызского народа – максым, жарма, чалап, бозо, кымыз. Кымыз, изготовляемый из кобыльего молока, является признанным лечебным и диетическим напитком, успешно применяющимся при лечении специфических (туберкулез) и соматических (болезни сердечно - сосудистой, мочеполовой систем, органов дыхания и нарушение иммунитета) заболеваний и патологических состояний человека. Установлено, что он оказывает тонизирующее действие на нервную систему, усиливает окислительно-восстановительные процессы, повышает обмен веществ; возбуждает деятельность сердечнососудистой системы и дыхательного центра; нормализует белково-углеводный и водно-солевой обмен, кислотно-щелочное равновесие; усиливает кроветворение, стимулирует лимфообразование, функцию эндокринных желез и желудочно-кишечного тракта; повышает защитную функцию печени, увеличивая в ней запасы гликогена; является иммуностимулятором и адаптогеном. Для увеличения выпуска национальных напитков ежегодно реконструируются действующие

и вводятся новые предприятия. Постоянно проводится техническое перевооружение и оснащение предприятий пищевой отрасли современным технологическим оборудованием.

Кобылье молоко является быстро портящимся продуктом, поэтому для получения напитка в условиях жайлоо необходимо механизация процесса ее изготовления. Одним из основных процессов при изготовлении напитка, является продолжительный процесс насыщения воздухом. Данный процесс в настоящее время проводится в основном вручную, соответственно механизация данного процесса является актуальной проблемой для увеличения выпуска национального напитка «Кымыз», в условиях перехода экономики республики на инновационный путь развития.

Целью данной работы является повышение конкурентоспособности молочной продукции в частности национального напитка кымыз, на основе внедрения современного, высокотехнологичного оборудования для взбивания кымыза, который является ключевым оборудованием в технологии производства, а также внедрения высокой системы контроля качества и безопасности продукции.

Поэтому, нами разрабатывается устройство для механизации процесса насыщения воздухом, которое автоматизирует этот процесс и увеличивает его производительность.

ГЛАВА I СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Области применения и классификация перемешивающих устройств

Перемешивание является одним из наиболее распространенных процессов ряда отраслей АПК [9, 35], а аппараты с перемешивающими устройствами – наиболее распространенным видом оборудования, используемого для проведения различных физических, химических и биохимических процессов [10]. Например, в сельско-хозяйственном производстве перемешивание используется для приготовления удобрений, кормовых смесей [24]; в пищевой технологии при приготовлении масел, кондитерских и молочных продуктов, изделий из рубленых мясных и рыбных полуфабрикатов, измельченных вареных овощей [12, 21, 25]. Также процесс перемешивания используется для предотвращения образования осадков и равномерного распределения тепла при хранении продуктов.

В общем случае процесс перемешивания можно разделить на два больших вида – перемешивание жидких и твердых сред [24]. Основные процессы, для осуществления которых используются аппараты с мешалками, проводятся, как правило, в жидкой среде. Поэтому подробнее остановимся на устройствах для перемешивания жидких компонентов.

На сегодня известны различные способы подвода энергии в обрабатываемую среду [16]: механический, циркуляционный, струйный, пульсационно-струйный, барботажный, газолифтный, электромагнитный и магнито-вихревой. В промышленности наиболее распространенным является механический метод перемешивания жидких сред, который осуществляется в перемешивающих устройствах с перемешивающими органами. Это объясняется высоким коэффициентом полезного действия таких машин, простотой и надежностью их конструкций.

Поэтому в настоящей работе рассматриваются механические перемешивающие устройства. Наиболее полная классификация перемешивающих устройств рассмотрена в работе [10].

1.2 Анализ конструкций механических перемешивающих устройств

В зависимости от характера процессов, протекающих в мешалке (реакторе), применяются различные конструктивные исполнения аппаратов (рис.1.1.)



Рисунок 1.1. Классификация перемешивающих устройств

На данный момент наиболее полно описаны и исследованы классические перемешивающие устройства с однонаправленным вращательным движением одного или нескольких рабочих органов [8, 9, 10, 15]. Такие устройства широко применяются на многих предприятиях в различных отраслях промышленности, они стандартизованы [15] и присутствуют в каталогах фирм [17,18].

Наиболее распространенным видом классических перемешивающих устройств являются вертикальные цилиндрические аппараты с мешалкой (рис. 1.2).

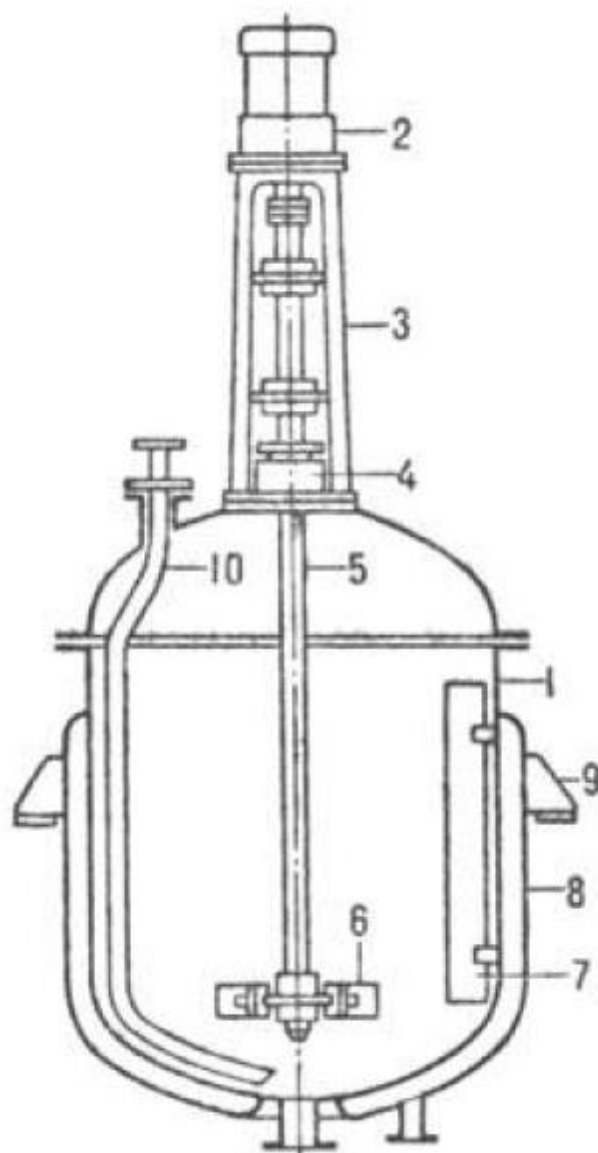


Рисунок 1.2 Вертикальный цилиндрический аппарат с мешалкой:

1 – корпус; 2 – мотор-редуктор; 3 – стойка; 4 – уплотнение; 5 – вал; 6 – мешалка; 7

отражательная перегородка; 8 – рубашка; 9 – опора; 10 – труба для перекачивания смеси

Вертикальный цилиндрический аппарат состоит из корпуса, привода, уплотнения и одного вала с одним или несколькими рабочими органами, причем ось вала совпадает с осью аппарата.

В общем случае такие устройства принято делить на быстроходные и тихоходные. Под быстроходными понимаются мешалки, используемые для перемешивания жидких сред преимущественно при

турбулентном и переходномрежимах движения жидкости; под тихоходными – при ламинарном движениижидкости [16]. Ряд работ посвящен разработке и исследованиям нетиповыхконструкций рабочих органов [20,8].

Рабочие органы быстроходных мешалок бывают пропеллерные, турбинные, дисковые, лопастные, фрезерные. Основное действие такихустройств заключается в приведении жидкости в движение путем созданиякрупномасштабных потоков. В зависимости от формы лопаток (лопастей) испособа их установки быстроходные мешалки при вращении могут создаватьрадиальный, осевой и радиально-осевой потоки жидкости [34].

Рассмотренный выше аппарат (реактор) обладаетвысокой надежностью, прост в изготовлении и эксплуатации. Однако во времяработы таких аппаратов угловая скорость мешалки является постоянной, поэтому с течением времени скорости движения перемешиваемой среды и рабочего органауравниваются, что приводит к низкой интенсивности перемешивания и образованию застойных зон.

С целью повышения эффективности перемешивания в ряде работ [36]предложены перемешивающие устройства с внутрицикловым изменением угловойскорости рабочего органа (рис. 1.3).

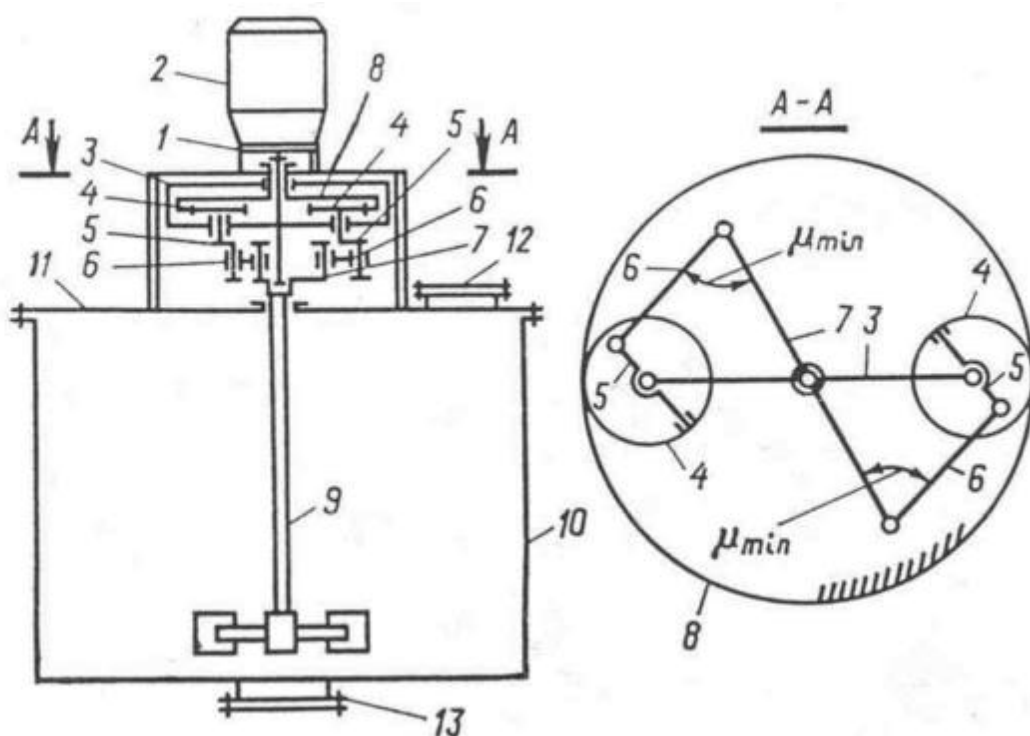


Рисунок 1.3 – Перемешивающее устройство с внутрицикловым изменением угловой скорости:

1 – вал электродвигателя; 2 – электродвигатель; 3 – водило; 4 – сателлиты; 5 – кривошип; 6 – шатуны; 7 – ведомый вал; 8 – неподвижное колесо; 9 – мешалка; 10 – корпус аппарата; 11 – крышка аппарата; 12 – загрузочный штуцер; 13 – выгрузочный штуцер

Внутрицикловое изменение амплитуды и частоты угловой скорости мешалки осуществляется за счет установки между валом электродвигателя и валом мешалки зубчато-рычажного исполнительного механизма [36]. Принцип работы перемешивающего устройства заключается в следующем. Движение отвала 1 электродвигателя 2 передается водилу 3 и сателлитам 4, которые одновременно вращаются вокруг собственной оси в результате взаимодействия с зубьями неподвижного колеса 8. При этом кривошип 5, жестко закрепленный на сателлитах 4, описывает гипотрохиду, которая характеризуется неравномерной скоростью движения кривошипов относительно оси колеса 8. Шатуны 6 передают неравномерное движение в одном направлении ведомому валу 7, на котором закреплена мешалка 9. Таким образом, мешалка получает сложный закон движения с переменной частотой вращения внутри одного цикла работы.

Нестационарное движение рабочего органа позволяет существенно повысить эффективность перемешивания по сравнению с классическими аппаратами, однако во время цикла работы исполнительного механизма не меняется направление вращения мешалки.

Данного недостатка лишены устройства со сложным движением рабочих органов [7, 19, 23, 24], а также планетарные перемешивающие устройства. Они эффективны при использовании в емкостных аппаратах, применяемых для перемешивания высоковязких и неньютоновских сред, где необходимо периодически перемешивать жидкость в любой точке аппарата [12].

На данный момент исследователями и изобретателями описано множество различных конструктивных схем планетарных перемешивающих устройств [1, 5, 28]. Однако, несмотря на увеличение интенсивности перемешивания, такие устройства не получили широкого распространения в промышленности из-за следующих недостатков. Планетарный редуктор и опорное устройство вала находятся в рабочей зоне реактора и могут контактировать с продуктом перемешивания, что приводит к загрязнению продукта, снижению КПД и увеличению износа привода из-за возможности попадания продукта перемешивания в шестерни, опоры и т.д.

С целью устранения недостатков планетарных аппаратов разработаны различные нетиповые конструкции перемешивающих устройств со сложным движением рабочих органов [2, 6, 22, 26, 27]. Такое движение позволяет устранить застойные зоны, интенсифицировать теплообменные процессы, тем самым улучшить качество получаемого продукта.

Кроме классических вращательных перемешивающих устройств, существует множество нестандартных конструкций аппаратов. Их можно разделить на три типа:

- 1) устройства со сложным пространственным движением рабочих органов [2, 6, 26, 27, 29] и планетарные перемешивающие устройства [1, 5, 28];
- 2) виброперемешивающие устройства с возвратно-поступательным движением рабочих органов [2, 31, 32];
- 3) перемешивающие устройства с возвратно-вращательным движением рабочих органов [30].

Рассмотрим схему перемешивающего устройства со сложным вращательным движением рабочего органа (рис. 1.4).

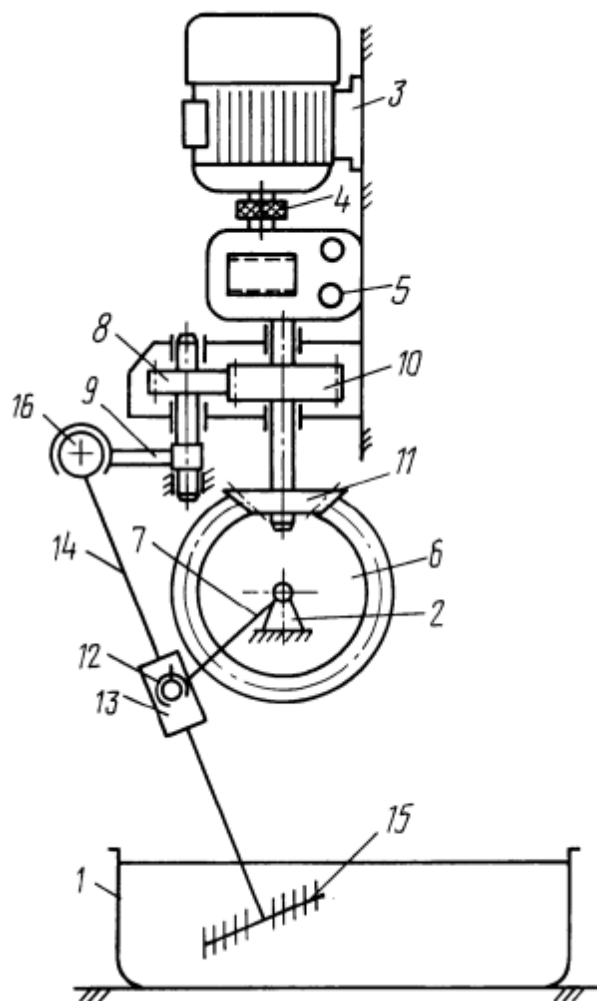


Рисунок 1.4 – Аппарат со сложным вращательным движением рабочего органа:

1 – дежа (реактор); 2 – рама; 3 – электродвигатель; 4 – муфта; 5 – редуктор; 6 – коническоезубчатое колесо; 7 – кривошип; 8 – цилиндрическая шестерня; 9 – дополнительный кривошип; 10 – цилиндрическое зубчатое колесо; 11 – коническая шестерня; 12 – сферическая кинематическая пара с пальцем; 13 – камень кулисы; 14 – кулиса; 15 – рабочий орган; 16 – сферическая кинематическая пара

Аппарат работает следующим образом [27]. Вращение от вала двигателя 3, через коническую передачу 11, 6, необходимую для изменения направления движения, передается на кривошип 7, а через цилиндрическую передачу 10, 8, необходимую для свободного оборота дополнительного кривошипа вокруг своей оси, на дополнительный кривошип 9. Камень 13,

соединенный с вращающимся кривошипом 7, перемещается по кулисе 14 и закручивает ее вокруг собственной оси. Это вращение обусловлено наличием винтового соединения с ходовой резьбой между ними. Верхний конец кулисы, одновременно с уже описанным движением, совершает вращение в плоскости, отличной от плоскости вращения кривошипа. Это возможно при использовании для связи кулисы с дополнительным кривошипом сферической кинематической пары 16, позволяющей ей вращаться вокруг своей оси при одновременном плоско-параллельном движении в указанной плоскости. Смена движения камня сподъема на опускание вызывает изменение направления вращения кулисы. Величина угловой скорости вращения рабочего органа зависит от взаимного расположения кривошипа и кулисы. В положении, когда кривошип перпендикулярен кулисе, угловая скорость вращения рабочего органа принимает максимальное значение.

Недостатком данного устройства является сложность его конструкции и привода. Большое число подвижных элементов, а также использование кулисного механизма приводят к потере энергии при передаче движения от электродвигателя к рабочему органу, это снижает КПД перемешивающего устройства.

Интерес представляет перемешивающего устройства с вращением и качением лопастей (рис. 1.5).

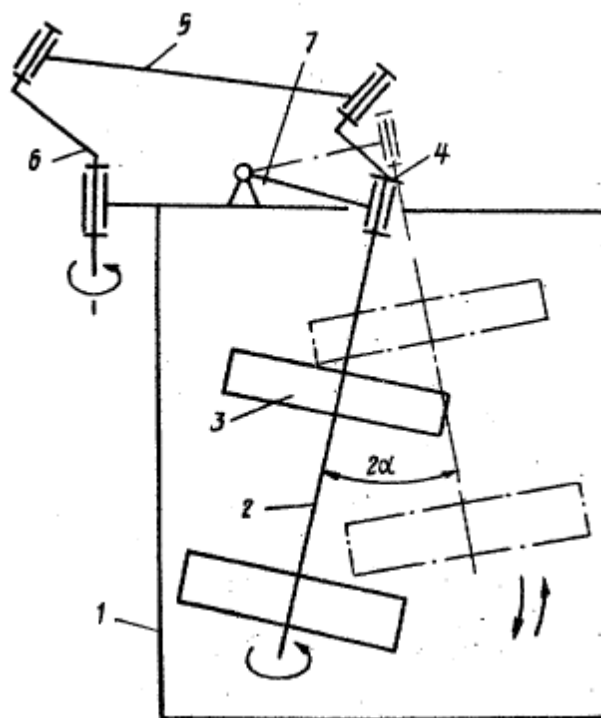


Рисунок 1.5 – Аппарат с вращением и качением лопастей:

1 – емкость (реактор); 2 – вал; 3 – перемешивающие лопасти; 4 – ведомый кривошип; 5 – шатун; 6 – ведущий кривошип; 7 – баланси́р

Аппарат работает следующим образом [6]. От источника привода вращение передается ведущему кривошипу 6, который передает через шатун 5 вращение ведомому кривошипу 4. За счет того, что кривошипы 4 и 6 имеют углы скрещивания осей шарниров и взаимосвязаны с шатуном 5, у которого оси шарниров параллельны и с баланси́ром 7, а у последнего оси шарниров перпендикулярны, ведомый кривошип 4, следовательно, и рабочий вал 2 с лопастями 3 не только вращается, но и совершает возвратно-вращательное движение относительно оси баланси́ра 7 с углом качания, равном удвоенному углу α скрещивания осей шарниров кривошипов, т.е. 2α . Сложное движение перемешивающих лопастей такого устройства обеспечивает интенсификацию перемешивания находящихся в емкости компонентов.

Тем не менее, большинство аппаратов со сложным движением рабочего органа не получили широкого распространения в промышленности.

Это обусловлено прежде всего сложностью их конструкции, что приводит к затруднениям как на стадиях расчета и проектирования, так и на стадиях изготовления. Также, большая часть таких устройств имеет однонаправленное движение рабочих органов и соответственно малую степень неравномерности вращения, что приводит к недостаточной интенсивности теплообмена.

Новым этапом развития аппаратов с мешалкой стало появление виброперемешивающих устройств (ВПУ). Вибрационный способ перемешивания в последнее время нашел применение во многих отраслях промышленности как наиболее эффективный, способствующий интенсификации ряда технологических процессов [12, 13, 14].

Наибольшее распространение получили вибрационные перемешивающие устройства с кривошипно-ползунным исполнительным механизмом [5]. Недостатком ВПУ с кривошипно-ползунным исполнительным механизмом является то, что амплитуда перемещения рабочего органа значительно превышает требуемую амплитуду, обусловленную технологическим процессом. С целью устранения данного недостатка были разработаны и исследованы виброперемешивающие устройства с кривошипно-коромысловым исполнительным механизмом [33, 34].

Схема такого устройства приведена на рисунке 1.4, где аппарат работает следующим образом [31]. Компоненты смеси по патрубкам 9 поступают в реактор 10. При вращении кривошипа 1 посредством шатуна 2 и шарнира 3, размещенном в радиальном пазу коромысла 4, коромысло 4 приводится в возвратно-вращательное движение вместе с жестко связанным с ним зубчатым сектором 5. При этом шток 7, находящийся в зацеплении с зубчатым сектором 5 при помощи зубчатого участка 8, двигаясь в направляющих 6, совершает возвратно-поступательное движение. При движении штока 7 верхнее лопастное колесо 11, удерживаемое на штоке 7 стопорными шайбами 14, за счет прохождения перемешиваемого продукта

через его лопасти 15, плоскости которых наклонены под углом к плоскости колеса, начинает вращаться относительно оси штока 7, перемешивая при этом компоненты смеси. Затем, при изменении направления движения штока 7 компоненты смеси, проходящие через лопастные колеса 11 и 12, также меняют направление движения, что приводит вначале к торможению вращающихся в разных направлениях колес 11 и 12, а затем приводит к изменению направления их вращения на противоположное.

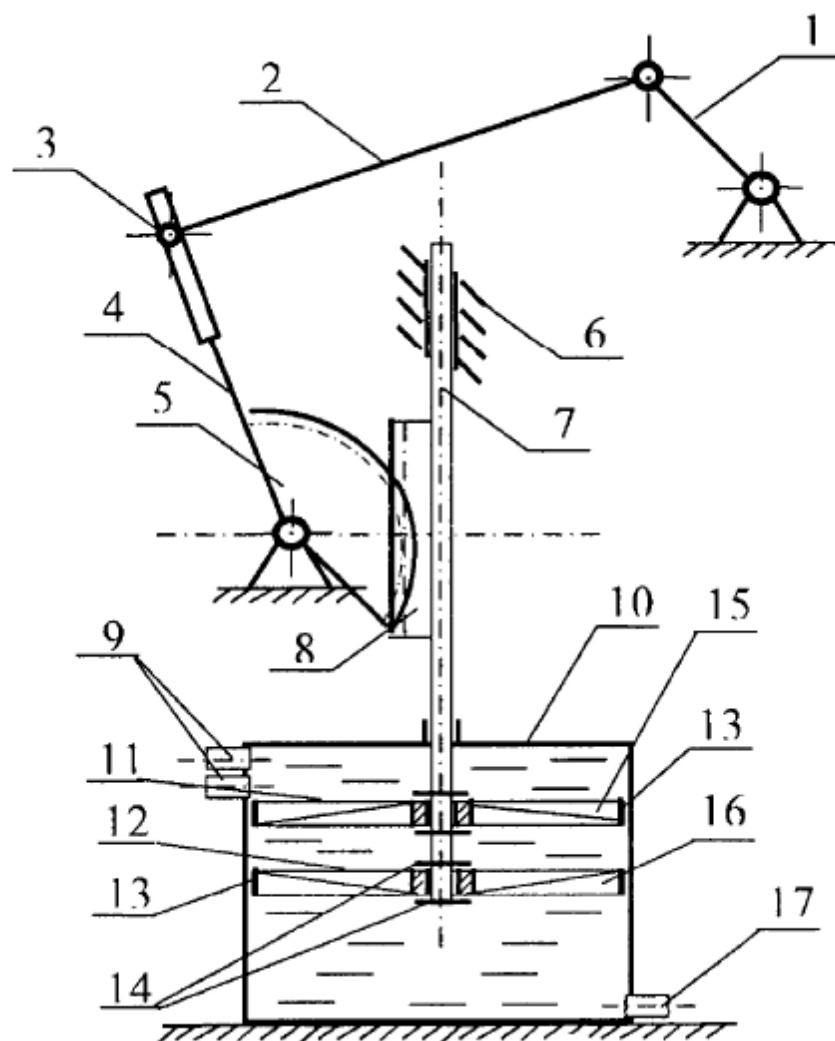


Рисунок 1.4 – ВПУ с кривошипно-коромысловым исполнительным механизмом:

1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – шарнир шатуна; 4 – коромысло; 5 – зубчатый сектор; 6 – направляющие; 7 – шток; 8 – зубчатый участок; 9 – загрузочные патрубки; 10 – реактор; 11 – верхнее лопастное колесо; 12 – нижнее лопастное колесо; 13 – внешний обод лопастного колеса; 14 –

стопорные шайбы; 15 – лопасть верхнего колеса; 16 – лопасть нижнего колеса; 17 –выгрузочный патрубок

Полученная смесь выгружается из реактора 10 при помощи выгрузочных патрубков 17. Изменяя ход штока 7 за счет смещения шарнира 3 вдоль радиального пазакоромысла 4, можно уменьшить либо увеличить толщину зоны активного перемешивания компонентов смеси, если это необходимо по условиям технологического процесса.

Наличие внешних ободов 13, на которых жестко закреплены внешние концы лопастей колес 11 и 12, позволяет существенно повысить жесткость лопастных колес и, следовательно, снизить их металлоемкость. При этом неравномерное и периодически изменяющееся по направлению вращения лопастных колес 11, 12 в совокупности с их также изменяющимся по направлению и происходящим с переменной скоростью возвратно-поступательным движением приводит к разрушению ламинарных потоков в перемешиваемой среде без излишней ее турбулизации, что снижает энергоемкость процесса перемешивания и не приводит к нежелательному разрушению частиц перемешиваемого продукта с выделением в раствор вредных компонентов.

Рассмотрим схему ВПУ с двумя рабочими органами (рис. 1.5).

Аппарат работает следующим образом [32]. При вращении кривошипа 1 посредством шатуна 2 коромысло 3 приводится в возвратно-вращательное движение относительно оси 10 зубчатого колеса вместе с жестко связанным с ним зубчатым колесом 9. При этом верхние части штоков 5, находящиеся в зацеплении с зубчатым колесом 9 при помощи зубчатых реек 8, двигаясь в направляющих 4, совершают возвратно-поступательные движения, приводя также в возвратно-поступательные и взаимно противоположные движения верхнюю 11 и нижнюю 12 перфорированные пластины.

К недостаткам виброперемешивающих устройств с возвратно-поступательным движением рабочих органов следует отнести значительные

вертикальные вибрации, которые передаются в окружающую среду и усложняют работу оператора, а также наличие поступательно движущегося штока, который сложно уплотнить, в результате чего такие ВПУ ненадежны и не могут использоваться в перемешивающих устройствах или в реакторах, работающих под давлением.

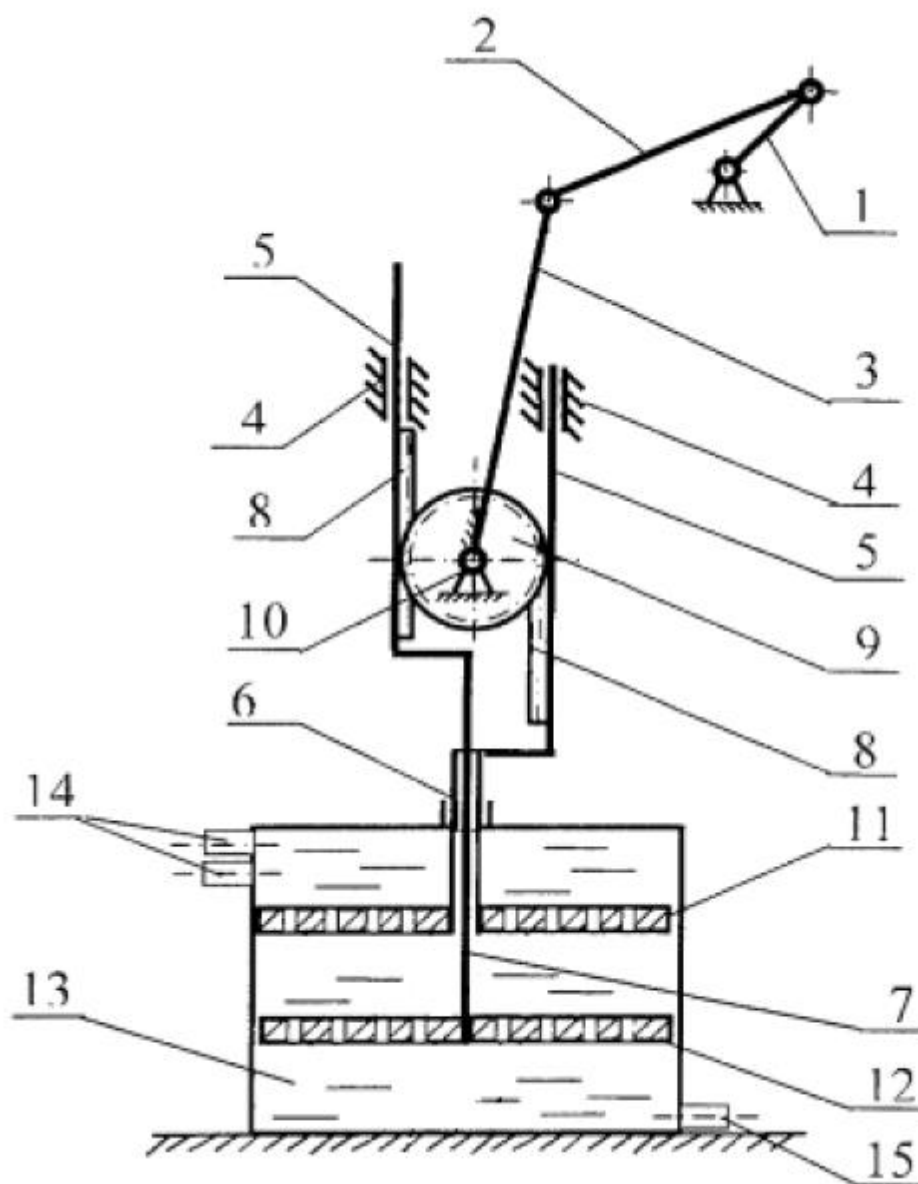


Рисунок 1.5 – ВПУ с кривошипно-коромысловым исполнительным механизмом:

1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – коромысло; 4 – направляющие; 5 – верхняя часть штока; 6 – полая часть штока; 7 – нижняя часть штока; 8 – зубчатые рейки; 9 – зубчатое колесо; 10 – ось зубчатого колеса; 11 – верхняя

перфорированная пластина; 12 – нижняя перфорированная пластина; 13 – реактор; 14 – загрузочные патрубки; 15 – выгрузочный патрубок

Представленный на рис. 1.6 реактор [3] имеет вертикальный шток совершающий колебательное движение с частотой 5 – 20 Гц при амплитуде до 10 мм. На штоке закреплены полусферические насадки перфорированные коническими отверстиями. Отмечается, что аппарат может использоваться в различных отраслях промышленности для интенсификации широкого круга процессов как в маловязких, так и в вязких средах, при давлении до 25 МПа.

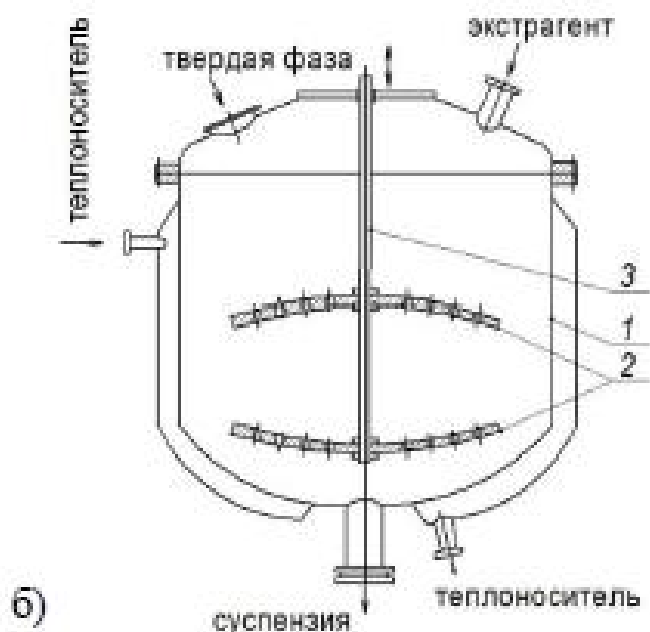


Рисунок. 1.6 Реактор с вертикальным штоком

1-корпус, 2 –полусферические насадки, 3- вертикальный шток

Емкостной аппарат АПГ-2К-0,2 имеет вибронасадку в виде тарелок с коническими отверстиями, предназначен для обработки маловязких жидких сред. Интенсификация процессов осуществляется вследствие увеличения удельной поверхности и условий контакта фаз. Аппарат обеспечивает герметизацию и стерильные условия процесса и может быть использован в

микробиологической, химико-фармацевтической и других отраслях промышленности

Экстрактор с вибромешалкой рис. 1.7 имеет цилиндрическо-конический корпус (сосуд) внутри которого кроме вибрационной насадки размещен змеевик обеспечивающий требуемый температурный режим [1].

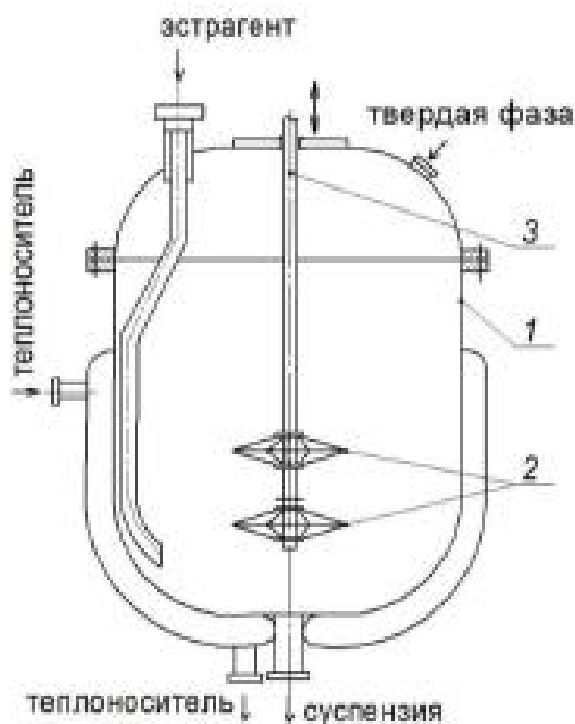


Рисунок 1.7. Реактор с вибромешалкой

1-корпус, 2 –плоская вибрационная насадка с цилиндрическим отверстием, 3- вертикальный шток

Конструкция вибронасадки аналогичная изображенной совершает колебания с частотой 25 Гц и амплитудой 4 мм.

В работе [2] рассмотрен емкостной экстрактор с одной плоской вибрационной на-садкой перфорированной цилиндрическими отверстиями. Характерными особенностями насадки являются: минимальный зазор между корпусом аппарата и тарелкой (не более 2 мм), а также наличие на ее периферии жестко закрепленной отбортовки, высота которой в 1,1 – 1,5 раза больше амплитуды колебаний, что обеспечивает формирование направленных

струй высокого давления. Аналогичная конструкция с двумя исследована в работах одного из авторов и показала возможность повышения производительности аппарата при незначительном увеличении потребляемой мощности. Недостаточная изученность аппаратов этого типа объясняется сложностью задачи: степень турбулизации в любой точке аппарата, а следовательно скорость процесса зависят от формы и величины рабочего органа (вибрационной насадки), параметров его колебаний (амплитуды и частоты), расстояния от вибрационного элемента до дна аппарата, и до свободной поверхности жидкости, физических свойств сырья и многих других факторов.

Основным недостатком емкостных аппаратов с перемешивающих устройств вибрационной насадкой является сравнительно небольшая производительность. Решить эту проблему возможно путем установки дополнительных вибрационных насадок, с целью увеличения высоты обрабатываемого слоя. В результате такой модернизации появляется возможность создания вибрационного экстрактора колонного типа имеющего непрерывный режим работы. Первый колонный экстрактор с вибрационной насадкой был предложен в 1935 г. Ван-Дийком. В цилиндрическом корпусе этого экстрактора размещен пакет перфориро-ванных тарелок, гибко связанных между собой и штоком с помощью цепной подвески. Гибкая связь оказалась слабым звеном конструкции.

Вибрационной мешалкевибрационные воздействия могут существенно ускорять процессы, протекающие в жидкой среде на граничных поверхностях различных фаз, т. е. в смесях типа суспензий, эмульсий и потоков пузырьков газа в жидкости. В этих целях находят применение различные способы вибрационного воздействия.

Принцип действия вибрационной мешалки (рисунок 1.8) заключается в том, что весь объем жидкой среды в камере аппарата приводят в медленное колебательное движение со значительной амплитудой перемещения [11,12], при этом создают множество затопленных турбулентных струй в объеме

жидкой среды, помещенной в камере аппарата. Струи образуются за счет вертикальных колебаний дисков 1, установленных на штоке 2. Диски снабжены конусными отверстиями, через которые выбрасываются струи жидкости в направлении, противоположном направлению колебательного движения диска. При этом происходит интенсивное перемешивание 27 среды, сопровождаемое ее циркуляцией в аппарате. К недостаткам вибрационных мешалок можно отнести образование застойных зон, не позволяющих достигнуть максимальной турбулизации жидкой среды и ограничение длины штока.

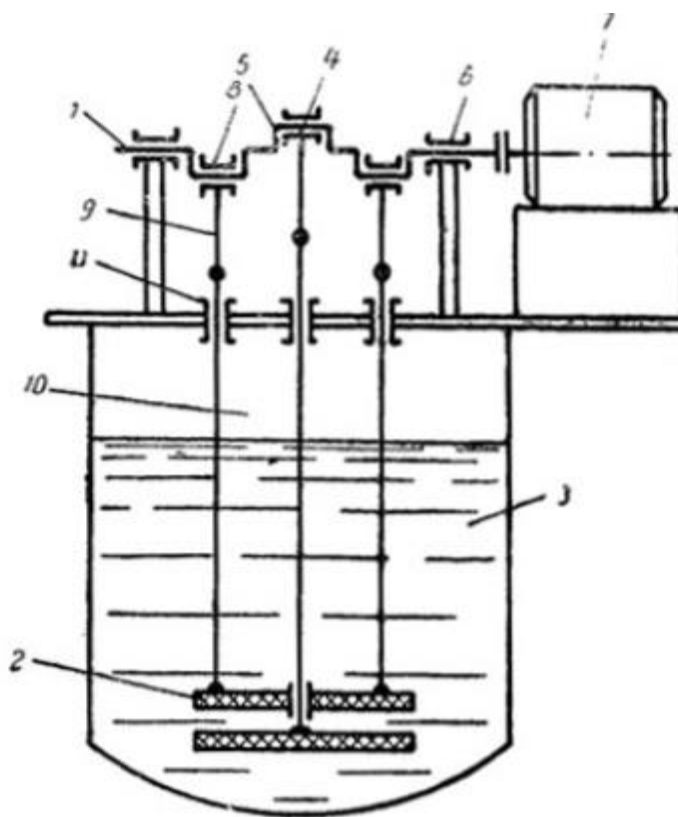


Рисунок 1.8 – ВПУ с кривошипно-ползунным исполнительным механизмом:

1 – вибропривод; 2 – перемешивающее устройство; 3 – реакционный сосуд; 4 – вибратор; 5 – эксцентриковый вал; 6 – подшипники; 7 – электродвигатель; 8 – подшипники; 9 – жесткие шатуны; 10 – штоки; 11 – подшипники

Аппарат работает следующим образом. Движение от электродвигателя 7 передается валу 5. Шейки вала с помощью подшипников 8

передают движение через шатуны 9 штокам 10, которые в подшипниках 11 совершают возвратно-поступательное движение. Далее движение передается на перемешивающее устройство 2, которое выполнено в виде перфорированных дисков, расположенных друг над другом. Таким образом, возвратно-поступательно движущиеся рабочие органы осуществляют процесс перемешивания.

В качестве материалов корпуса применяются стали, алюминий, титан и их сплавы. Внутренняя поверхность аппарата, предназначенного для работы с кислотными, щелочными или кислотно-щелочными средами, эмалирована. Днище и крышка аппарата могут быть плоскими и эллиптическими. В качестве привода обычно применяется электродвигатель, соединенный с валом мешалки прямой или понижающей передачей. Для усиления циркуляции жидкости аппарат может оборудоваться отражательными перегородками. Перемешивающее устройство может быть оснащено теплообменными устройствами (змеевик или рубашка).

Следует заметить, что в кумысоделении зачастую корпус мешалки выполняются с металлическими обручами снаружи

Описание конструкции и принцип работы разрабатываемой опытной установки

Предлагаемая конструкция состоит из следующих основных узлов (рис. 1.9) сварной рамы 1 с емкостью мешалки 4, в верхней части которой установлен привод месильных органов включающий электродвигатель 7, который через предохранительно – тормозную муфту соединяется червячным редуктором 8. На выходном валу редуктора насажена звездочка цепной передачи. Ведомая звездочка закреплена на направляющей рамы 2 с валом которая в совокупности представляет собой кулисный механизм. Возвратно-поступательное движение двух параллельно расположенных в корпусе мешалок обеспечивается кривошипно-шатунными механизмами 5,6 ,

причем ползуны 6 является одновременно вертикальными валами перемешивающих механизмов.

Принципиальным отличием разрабатываемой конструкции от существующих и предложенных является наличие двух параллельных поочередно работающих рабочих органов расположенных в едином месильном корпусе.

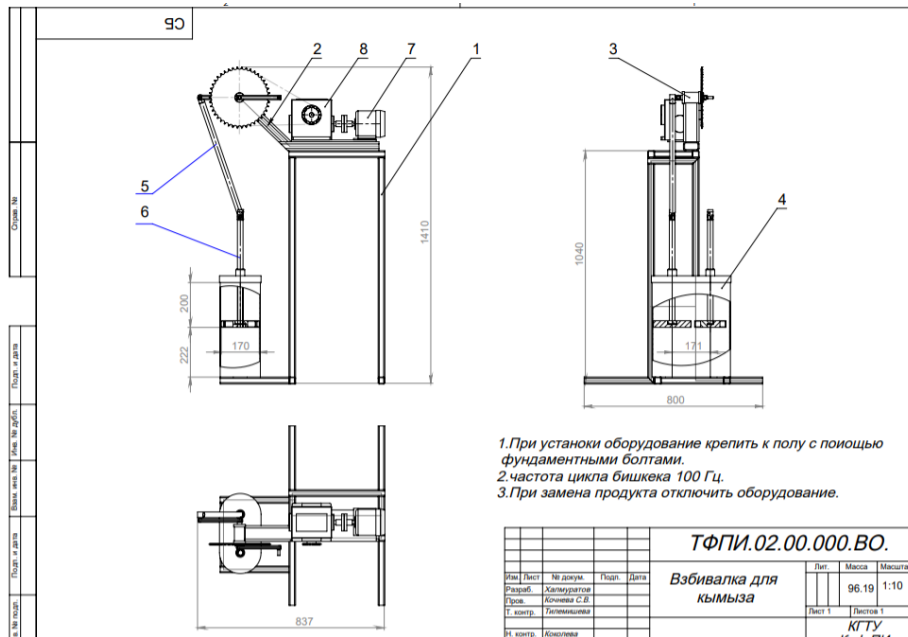


Рисунок 1.9. Схема опытной установки для получения кымыз

Разработанная опытная установка работает следующим образом:

В рабочую емкость мешалки 4 подается кобылье молоко, коэффициент заполнения емкости 0,6-0,7, затем включается привод мешалки и месильные органы поочередно совершают возвратно поступательное движение с определенным ходом месильного органа. Такая конструкция позволяет значительно интенсифицировать процесс перемешивания и насыщения воздухом перемешиваемой массы. В процессе возвратно-поступательного движения значительно увеличивается вибромеханические эффекты, повышается турбулизация, турбулентный режим имеет место активного перемешивания жидкости виброструйный эффект и эффект насыщения воздухом перемешиваемой массы при одновременном ее тонком диспергировании (эмульгировании) , что в конечном итоге, значительно

сокращает единовременный цикл перемешивания обеспечивая этим повышение качества продукта. По окончании очередного цикла перемешивания после и так называемого «отдыха продукта в мешалке» последующий цикл повторяется.

Выводы к главе I

Проведенный анализ научной и патентной литературы, посвященной созданию и исследованию перемешивающих устройств, показал, что данная область интенсивно развивается в различных направлениях.

1. Наиболее эффективное устройство для получения пищевых эмульсий должно иметь широкий спектр факторов воздействия: турбулентные пульсации; вихревые движения и др., объединять в себе несколько функций (гомогенизация, диспергирование) для использования в производстве кумыса и обеспечивать его стабильность (устойчивость) в течение длительного времени. А также быть простым в изготовлении, иметь низкую потребляемую мощность и низкую стоимость.

2. При приготовлении пищевых эмульсий целесообразно применять оборудование для создания колебаний рабочей жидкой среды, которое позволяет увеличивать турбулизацию и циркуляцию потоков. Существующие конструкции вибрационных мешалок не позволяют достигнуть максимальной турбулизации жидкой среды из-за наличия застойных зон.

ГЛАВА II ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ МЕШАЛКИ И МЕСИЛЬНОГО ОРГАНА

2.1 Обоснование выбора конструкции корпуса мешалки

Основными конструктивными элементами корпуса мешалки является ее высота и основание. Анализ литературных источников и примеров конструктивного решения мешалок в фермерских хозяйствах показывает, что принятые соотношение высоты мешалки и основания находится в широких пределах предпочтительнее $H/D = 1,28:1,6$ [11,12,16].

Отличительной особенностью предлагаемой опытной конструкции является наличие плоского днище овальной формы для обеспечения одновременной работы двух месильных органов.

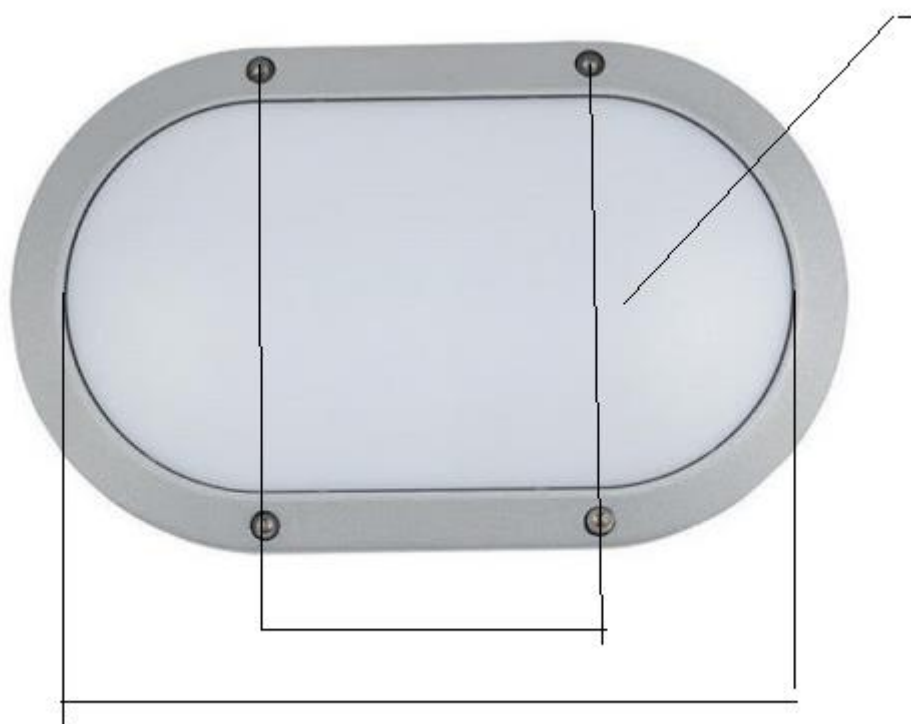


Рисунок 2.1.

Высоту мешалки выбираем из принятых ранее соотношений отношения высоты к основанию как $H/D = 1,28$ при этом высота мешалки составит 450 мм при длине овала 350 мм.

Корпус мешалки изготовлен из пищевой нержавеющей стали.

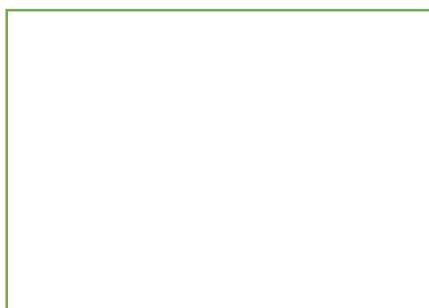


Рисунок 2.2.

Сверху мешалка закрывается плоской крышкой с двумя отверстиями под валы мешалки.

Геометрическая объем мешалки таким образом определится как сумма объема цилиндрической части и объема прямоугольника.

Объем цилиндрической части определяется по формуле

$$V_{ц} = \pi DL, \text{ м}^3$$

Объем прямоугольника определяется по формуле

$$V_{п} = DBL, \text{ м}^3$$

Соответственно

$$V = V_{ц} + V_{п} = \pi DL + DBL = DL(\pi + B) = 180 * 450(3.14 + 170) = 0,014 \text{ м}^3$$

2.2. Обоснование выбора параметров конструкции мешалки (рабочего органа)

Как отмечалось выше, принципиальным отличием разрабатываемой конструкции от существующих и предложенных является наличие двух параллельных поочередно работающих рабочих органов расположенных в едином месильном корпусе. Рабочие органы совершают возвратно-поступательное движение которая обеспечивается исполнительным механизмом привода.

Конструкция мешалки (рабочего органа) представляет собой вертикальный вал на выходном конце которого насажена рабочий диск мешалки представляющий собой четырех лопастной диск с по радиусам которого расположены сужающиеся и расширяющиеся отверстия конической формы (конфузор, диффузор) в количестве 8 шт., на каждой лопасти по 2 отверстия. Диаметр диска выбирается из условия, с одной стороны для исключения соприкосновения корпуса мешалки, а с другой стороны для

исключения застойных зон внутри корпуса, обеспечивая турбулизацию потока жидкости и насыщения воздухом. В связи с этим диаметр диска мешалки выбран равным 130 мм.

Такая конструкция рабочего органа обеспечивает возникновение вибромеханических эффектов: повышения турбулизации (турбулентный режим), активного перемешивания жидкости (виброструйный эффект) и эффекта насыщения воздухом [6, 19–20].

При работе мешалки имеет место повышение турбулизации жидкой среды заключающийся в следующем: при ламинарном режиме частицы жидкости движутся не перемешиваясь, образуя струйчатое (слоистое) движение. При турбулентном режиме частицы жидкости наряду с основным движением осуществляют поперечные перемещения, создающие перемешивание жидкости. Траектории движения частиц имеют сложную траекторию и пересекаются между собой [12].

Переход ламинарного режима в турбулентный наступает при определенных условиях, характеризуемых числом (критерием) Рейнольдса Re [91].

Так как при движении месильных органов имеют место вибрации при его возвратно-поступательном движении (виброструйный эффект) за счет радиально-осевых колебания горизонтальных перфорированных дисков которые обеспечиваются различным гидросопротивлением конических отверстий при смене направления движения жидкой среды через последние, что углубляет турбулизацию жидкой среды.

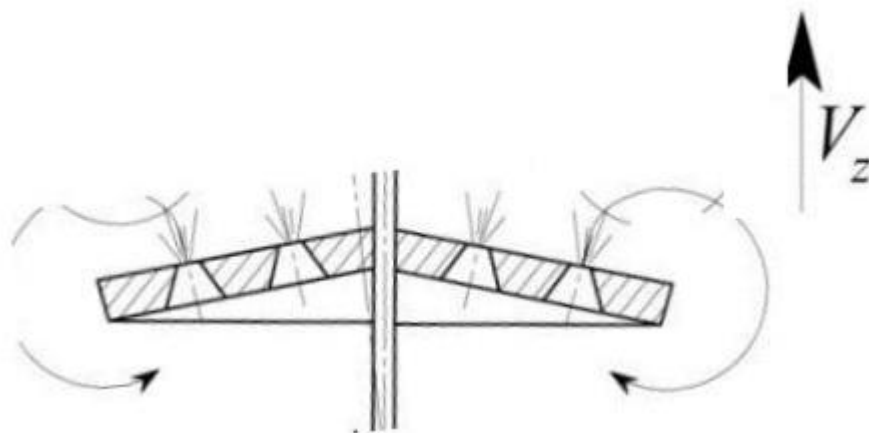


Рисунок 2.3 – Схема реализации виброструйного эффекта

Интенсивность протекания виброструйного эффекта зависит от значений осевой скорости и может быть определена по формуле [6, 13, 19, 36, 72, 101, 107]:

$$V_z = R_1 \frac{\alpha}{l} \omega$$

Где R - радиус диска мешалки,

l - рабочий ход мешалки,

α – угол раскрытия конусности отверстия в диске,

ω - осевая скорость , м/с

Осевая скорость определяется в зависимости от диаметра и частоты вращения кривошипно-шатунного механизма. На практике при эксплуатации подобных устройств частота вращения кривошипно-шатунного механизма колеблется 400-480 об/мин. При конструировании опытной установки данная частота вращения была принята за основу.

Рассмотрим следующие виды местных гидросопротивлений (рисунок 2.4):

- постепенное расширение (диффузор);
- постепенное сжатие (конфузор).

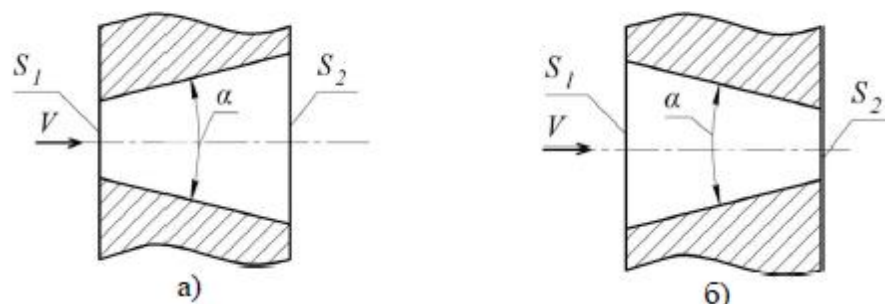


Рисунок 2.5 – Виды местных гидросопротивлений: а) диффузор; б) конфузор

Коэффициент сопротивления диффузора [13], в соответствии с рисунком 2.11, определяется по формуле:

$$h_{\text{диф}} = k_{\text{пр}} \cdot \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент смягчения диффузора;

S_1 – площадь отверстия на входе в диффузор, м²;

S_2 – площадь отверстия на выходе из диффузора, м².

Коэффициент сопротивления конфузора [13], в соответствии с рисунком 2.11, определяется по формуле

$$h_{\text{конф}} = k_{\text{нс}} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right)^2$$

где $k_{\text{нс}}$ – коэффициент смягчения конфузора;

ε – коэффициент сопротивления ($\varepsilon = 0,604 - 0,677$ при $S_2/S_1 = 0 - 0,6$).

Для определения условий максимальной интенсивности протекания виброструйного эффекта рассмотрим соотношения гидросопротивлений при различных начальных условиях.

Примем угол при вершине конуса $\alpha = 30^\circ$. Соотношение площадей на входе и выходе отверстий диффузора S_1/S_2 и конфузора S_2/S_1 примем равным 0,5; 0,3; 0,5; 0,3; 0,2.

$$\text{Для } \frac{S_1}{S_2} \text{ и } \frac{S_2}{S_1} = 0,5 \quad h_{\text{диф}} = 0,2; \quad h_{\text{конф}} = 0,0611; \quad \frac{h_{\text{диф}}}{h_{\text{конф}}} = 3,3$$

В результате установлено, что сопротивление диффузора (постепенного расширения) в 3,3 раза больше сопротивления конфузора, то есть при равных размерах диффузора и конфузора и одной скорости движения жидкой среды, через диффузор пройдет в 3,3 раза меньше жидкой среды, чем через конфузор при данных начальных условиях. Для случая мешалки с рабочим органом совершающее виброколебания, при осевых колебаниях диска возникает движение жидкости через конфузор (постепенное сжатие) – в этом и заключается виброструйный эффект.

$$\text{Для } \frac{S_1}{S_2} \text{ и } \frac{S_2}{S_1} = 0,3 \quad h_{\text{диф}} = 0,392; \quad h_{\text{конф}} = 0,0726; \quad \frac{h_{\text{диф}}}{h_{\text{конф}}} = 5,4$$

$$\text{Для } \frac{S_1}{S_2} \text{ и } \frac{S_2}{S_1} = 0,2 \quad h_{\text{диф}} = 0,512; \quad h_{\text{конф}} = 0,0816; \quad \frac{h_{\text{диф}}}{h_{\text{конф}}} = 6,3$$

При увеличении разности площадей отверстий на входе и выходе отношение сопротивлений диффузора и конфузора увеличивается, то есть большее количество жидкой среды протекает через конфузор (за счет более резкого уменьшения количества протекаемой жидкости через диффузор), тем самым повышается интенсивность виброструйного эффекта при неизменной скорости колебаний диска.

2.3. Определение потребляемой мощности мешалки

Суммарная мощность при работе мешалки с рабочим органом совершающее виброколебания равна:

$$N = N_1 + N_2 - N_3$$

где N_1 – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения дисков о жидкую среду;

N_2 – мощность, затрачиваемая на поддержание установившихся колебаний;

N_3 – мощность от вибрационного момента.

Определим мощность N_1 , необходимую для преодоления сил трения дисков о жидкую среду.

Рассмотрим ламинарное течения около диска, который вращается в неограниченной жидкости («свободный» диск – диск, размерами которого можно пренебречь по сравнению с объёмом жидкости, в которой он вращается). [91].

Слой жидкости, находящийся в непосредственной близости от диска, увлекается диском и под действием центробежной силы отбрасывается наружу. Отбрасываемая наружу жидкость заменяется жидкостью, притекающей в осевом направлении.

Момент сопротивления для вращающегося диска, смоченного с двух сторон, определяется

$$2M = C_m \frac{\rho}{2} \omega_{\text{вп}}^2 R^5, \quad (\text{ламинарное течение})$$

где M – момент сопротивления вращению, возникающий на одной из двух сторон диска, ;Нм

ρ – плотность жидкой среды, кг/м³;

R – радиус диска;

$C_m = 3,87 \text{Re}^{-1/2}$ коэффициент момента сопротивления при ламинарном течении.

Течение жидкой среды около вращающегося диска, начиная с некоторого числа Рейнольдса, перестает быть ламинарным. При этом течении, которое является турбулентным, жидкость между каждой парой дисков вращается с угловой скоростью, равной половине угловой скорости вращения диска. [91].

$$2M = 0,073 \rho \omega_{\text{вп}}^2 R^5 \left(\frac{v}{\omega_{\text{вп}} R^2} \right)^{1/5}, \quad (\text{турбулентное течение})$$

Рассмотрим случай турбулентного течения жидкости около вращающегося «диска в кожухе» [91] – диска, расстояние между которым и кожухом или расстояние между дисками соизмеримо с размерами диска. Под действием центробежной силы жидкость в пограничных слоях на вращающемся диске отбрасывается наружу, а в пограничных слоях на стенке неподвижного кожуха, наоборот, движется снаружи к центру. При вращении двух дисков, жидкость с поверхности дисков будет отбрасываться наружу, и притекать к центру в сечении, удалённом на равное расстояние между двумя дисками.

Для течения около диска, вращающегося в кожухе, момент сил трения не зависит от ширины кожуха, причем для «свободного» диска этот момент больше [91]. Причина меньшей величины момента сил трения в кожухе

объясняется тем, что жидкость между пограничными слоями с каждой стороны диска вращается с угловой скоростью, в два раза меньшей, чем угловая скорость диска. Вследствие этого здесь градиент окружной скорости в направлении, перпендикулярном диску, приблизительно в два раза меньше, чем в случае свободного диска, и именно поэтому силы трения для диска в кожухе меньше, чем для «свободного» диска.

В нашем случае рассматриваем течение жидкой среды около дисков, которым помимо вращения задают еще и колебания [71–72]. При этом турбулентный режим обеспечивается при числах Рейнольдса [52, 91], зависящих от максимальных амплитудных значениях скорости движения ротора с дисками аппарата с вибромешалкой.

При этом момент сопротивления для вращающегося диска, смоченного с

двух сторон, определяется:

$$2M = C_m \frac{\rho}{2} \omega_{ep}^2 R_1^3 (R_1 + R_2)^2,$$

Коэффициент момента сопротивления вращающегося диска при турбулент-

ном режиме движения жидкой среды определяется:

$$C_m = \frac{2\pi R_1}{\text{Re } l_z},$$

Подставляя формулу (2.40) в формулу (2.39), получаем выражение для определения момента сопротивления вращению диска $2M$, смоченного с двух сторон при турбулентном режиме движения жидкости

$$2M = \frac{2\pi R_1}{\text{Re } l_z} \frac{\rho}{2} \omega_{ep}^2 R_1^3 (R_1 + R_2)^2,$$

Так как, в нашем случае, диски перфорированные (имеют конические отверстия), местные потери на образование вихрей (турбулентности) или трение можно предоставить безразмерным коэффициентом сопротивления

$\Delta C_w=1,07$, на который умножается величина момента сопротивления вращению, полученному для гладкого диска.

Мощность, необходимая для преодоления сил трения дисков о жидкую среду равна:

$$N_1 = 2M\Delta C_w \omega_{bp} z$$

Или

$$N_1 = \frac{\pi R_1 \rho}{Re l_z} (R_1 + R_2)^2 \omega_{op}^2 R^3 \Delta C_w \omega_{bp} z,$$

где z – число дисков.

Определим мощность N_2 , затрачиваемую на поддержание установившихся колебаний

Мощность, затрачиваемая вибровозбудителем, для сообщения колебаний упруговязкой среде рассчитывается по формуле:

$$N_2 = ma^2 \omega \omega_{BP}^2 q \left[\frac{n_x \omega^3 + f_n \frac{D_n}{4\rho} \omega^2 (p_x^2 - \omega^2)}{4n_x^2 \omega^2 + (p_x^2 - \omega^2)^2} + \frac{n_y \omega^3 + f_n \frac{D_n}{4\rho} \omega^2 (p_y^2 - \omega^2)}{4n_y^2 \omega^2 + (p_y^2 - \omega^2)^2} \right] + f_n \frac{D_n}{2a},$$

где n_x, n_y – приведённые коэффициенты вязких сопротивлений;

p_x, p_y – собственные частоты колебаний системы на упругих элементах k_y, k_x ;

f_n – коэффициент трения в подшипниках ротора;

D_n – приведенный диаметр подшипников вибровозбудителя, м;

q – соотношение масс колебательной системы ($q=1$)

$$2n_x = 2n_y = \frac{C_x}{m} = \frac{C_y}{m}$$

где – коэффициенты упруговязких сил C_x, C_y

$$C_x = C_y = \frac{\mu D dl_n}{D_b}$$

где $\mu = \nu r$ – коэффициент вязкости;

d – диаметр вибровозбудителя, м;

$l_{\text{п}}$ – глубина погружения вибровозбудителя в технологическую среду, м.

$$p_x^2 = \frac{k_x}{M + m}; \quad p_y^2 = \frac{k_y}{M + m}$$

где $p_x=0$ $p_y=0$

$$q = \frac{m}{M} + m$$

При проведении расчетов необходимо учесть:

– если рабочей средой является вода, которую можно рассматривать как упруговязкую жидкость, то коэффициенты упругих сил и не рассчитываются; $k_x k_y$

– так как форма рабочей зоны в плане аппарата с вибромешалкой представляет собой окружность, то размеры рабочей среды в направлении осей x и y равны между собой и коэффициенты упруговязких сил и равны между собой; $C_x C_y$

– соотношение масс колебательной системы q можно принимать равной единице, так как масса вибровозбудителя в данном случае исключается. M

С учетом вышеизложенного, формула расчета мощности примет вид

$$N_2 = ma^2 \omega_{\text{вп}}^2 \left(2 \cdot \frac{n_x \omega^3 + f_n \frac{D_n}{4a} \omega^2 (p_x^2 - \omega^2)}{4n_x^2 \omega^2 + (p_x^2 - \omega^2)} + f_n \frac{D_n}{2a} \right)$$

Определим мощность от вибрационного момента.

Для определения мощности от вибрационного момента воспользуемся следующей формулой

$$N_3 = ma^2 \omega^2 \omega_{\text{вп}}$$

2.4. Разработка методики расчета конструкторских и технологических параметров мешалки с виброструйным эффектом

Разработана методика расчета конструкторских и технологических параметров аппарата с вибромешалкой для получения пищевых эмульсий [79], основанная на результатах теоретических исследований моделей (2.12, 2.13, 2.25, 2.26, 2.27, 2.30) . Эта методика реализована в виде программы, написанной на языке DELPHI [15, 47, 54, 70, 79]. Структурная схема и интерфейсы программы представлены на рисунках 4.1, 4.2 и 4.3.

Сначала производится ввод исходных данных для определения конструкторских и технологических параметров аппарата с вибромешалкой, которыми являются (рисунок 4.1, 4.2,а):

– параметры технологической среды (t – температура рабочей среды; V – объем рабочей среды; ρ – плотность рабочей среды; $t_{рас}$ – время расслаивания рабочей среды; вид рабочей среды);

– параметры процесса перемешивания жидких сред для получения пищевых эмульсий (P_{OC} – осевое усилие прижатия ротора к контртелу; ω_{BP} – частота вращения дисков ротора аппарата с вибромешалкой).

Затем производится выбор переменных параметров из общих исходных данных, представленных выше, с целью выявления параметра, который наиболее эффективно будет влиять на процесс перемешивания жидких сред.

Параметры технологической среды (V , t , $t_{рас}$, ρ , вид среды)

2. Параметры настройки (P_{OC} , ω_{BP})

Частота колебаний

$$\omega = \frac{P_{OC}}{2lm\omega_{BP}} + \sqrt{\frac{P_{OC}^2}{4l^2m^2\omega_{BP}^2} + \frac{j}{m}}$$

Амплитуда колебаний

$$a = \frac{D\omega_{BP}}{2\omega}; \quad a_1 = \frac{l-l_1}{l_1} a; \quad a_2 = R_1 \frac{a}{2\omega}$$

Вынуждающая сила

$$F = P_{\text{м}} + P_{\text{ос}} \frac{D}{2(l-z)}$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{V_1 R_1}{\nu}; \quad \text{Re} = \frac{V_z l_z}{\nu} \quad \text{Re}_r = V_r D_e$$

Амплитудные значения скорости

$$V_t = (R_1 - R)\omega_{BP}; \quad V_r = a_1 \omega; \quad V_z = a_2 \omega$$

Конструктивные параметры

$D, l, m, d, R_1, z, R_0, D_e$

Потребляемая мощность ,

$$N = N_1 + N_2 - N_3$$

Визуализация эффекта

Турбулентный	Виброструйный
режим	эффект

Выводы к главе II

1. Проведено обоснование выбора параметров корпуса мешалки, в котором определены основные геометрические размеры высоты и основания корпуса мешалки.
2. Приведено обоснование выбора конструктивных параметров мешалки. На основе нового способа возбуждения управляемых колебаний предложена конструкция мешалки с виброструйным эффектом, реализующая принцип действия при перемешивании кымыза, заключающийся в создании встречных

затопленных струй, которым сообщают радиально-осевые колебания и увеличивают длину их пути перемешивания

ГЛАВА III СИНТЕЗ СЛОЖНЫХ ЗУБЧАТЫХ МЕХАНИЗМОВ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА СТРУКТУР ЗУБЧАТЫХ МЕХАНИЗМОВ

Зубчатые механизмы – это самый распространенный и, пожалуй, самый важный вид механизмов. Трудно найти такую машину, в которой нет зубчатого механизма. Они применяются в станках, в грузоподъемных машинах, автомобилях, разнообразных технологических машинах и т.д. Основные достоинства зубчатых механизмов, определившие их широкое применение, - строго постоянное передаточное отношение, большая

передаваемая мощность на единицу массы, компактность, долговечность, высокий к.п.д.

В настоящее время работы различных авторов по анализу и синтезу зубчатых механизмов можно разделить на две основные группы. К первой группе относятся работы, посвященные анализу и синтезу кинематических схем зубчатых механизмов-редукторов, редукторов-реверсов, распределителей моментов, многоскоростных коробок передач, механизмов бесступенчатого регулирования скоростей и т.д. К этой группе относятся работы: Н.И. Колчина, В.Н. Кудрявцева, Л.Н. Решетова, Н.Ф. Руденко, М.А. Крейнеса, В.В. Добровольского, разработавших общие методы анализа и синтеза кинематических схем планетарных передач, а также М.К. Кристи, А.Д. Крюкова, Ю.Н. Иванченко, К.А. Имедашвили, М.С. Красненкова, Е.И. Магидовича, М.С. Мюнстера и др., посвященные сложным зубчатым системам.

Ко второй группе относятся те работы, которые рассматривают вопросы, связанные с совершенствованием конструкций зубчатых механизмов и их расчетов. Значительный вклад в этой области внесли такие ученые, как В.Н. Кудрявцев, Л.Н. Решетов, Е.П. Руденко, М.Д. Генкии, Ю.Н. Кирдяшев, Ю.А. Державец, А.Ф. Крайнев, Э.Л. Айрапетов, И.В. Сигов, И.П. Шустер, В.М. Ястребов и др.

Работа, выполненная профессором М.А. Крейнесом и М.С. Розовским, дает практические пути синтеза планетарных передач. Работа проф. М.А. Крейнеса «Синтез регулярных зубчатых механизмов» по его собственному мнению выводит кинематику механизмов из состояния беспомощности.

Этот метод синтеза планетарных передач был создан д.ф.-м.н. М.А. Крейнесом, кандидатами технических наук Н.С. Мюнстером и М.С. Розовским в 40-х годах XX века. Он сводит задачу к построению такого механизма, который создает между угловыми скоростями основных звеньев связи, эквивалентные заданной системе линейных уравнений.

Обратим особое внимание на идеи проф. М.А. Крейнеса.

Профессором М.А. Крейнсом были впервые даны основы общей теории выбора схем регулярных зубчатых механизмов [9]. Регулярные зубчатые механизмы включают в себя как зубчатые передачи с неподвижными в пространстве осями, так и планетарные и дифференциальные механизмы, применяющиеся в различных областях машиностроения.

Регулярные зубчатые механизмы должны удовлетворять следующим требованиям:

1) в их состав входят лишь неподвижное звено, другие основные звенья и их сателлиты, и звенья механизма образуют между собой кинематические пары двух видов пары вращения (5-го класса) и пары зацепления (4-го класса);

2) если в механизме вывести из зацепления все зубчатые колеса (уничтожить у них зубцы), то ограничений на условие скорости основ-звеньев (кроме неподвижного) и сателлитов механизм накладывать не будет.

В соответствии с этими требованиями передачи обладают следующими свойствами: все связи, налагаемые регулярным зубчатым механизмом на его шарниры, на углы поворота его звеньев, образующих шарниры с неподвижным звеном, на углы поворота его звеньев, имеющих неподвижные в пространстве оси вращения, могут быть записаны в виде уравнений.

Суть метода синтеза М.А. Крейнса планетарных редукторов состоит в выборе планетарного механизма, состоящего из K трехзвенных механизмов.

Если регулярные зубчатые механизмы удовлетворяют выше приведенным требованиям и налагают на углы поворота звеньев определенные связи, то такую связь можно выразить в виде линейных уравнений. Рассмотрим эти связи на примере механизмов, приведенных на рисунке 1.3.1а, б. Обозначим через α_1, α_2 и α_3 - величины углов поворота колес 1, 2 и 3, а через i передаточное отношение от центрального колеса 1 к 2 при остановленном водиле 3. Если рассмотреть относительные угловые перемещения солнечных шестерен 1 и 2 по отношению к водилу 3, то получим

$$(\alpha_1 - \alpha_3)/(\alpha_2 - \alpha_3) = i, \text{ откуда}$$

$$i\alpha_2 - \alpha_1 = \alpha_3(i-1) \text{ или} \quad (1.1.)$$

$$i\alpha_2 - \alpha_1 - (i-1)\alpha_3 = 0.$$

Уравнение (1.1) выражает линейное соотношение между тремя углами элементарного дифференциального механизма.

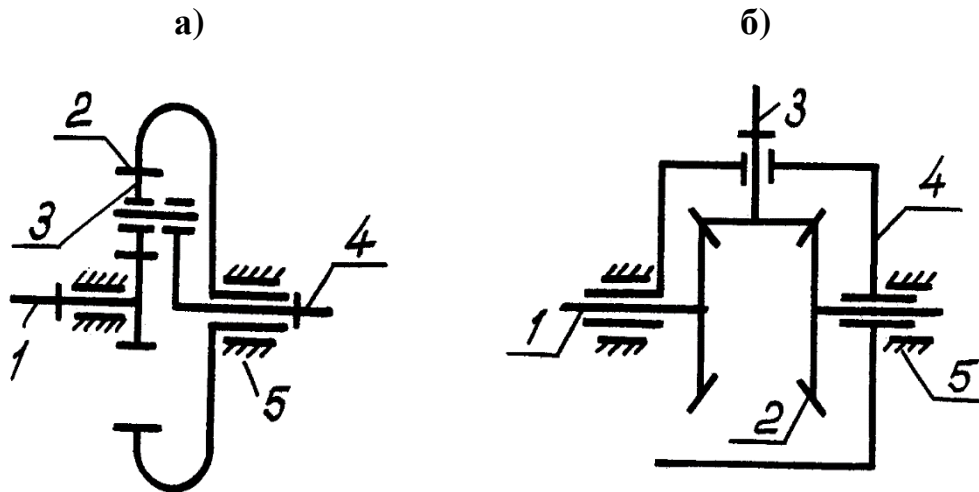


Рис. 1.1 Зубчатые механизмы с подвижными осями колес

Можно решать и обратную задачу. Допустим, известна линейная зависимость между отдельными углами механизма, тогда по известным зависимостям можно построить механизм, воспроизводящий это соотношение.

Рассмотрим общий случай уравнения (1.1) с рациональными коэффициентами

$$a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + a_3\alpha_3 = 0, \text{ где } a_1 + a_2 + a_3 = 0. \quad (1.2)$$

Величину α_3 отнесем к водилу и заметим, что уравнения (1.1) и (1.2)

эквивалентны

$$\frac{i}{a_1} = -\frac{1}{a_2} = \frac{1-i}{a_3}, \text{ откуда } i = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}.$$

В зависимости от значения i можно получать различные схемы:

а) если $i < 0$, то получаем механизмы видов (Рис. 1.2 а и б),

б) если $i > 0$, то получаем механизмы видов (Рис. 1.3 а и б).

а)

б)

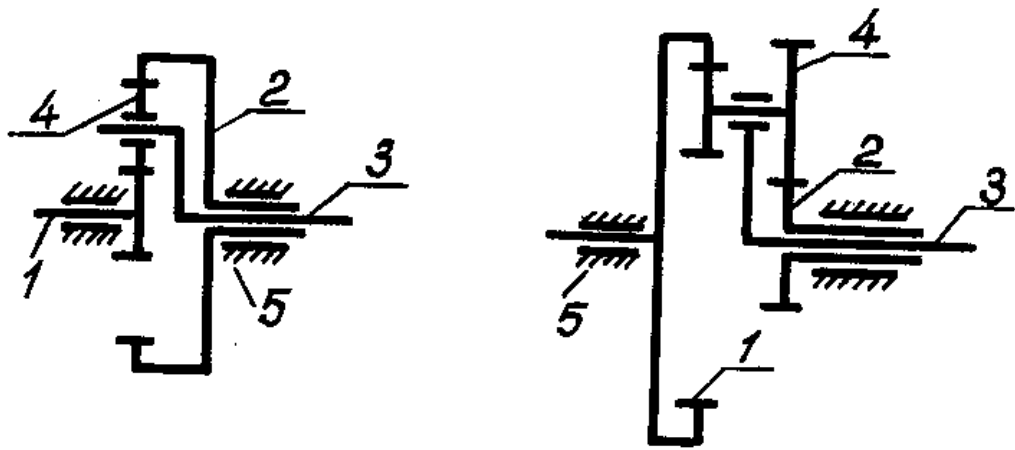


Рис. 1.2. Схемы зубчатых механизмов при $i < 0$

а)

б)

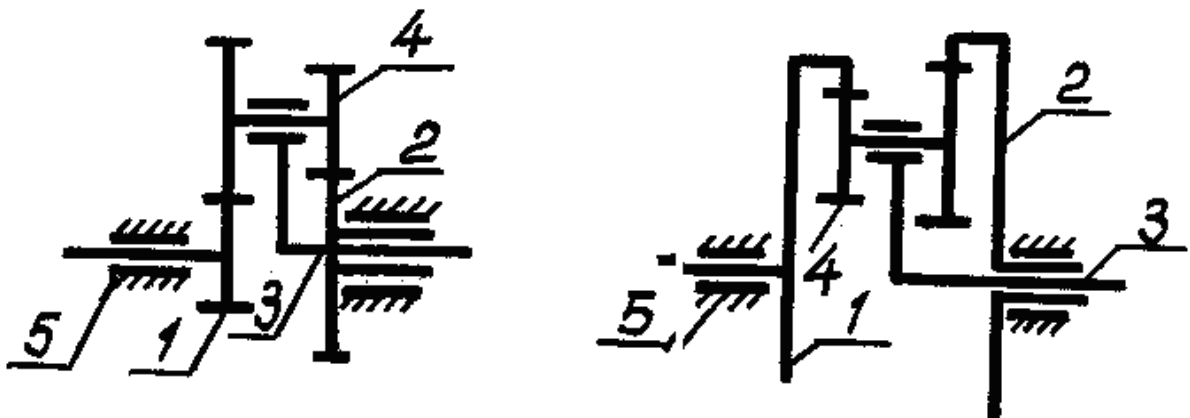


Рис. 1.4. Схемы зубчатых механизмов при $i > 0$

Интересным является случай, когда из трех коэффициентов a_1, a_2, a_3 один равен нулю, например $a_3 = 0$. Тогда $a_1 = a_2$ и уравнение (1.2) получит вид

$$\alpha_2 - \alpha_1 = 0.$$

Указанное соотношение можно реализовать с помощью муфты, соединяющей валы колес 1 и 2, либо с помощью механизма (Рис. 1.5)

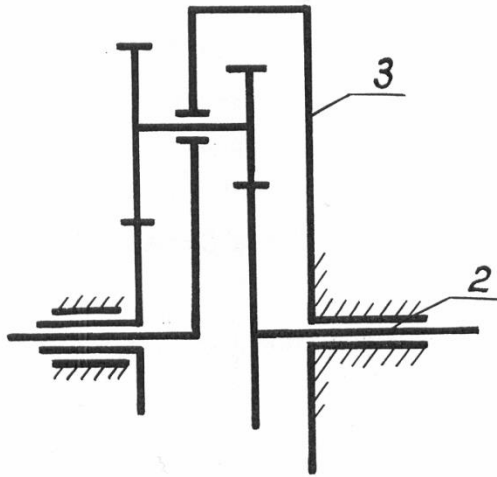


Рис. 1.5. Зубчатый механизм, реализующий уравнение

$$\alpha_2 - \alpha_1 = 0$$

Регулярные зубчатые механизмы накладывают на угловые скорости основных звеньев связи, описываемые линейными однородными уравнениями с постоянными рациональными коэффициентами.

Каждый трехзвенный механизм воспроизводит уравнение вида

$$\frac{\omega_1 - \omega_3}{\omega_2 - \omega_3} = i. \quad (1.3)$$

Если считать, что механизм состоит из K трехзвенных механизмов, то имеем систему, состоящую из K таких уравнений

$$\begin{aligned} \omega_{p1} - \omega_{r1} &= i_1(\omega_{q1} - \omega_{r1}), \\ \omega_{p2} - \omega_{r2} &= i_{21}(\omega_{q2} - \omega_{r2}), \\ \omega_{pk} - \omega_{rk} &= i_k(\omega_{qk} - \omega_{rk}), \end{aligned} \quad (1.4)$$

где p и q - любые два основных звена механизма, r - водило.

Если регулярный зубчатый механизм состоит из основных звеньев $1, 2, 3, n$ и неподвижного звена γ , то этот регулярный зубчатый механизм устанавливает между угловыми скоростями основных звеньев связи, состоящие из уравнения $\omega_\gamma = 0$, и всех уравнений вида

$$\begin{aligned}
\omega_{p1} - \omega_{r1} &= i_1 (\omega_{q1} - \omega_{r1}), \\
\omega_{p2} - \omega_{r2} &= i_{21} (\omega_{q2} - \omega_{r2}), \\
\omega_{pn} - \omega_{rn} &= i_n (\omega_{qn} - \omega_{rn}), \\
\omega_\gamma &= 0.
\end{aligned}
\tag{1.5}$$

Уравнения вида (1.5), отображающие связь в любом регулярном зубчатом механизме, называются канонической системой уравнений.

Комбинаторные и графоаналитические методы синтеза и анализа регулярных зубчатых механизмов разработаны М.С. Розовским. При этом самый элементарный зубчатый механизм состоит из одного трехзвенного механизма, включающего ведущее звено O , ведомое звено ∞ и неподвижное звено γ .

Если механизм состоит из двух или более трехзвенных механизмов, то такой механизм включает кроме указанных звеньев и вспомогательное звено. Число вспомогательных звеньев обозначается буквой S и определяется по формуле

$$S = k + l - m,$$

где k - число трехзвенных механизмов;

l - число степеней свободы механизма;

m - число подвижных рабочих звеньев.

Если редуктор состоит из одного трехзвенного механизма, то он включает два подвижных рабочих звена O , ∞ и неподвижное звено γ . В этом случае единственно возможная структура передачи $O\infty\gamma$.

В настоящее время зубчатые механизмы широко применяются в различных отраслях промышленности, в частности на станках, грузоподъемных машинах, автомобилях, сельскохозяйственных и технологических машинах. Зубчатые механизмы включают в своем составе кинематические пары пятого P_5 и четвертого P_4 классов.

При исследовании кинематических цепей за основу цепи принимается наиболее сложное - базисное звено, определяемое числом его геометрических

элементов τ , обозначаемое как τ - угольник. Это звено принимается за основу любой цепи и организует в цепи τ кинематических пар с другими звеньями. К τ - угольнику могут присоединяться звенья различной сложности. Для синтеза плоских механизмов универсальная структурная система примет вид:

$$\left. \begin{aligned} p_5 + p_4 &= \tau \cdot n_\tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n &= n_\tau + n_{\tau-2} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W &= 3n - 2p_5 - p_4, \end{aligned} \right\} (1.6)$$

где τ - число геометрических элементов базисного звена, τ - угольника,

n_i - число звеньев, добавляющих в цепь по i кинематических пар,

W - подвижность кинематической цепи,

n - число подвижных звеньев.

В плоских зубчатых механизмах всегда соблюдается условие [1]

$$p_5 = n. \quad (1.7)$$

С учетом того, что $p_5 = n$ развернутая формула П.Л.Чебышева запишется, как

$$p_4 = n - W. \quad (1.8)$$

Учитывая (1.7) и (1.8) из первого и второго уравнения системы можно определить значение звеньев, добавляющих в цепь одну и две кинематические пары n_1 и n_2 .

$$n_1 = (\tau + W - 2) + (\tau - 3)n_{\tau-1} + \dots + (i - 2)n_i + \dots + n_3 \quad (1.9)$$

Обозначим значение после первой скобки уравнения (1.10) через Q , тогда

$$Q = (\tau - 3)n_{\tau-1} + \dots + (i - 2)n_2 + \dots + n_3, \quad (1.10)$$

тогда зависимость (1.10) примет вид

$$n_1 = \tau + W - 2 + Q, \quad (1.11)$$

где Q – целое положительное число, включая ноль. Оно может принимать значения $Q=1,2,3,4$ и т.д.

Для зубчатых механизмов при $W=1$ зависимость (1.11) упростится до вида

$$n_1 = (\tau - 1) + Q . \quad (1.12)$$

Значение n_2 определим из второго уравнения универсальной структурной системы

$$n_2 = n - 1 - n_{\tau-1} - \dots - n_i - \dots - n_3 - n_1 . \quad (1.13)$$

В зависимости (1.10) независимым задаваемым параметром является τ . Начнем со структур, когда τ принимает значение равно 2. Для этого случая, уравнение (1.10) Q может принимать единственное значение $Q=0$.

По зависимости (1.10) найдем, что $n_1 = 1$, а по зависимости (1.11) с учетом того, что в цепи с $\tau = 2$ не могут быть использованы звенья n_2 , получим $n = 2$. Тогда, согласно условия $p_5 = n$ и (1) $p_5 = 2, p_4 = 1$. И, при $\tau = 2$ найдем единственное решение, а именно $n = 2, n_1 = 1, p_5 = 2, p_4 = 1$.

Примем теперь за наиболее сложное базисное – треугольное звено, т.е. зададим $\tau = 3$. И в этом случае, согласно (1.9) Q не может иметь иных значений, кроме нуля.

По зависимости (1.11) найдем, что значение $n_1 = 2$, а по зависимости (1.13) получим

$$n_2 = n - 1 - n_1 = n - 3 . \quad (1.14)$$

Из (1.14) следует, что для зубчатых механизмов с $\tau = 3$ необходимо рассматривать значения n , начиная с $n = 3$.

Ограничимся значениями n до шести включительно. Для каждого n по (1.11), (1.13), (1.6) определяем значения n_1, n_2, p_5, p_4 и все полученные решения сведем в таблицу 1.

Таблица 1.

Номер решения	Число звеньев, n	Число звеньев, n_1	Число звеньев, n_2	Число кинематических пар, p_5	Число кинематических пар, p_4
1	3	2	0	3	2
2	4	2	1	4	3
3	5	2	2	5	4
4	6	2	3	6	5

Рассмотрим решение под номером 1, т.е. $n=3$, $n_1=2$, $n_2=0$, $p_4=2$, $p_5=3$

Этому решению соответствует схема зубчатого механизма приведенный рисунке 1.6.

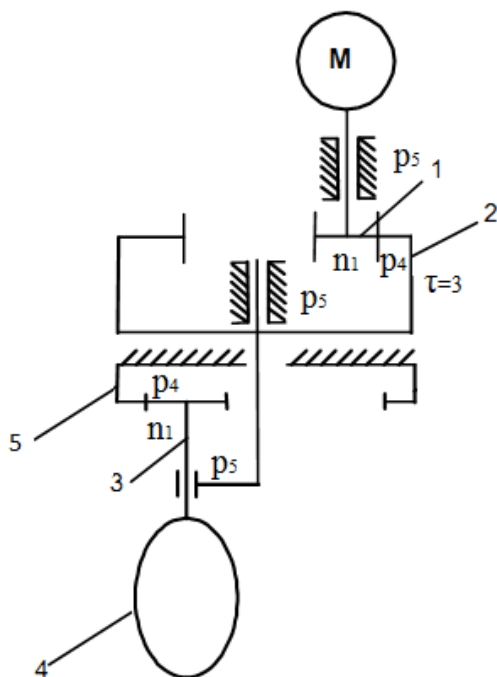


Рисунок 1.6 – Структурная схема зубчатого механизма при $n=3$, $n_1=2$, $n_2=0$, $p_4=2$, $p_5=3$.

Данный зубчатый механизм применяется в конструкции взбивальных машин типа МВ-10, предназначенных для механизации процесса приготовления различных кондитерских смесей (безе, взбитых сливок, муссов, самбуков, кремов и т.д.). Приведенный зубчатый механизм состоит из трех подвижных звеньев, на подвижном звене 3 установлена насадка, выполняющее планетарное движение. Крутящий момент с вала электродвигателя, через звенья 1,2 передается звену 3. При вращении электродвигателя рабочий орган 4 вместе с зубчатым колесом 3 обкатывается по солнечному колесу 5, что и обеспечивает планетарное движение рабочего органа. Поскольку зацепление солнечного колеса и шестерни внутреннее, то движение точек взбивателя осуществляется по удлиненной гипоциклоиде. При такой траектории движения наибольшая скорость точек взбивателя – ближе к центру бачка, при этом воронка не образуется и процесс протекает быстрее.

По данному решению 1 можно также построить схему зубчатого механизма, приведенный на рисунке 1.7, который применяется в конструкциях взбивальных машин периодического действия марки МВ-35. Он отличается тем, что зацепление зубчатых колес 1 и 2 являются внешними.

Взбивальная машина периодического действия марки МВ-35 с вертикальной осью вращения взбивального органа применяется для взбивания сливок, яиц, кремов и других кондитерских масс, а также для замешивания сахарных сортов теста для венских изделий и бисквита. [2]

Она состоит из плиты, станины, электродвигателя, коробки скоростей, при помощи которой передается вращение от двигателя к взбивателю и осуществляется изменение скорости его вращения.

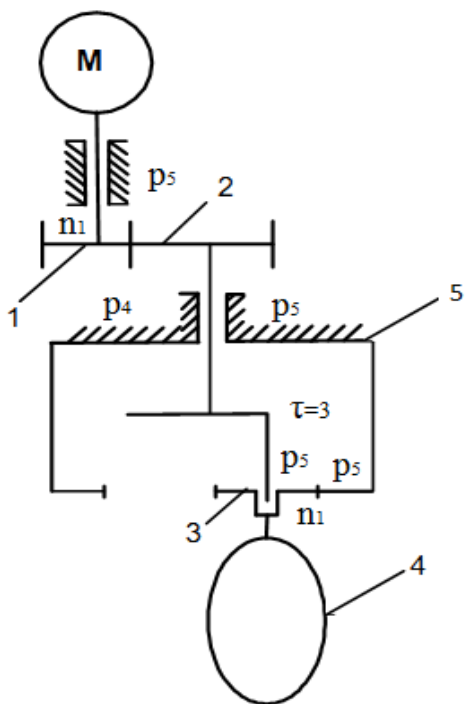
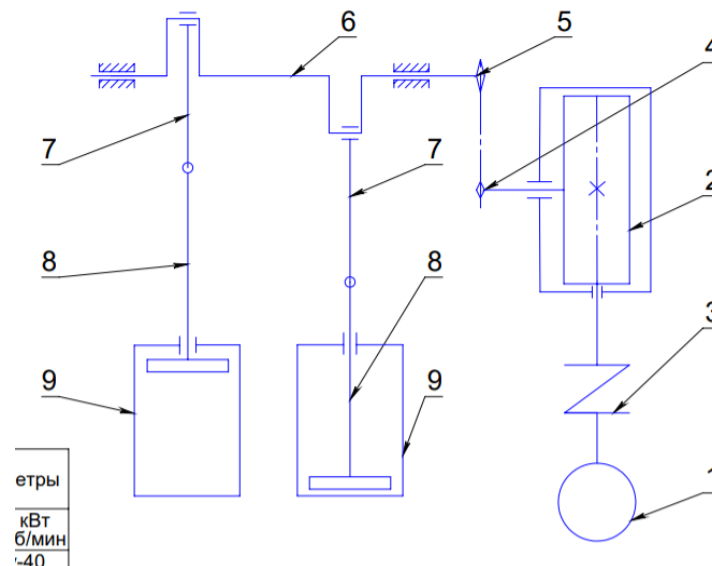


Рисунок 1.7 – Структурная схема зубчатого механизма при $n=3$, $n_1=2$, $n_2=0$, $p_4=2$, $p_5=3$.

Рассмотрим решение под номером 2. т.е. $n=4$, $n_1=2$, $n_2=1$, $p_4=4$, $p_5=3$. Этому решению соответствует схема зубчатого механизма приведенный на рисунке 1.8.

Данный зубчатый механизм применяется в конструкции взбивальных машин типа МВ-6 предназначенных для приготовления сливок, муссов, майонеза и других изделий. Она состоит из взбивальных инструментов, получающих планетарное движение от привода.



Предварительно определим КПД привода.

В общем виде к.п.д. передачи определяется по формуле:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots \eta_i,$$

где η_i - к.п.д. отдельных элементов привода.

Для привода данной конструкции к.п.д. определяется по формуле:

$$\eta_{пр} = \eta_{подш}^2 \cdot \eta_{чп} \cdot \eta_{цп} \cdot \eta_m,$$

где $\eta_{подш}$ - к.п.д. подшипников качения; $\eta_{подш} = 0,99$;

$\eta_{чп}$ - к.п.д. червячной передачи; $\eta_{чп} = 0,84$;

$\eta_{цп}$ - к.п.д. цепной передачи; $\eta_{цп} = 0,93$;

η_m - к.п.д. муфты; $\eta_m = 0,98$.

$$\eta_{пр} = 0,99^2 \cdot 0,84 \cdot 0,93 \cdot 0,98 = 0,75$$

Рассчитаем требуемую мощность двигателя:

$$P_{номр} = \frac{P_{вых}}{\eta_{пр}} = \frac{3,8}{0,75} = 5,07 \text{ кВт}$$

Выбираем двигатель серии АИР с номинальной мощностью

Рном

= 5,5 кВт, применив для расчета четыре варианта типа двигателя

[3,

с. 390] (см. таблицу 1.1)

Таблица 1.1

Вариант	Тип двигателя	Номинальная мощность Pном, кВт	Частота вращения, об/мин	
			синхронная	при номинальном режиме пном
1	АИР100L2У3	5,5	3000	2850
2	АИР 112М4У3	5,5	1500	1432
3	АИР 132S6У3	5,5	1000	960
4	АИР 132М8У3	5,5	750	712

1. Определение передаточного числа привода и его ступеней

Находим общее передаточное число для каждого из вариантов:

$$u = \text{пном}/\text{пвых} = \text{пном}/70.$$

Производим разбивку общего передаточного числа, принимая для всех вариантов передаточное число редуктора $u_{\text{чп}} = 20$:

$$U_{\text{рп}} = u/u_{\text{чп}} = u/20.$$

Данные расчета сводим в таблицу 1.2

Таблица 1.2

Передаточное число	Варианты			
	1	2	3	4
Общее для привода	40,7	20,5	13,7	10,2
Плоскоременной передачи	2,04	1,02	0,685	0,501
Зубчатого редуктора	20	20	20	20

Из рассмотренных четырех вариантов выбираем первый

($u=2,04$; $\text{пном} = 3000$ об/мин).

Согласно заданию общее передаточное число привода равно:

$$U_{\text{общ}} = U_{\text{шп}} \cdot U_{\text{чп}} = 2,04 \cdot 20 = 40,8.$$

Частота вращения вала электродвигателя и входного вала.

$$n_{\text{эд}} = n_1 = 2850 \text{ мин}^{-1}.$$

Частота вращения выходного вала

$$n_2 = \frac{n_1}{U_1} = \frac{2850}{20} = 142,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Частота вращения вала взбивалки

$$n_3 = \frac{n_2}{U_2} = \frac{142,5}{2,04} = 70 \text{ мин}^{-1}.$$

Процент фактического передаточного числа относительно номинального:

$$\Delta U = \left| \frac{U_\phi - U_p}{U_p} \right| \cdot 100\% = \frac{40,8 - 40,7}{40,7} \cdot 100\% = 0,25\%.$$

Так как при $[\Delta U] = 4\%$ выполняется условие $\Delta U \leq [\Delta U]$, то делаем вывод, что кинематический расчет выполнен удовлетворительно.

Мощности, передаваемые отдельными частями привода:

$$P_1 = P_{\text{номр}} \cdot \eta_M \cdot \eta_{\text{мн}} = 5,07 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 4,92 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{подш}} \cdot \eta_{\text{чп}} = 4,92 \cdot 0,99 \cdot 0,84 = 4,091 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{ц}} = 4,091 \cdot 0,93 = 3,8 \text{ кВт}.$$

Угловые скорости зубчатых колес:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 2850}{30} = 298,3 \text{ рад/с};$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{U_1} = \frac{298,3}{20} = 14,915 \text{ рад/с};$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{U_2} = \frac{14,915}{2,04} = 7,31 \text{ рад/с}.$$

Вращающие моменты:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{4,92 \cdot 10^3}{298,3} = 16,5 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{4,091 \cdot 10^3}{14,915} = 274,3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = \frac{P_3}{\omega_3} = \frac{3,8 \cdot 10^3}{7,31} = 519,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

Результаты кинематического расчета.

Параметры	Вал №1	Вал №2	Вал №3
$n, \text{мин}^{-1}$	2850	142,5	70
$P, \text{кВт}$	4,92	4,091	3,8
$T, \text{Н} \cdot \text{м};$	16,5	274,3	519,8
U	20	2,04	-
$\omega, \text{рад/с}$	298,3	14,915	7,31

Выводы к главе III

Таким образом, можно заключить, что, применение универсальной структурной формулы дает возможность синтезировать схемы зубчатых механизмов различной сложности в различных отраслях промышленности.

Кинематический расчет проводится с целью определения окружных скоростей рабочих органов машины (исполнительных механизмов), промежуточных передач (передаточных механизмов) и т.д.

Кинематический расчет передаточных механизмов сводится к следующему:

- определяется общее передаточное отношение вала электродвигателя до вала, на котором крепится ведущее звено исполнительного механизма;
- распределяется общее передаточное отношение всей кинематической цепи привода между отдельными механизмами, составляющими эту кинематическую цепь;
- определяются конструктивные параметры каждого передаточного механизма;
- определяются частоты вращения каждого звена, каждого передаточного механизма (вала) кинематической цепи;
- определяются скорости перемещения поступательно движущихся элементов передаточных механизмов (винтов, гаек, реек и т.д.)

ГЛАВА IV Экспериментальное исследование технологической линии производства национального напитка кымыз

Годом ранее была исследована технологическая линия производства национального напитка кымыз. Были предложены две технологические линии: 1) традиционным методом, 2) в промышленных условиях.

В 1 кг зрелого кымыза содержится 20 г белка, в 10 раз больше витаминов по сравнению с коровьим молоком, наблюдается богатый арсенал ферментов и минералов, которые сохраняются практически в неизменном виде.

Однако состав летучих кислот и ароматических веществ в кымызе изучен до сих пор слабо. Установлено, что диацетил и ацетоин в кымызе вообще отсутствуют. Появление их служит признаком его порчи, тогда как содержание диацетила и ацетоина в кисломолочных продуктах коровьего молока рассматривается как показатель их высокого качества и ароматичности.

Антибиотические свойства кымыза образуются благодаря жизнедеятельности дрожжевых грибков, выделяющих специфичные вещества, которые активны по отношению к бактериям, в том числе к туберкулезной палочке. Молочная кислота действует на секреторную функцию желудка, а углекислота вызывает возбуждающее действие на дыхание и кровяное давление. Таким образом, перечисленные уникальные свойства кымыза позволяют широко использовать его в качестве тонизирующего напитка для спортсменов, посетителей оздоровительных центров, для людей после длительных физических и интеллектуальных нагрузок, а также в качестве лечебного или профилактического средства[15].

Основным сырьем для производства кымыза является свежее кобылье молоко и различные виды заквасок.

Химический состав и свойства кобыльего молока

Химический состав и некоторые свойства молока кобылиц изучены в СНГ наиболее полно по сравнению с молоком других животных (кроме коров)[15,16,17,18].

Молоко кобыл, в отличие от молока других сельскохозяйственных животных, содержит значительно больше (около 6,5 %) лактозы (молочного сахара) и имеет определенный набор минеральных солей, микроэлементов, витаминов и ферментов [16]. Установлено большое содержание в сывороточных белках серо содержащих аминокислот. Они более полноценны, чем казеин, то есть организм способен быстро их переваривать. По всем этим показателям молоко эквидов (лошади, осла) сходно с женским. Именно поэтому считается, что кобылье молоко представляет лучший естественный заменитель материнского молока для грудных детей, нуждающихся в искусственном вскармливании [17].

В молоке кобыл содержится 6-7 % сахара, что в 1,3-1,5 раза больше, чем в молоке жвачных, но не богато молочным жиром (1,2-2,5 %), который по физико-химическим свойствам значительно отличается от жира других животных(см. табл. 1.1). По сравнению с коровьем, он имеет более мелкие жировые шарики, средняя величина их составляет 2,1 мкм, а также более низкую точку плавления и застывания, что указывает на наличие в нем жидких непредельных и высокомолекулярных жирных кислот, способных быстро окисляться [18].

В молоке кобылы содержится, % лактозы 59-62, белка 15-20, жира 13-18, минеральных солей 3,5-4,0. Общее количество сухого вещества в молоке кобыл разных пород колеблется от 10 до 11,4 %, в кымызе сокращается до 6,8-8,6% [16].

Кобылье молоко, идущее на производство кымыза, должно быть получено от здоровых животных, находящихся под наблюдением ветеринарных работников. Молоко не должно иметь посторонние привкусы и запахи, содержать ядохимикаты и патогенные микробы, кислотность - не выше 7°Т, плотность 30-33% ареометра, содержание жира не ниже 1%. Перед началом

доения вымя кобыл тщательно обрабатывают теплой водой (не выше 45°C), а затем обтирают чистым сухим полотенцем. Молоко идет в переработку в парном виде, а при необходимости хранения (транспортировки) требуется охладить его до температуры не выше 10°C. Для охлаждения молока используют холодильные установки, естественные водные источники (ручьи, колодцы, родники).

Таблица 5 – Соотношение химического состава молока

Молоко	кислотность, Т	Химический состав, %						Удельный вес, г/см ³
		сухое в-о	жир	козеин	альбумин	сахар	зола	
кобылы	5	10,1	1,4	1,05	1,03	6,3	0,3	1,034
коровы	17	12,5	4,8	2,9	0,4	4,3	0,7	1,032
козы	15	13,7	4,37	2,46	0,63	4,86	0,8	1,033
женское молоко	-	12,6	3,76	0,91	1,23	6,29	0,3	-

Технология приготовления кымыза довольно проста, но затратная. Самая первая и трудоемкая задача в изготовлении данного продукта — получить чистое кобылье молоко. Доят кобыл быстро (20 сек.) и часто — по 4-6 раз в день. Это связано с тем, что кобылы имеют небольшое вымя и ограниченный срок молокоотдачи, но в то же время они способны интенсивно синтезировать молоко в количествах 1400-3000 кг за 210 дней лактации [9]. Средняя молочная продуктивность и основные показатели качества молока кобыл разных пород отражены в таблице.

Из таблицы 1 следует, что согласно ГОСТ 10-233-99, предъявляющего требования к молоку-сырью кобыл для переработки в кымыз (содержание белка — 2,0%, жира — 1,0%), отвечают требованиям стандарта тяжелоупряжные породы и их помеси с местными породами, а также киргизская и ново киргизская породы лошадей [18].

Таблица 6 – Средняя молочная продуктивность и основные показатели качества молока кобыл разных пород.

Порода	Общая молочная продуктивность за 5 мес. лактации, кг	Среднесуточный удой, кг	Содержание белков, жиров и сахаров, %		
			белок	жир	сахар
Башкирская местная	1558	9,5	1,71	0,77	6,59
Башкирская молочного типа	2175	14,1	1,83	1,77	6,16
Казахская типа джабе	2173	14,2	1,99	1,88	6,60
Казахская, улучшенная тягеловозами	2529	16,5	-	-	-
Киргизская местная	1937	12,6	2,10	1,80	6,90
Новокиргизская	2586	16,9	2,14	1,85	6,33
Карабайрская	1632	10,7	1,93	2,00	6,75
Советская тягеловозная	2424	16,2	2,0	1,5	7,4
Русская тягеловозная	2407	16,0	2,0	1,3	7,0
Местные, улучшенные тягеловозами (Новосиб. обл.)	2200	14,4	-	-	-
Местные, улучшенные рысаками (Новосибирская обл.)	2000	13,7	-	-	-

4.1 Закваски, состав и виды заквасок

Известно, что кумыз получается в результате двойного брожение – молочнокислого и спиртового. В результате разложения молочного сахара в кумызе накапливается до 3,5 % этилового спирта, около 1 % молочной кислоты и углекислый газ. Кроме этого в процессе брожения образуются различные биологически активные, ароматические вещества и ферменты.

Следует отметить, что кумызное брожение всегда сопровождается ферментативным гидролизом белков молока и переводом их в более удобоваримые соединения. В процессе кумызного брожения происходит значительное увеличение количества протеозопептонов и свободных аминокислот. Глубокое изменение белковых веществ в кумызе связано как со спецификой кумызной микрофлоры, так и с высоким содержанием ряда ферментов переаминирования. Содержание их в процессе кумызного брожения увеличивается в 2—3 раза, достигая максимума в кумызе средней крепости. Эти химические соединения находятся в кумызе в небольшом количестве. Однако они придают ему специфический вкус и запах. Для изготовления кумыза традиционным способом применяли в прошлом и используют сейчас различные естественные закваски [19]:

смесь пшеничной муки, меда и пивных дрожжей;

смесь пшена, солода и меда.

В Башкирии, Бурятии, Казахстане и Киргизии, где в основном производится кымыз, в качестве закваски широко используют катык – национальный молочнокислый продукт из коровьего молока. Только в Киргизии ежегодно производят до 1 млн. литров кымыза.

Однако, в Башкирии, Казахстане, Кыргызстане, Бурятии кымызную закваску готовят по-разному. В Башкирии, например, первичную кымызную закваску готовят из катыка (национальный кисломолочный продукт из коровьего молока), иногда с добавкой отвара зерна или сахарного сиропа.

В Казахстане и Кыргызстане для закваски с осени оставляют на хранение «кор» - белковый осадок, появляющийся на стенках кожаных мешков (тарсуков или саб), в которых готовят кымыз. Сабу вместе с «кором» осенью хорошо просушивают и хранят до весны. Весной в нее вливают порциями кобылье молоко, микрофлора активизируется, в результате чего развивается кымызное брожение [20].

В случае изготовления свежего кымыза зачастую в качестве повседневной кымызной закваски используют часть свежеприготовленного крепкого кымыза. Такая закваска, ежедневно несколько раз омолаживаемая свежим сырым кобыльим молоком, сохраняет свою активность месяцами и даже годами.

При производстве кымыза в условиях производства закваску готовят на чистых культурах молочнокислой болгарской палочки и молочных дрожжей, сбразивающих молочный сахар и обладающих антибиотической активностью. Первоначально готовят лабораторную закваску, а из нее - производственную. При внесении закваски в молоко кислотность смеси должна быть $50-60^{\circ}$ по Тернеру. Количество закваски для того или иного количества молока определяют по так называемому *технологическому квадрату*. Суть которого сводится к следующему: Например, надо заквасить 100 л молока с кислотностью 5°T закваской, которая имеет кислотность 130°T , до кислотности 60°T [21].

Расчет:

$$\begin{array}{r}
 \text{закваска} \rightarrow 130^\circ \\
 \text{молоко} \rightarrow 5^\circ
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{r} \text{закваска} \\ \text{молоко} \end{array}} \right\} \text{смесь} \left. \vphantom{\begin{array}{r} \text{смесь} \\ \text{смесь} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 55^\circ \\ 60^\circ \\ 70^\circ \end{array} \left| \begin{array}{l} x \\ 100 \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l}
 130^\circ - 60^\circ = 70^\circ \\
 60^\circ - 5^\circ = 55^\circ \\
 x = \frac{55 \times 100}{70} = 80 \text{ л.}
 \end{array}$$

Таким образом, для заквашивания 100 л молока требуется при данных здесь условиях 80 л закваски. Методом технологического квадрата можно также рассчитать и потребное количество молока на то или иное количество закваски с определенной кислотностью.

Данный метод можно рекомендовать при получении кымыза в фермерских хозяйствах, в небольших производственных цехах в разных регионах республики.

Характеристика кымыза - как готового продукта

В соответствии с требованиями стандартной технологии, кымыз натуральный готовят трех категорий, характеристику каждой из которых приводим в таблице 2.3 [22].

Кымыз натуральный (из кобыльего молока) не должен содержать патогенных микроорганизмов.

Для расширения ассортимента, ВНИИ коневодства разработана технология приготовления кымыза с наполнителями. В качестве наполнителей использованы сухие фруктовые пюре (абрикосовое, черносмородинное и вишневое) сублимационной сушки, выпускаемые Кишиневским консервным комбинатом (ОСТ 18-93—72).

В зависимости от степени переброженности кобыльего молока кымыз делится на три сорта – слабый 75-90⁰T, средний – 91-105⁰C, крепкий – 106-120⁰T

Необходимо отметить, что наибольшее применение потребителей находят кымыз среднего сорта данные по характеристике кымыза сведены в (таблице 7)

Таблица 7 – Характеристика кымыза разных категориях

Показатели	Характеристика кымыза		
	слабого	среднего	крепкого
Консистенция	Жидкая, однородная, газированная, пенящаяся		

Продолжение

Таблица 7 – Характеристика кымыза разных категориях

Вкус и запах	Чистый, специфический для кымыза натурального без посторонних несвойственных доброкачественному продукту привкусов и запахов, кисломолочный, слегка дрожжевой щиплющий, со сливочным привкусом. Сладковатый - для слабого кымыза		
Цвет	Молочно-белый		
Кислотность общая °Т	70-80	81-100	101-120
Содержание спирта не более, %	1,0	1,5	3
Содержание жира не менее, %	1,0	1,0	1,0
Плотность г/см ³	1,025-1,021	1,020-1,018	1,017-1,015
Температуре при реализации °С, не выше	6	6	6

4.2 Технология производства кымыз

Приготовление кымыза — процесс сложный, подразумевающий несколько возможных методик и массу рецептов, но все они подчиняются схожим правилам. Два ингредиента, без которых, конечно, производство кымыза невозможно — это кобылье молоко и биологически активную

закваску кислотностью до 130 градусов по Тёрнеру. Такую закваску ещё называют крепким кымызом.

4.3. Старинные технологии производства кымыза

Производства кымыза издревне является национальным продуктом у народов Сибири (Якутия, Тува, Башкирии, Бурятия) и народов средней Азии [22].

У многих тюрко-монгольских народов кымыз является традиционным напитком. Имеются научные исследования, посвященные производству кымыза у башкир, монголов, кыргызов, алтайских урянхайцев. Хотя сейчас идет возрождение производства кымыза с применением различных заквасок..

Якуты кымызную закваску приготавливали из кобыльего молока, сыворотки сметаны, сухожилия лошади и тара, но с распространением земледелия закваской чаще всего стало служить кобылье молоко, заквашенное ячменной или пшеничной крупой.

Так например, до 1960–1970 гг. якуты в большинстве случаев готовили кымыз при помощи сухой закваски, заготовленной еще летом. Обычно на дне симиирэ в результате длительного приговления в нем кымыза скапливается творожистый белый осадок «кёйёргё», или «хойуу». Наряду с этим существовал и другой способ сохранения закваски до следующего кымызного сезона. В бывшем Верхоянском и Якутском округах осадок гущи вместе с небольшим количеством крепкого кымыза сливали в берестяной турсук, плотно закрыв деревянной крышкой, и хранили до следующей весны в погребе, где он часто замерзал. Весной его оттаивали, и промытые в теплой воде, процеженные через сито зерна, представляющие собой скопления молочнокислых бактерий, оживляли, налив сверху небольшое количество сыворотки сметаны, свежего кобыльего молока и молока яловой коровы. Посудой служило кожаное или берестяное ведерко, которое плотно закрывали и ставили в теплое место [21].

Тувинцы и их этнографические группы в Монголии и в Китае, алтайские урянхайцы и кок-мончакитоже готовили и употребляли кымыз. В летнее время они употребляли кымыз -*чигээ*. Его готовили главным образом в хозяйствах, где имелись большие табуны. Хозяйства, в которых лошадей было мало, не делали кымыза, так как доение кобылиц отрицательно сказывалось на росте и упитанности жеребят в условиях Алтая. Кымыз готовили традиционным для всех монголов способом. Для его получения необходима была закваска – *чигээнийхурунгу*. Лучшей закваской считался сам кымыз. Для этого поздней осенью, когда заканчивался удоиный сезон, кымыз замораживали в деревянной посуде и хранили до следующей весны. За зиму он не утрачивал свойства закваски. Весной его смешивали со свежим кобыльим молоком в кожаном бурдюке – *хухууреи* долго сбивали при помощи мутовки–*булуур*, после чего эта смесь начинала бродить. При сохранении определенной температуры через некоторое время молоко сбразивалось, и получался кымыз. Иногда закваску готовили другим способом: кусок чистого войлока пропитывали кымызом и хранили до следующей весны.

За зиму войлок подсыхал, но сохранял свойства закваски. Полученный таким способом кымыз – *чигээ* расходовали по мере надобности.

Кыргызы изготавливали кымыз следующим образом. Надаивалось молоко ведра два. Молоко немножко подогревают на огне и вливают в большой кожаный мешок с узким горлом (*саба*), где дают ему скиснуть. Пробыв в мешке дня два или три, закваска делается готовой. Тогда надаивают еще несколько ведер молока, вливают в *сабу* и начинают всю эту смесь взбалтывать особой скалкой, имеющей на том конце, который в *сабе*, большое расширение наподобие чашки. На следующее утро кымыз готов. Стараются сделать так, чтобы к вечеру в *сабе* осталось около ведра кымыза, который и служит закваской. В этот остаток вечером наливают опять молока столько, сколько требуется на завтрашний день, и так ежедневно. Взбалтывание кымыза продолжается каждый вечер; нужно не торопясь сделать от 700 до 1000 взбалтываний, и только тогда кымыз делается готовым и приятным на

вкус. Если молоко влито в сабу вечером, и там старого кымыза оставалось маловато, то наутро кымыз будет слабый. Если же этому кымызу дать возможность оставаться целый день нетронутым, то он обратится в такой крепкий, что, выпив чашку, можно и с места не подняться. Вообще крепость зависит от его выдержки. [23]

4.4. Технологии приготовления кымыза традиционным методом

Существуют способы приготовления кымыза: [24]

1. Коренной, народный, когда кымыз выдерживается в течение 2 – 3 суток;
2. Современный, ускоренный с выдержкой до 1 – 1,5 суток.
3. Промышленный способ.

Коренной, народный способ приготовления кымыза Молоко заквашивают сравнительно небольшими дозами закваски (15 – 20 %) и получают первоначальную кымызную смесь с более низкой кислотностью (от 30 до 40 °Т). При повышении кислотности до 60 – 70 °Т смесь снова омолаживают новой порцией свежего молока и вымешивают 15 мин. В течение дня смесь «омолаживают» столько раз, сколько раз доят кобыл. В конце дня, через 3 – 4 часа после последнего добавления молока, кымыз вымешивают в течение часа и оставляют в покое до утра. Утром готов односуточный кымыз. Часть его расходуют для закваски новых порций молока, а часть снова омолаживают уже небольшими порциями молока, чтобы поддержать активное брожение и во вторые сутки. Считающийся уже пригодным к употреблению 2-х суточный кымыз сливают в бочки и еще раз омолаживают. На третьи сутки получают вполне перебродивший 3-х суточный, ядреный кымыз, который высоко ценится коренными кымыздоделами. Ниже приведена технологическая схема приготовления кымыза народным способом (рисунок 1)

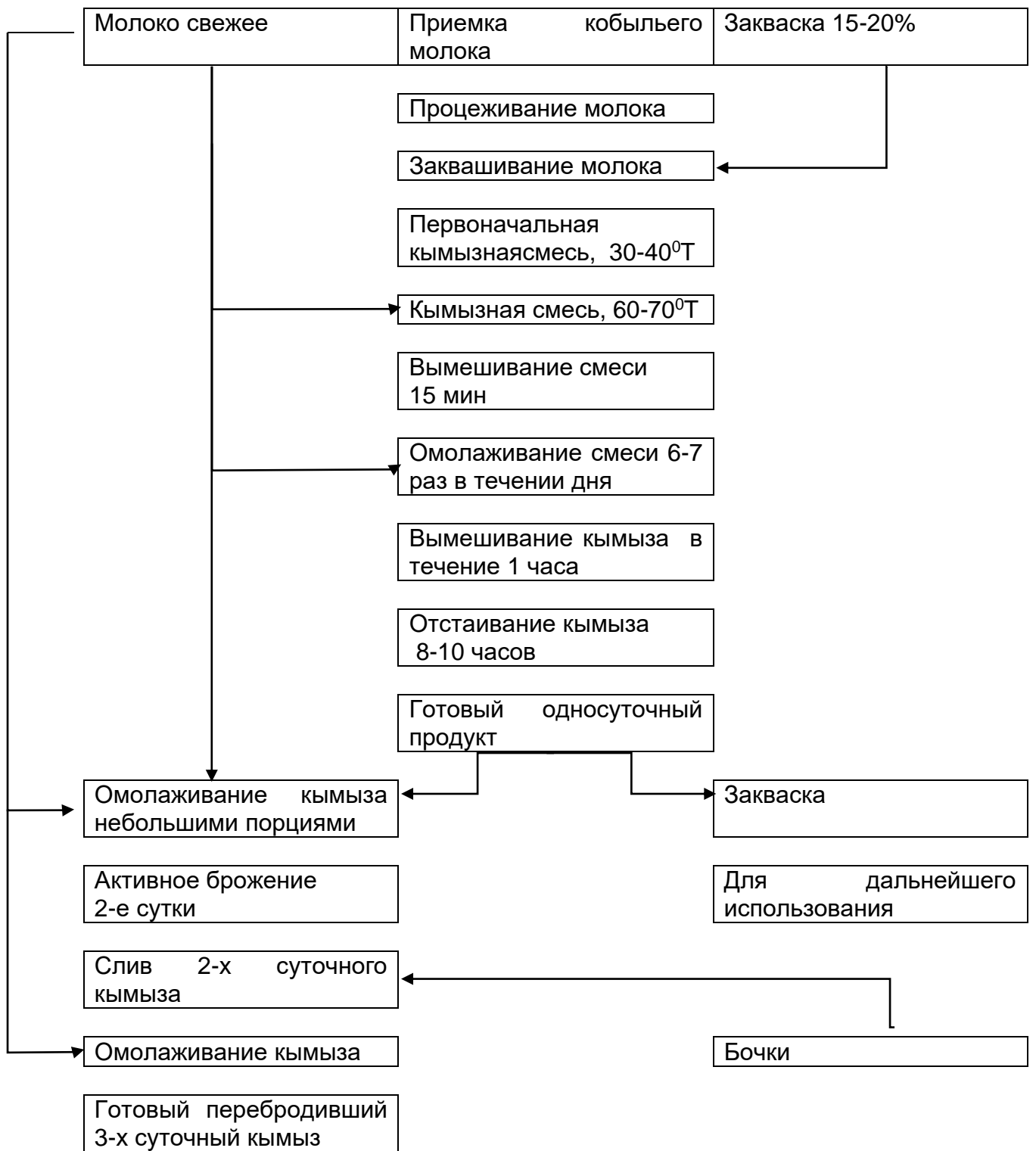


Рисунок 1 – Технологическая схема приготовления кымыза народным способом

Современный, ускоренный способ приготовления кымыза

По ускоренной методике с переходом на производство бутылочного кымыза период брожения укорачивается. [25]

Сначала разливали 2-х суточный кымыз, позднее – односуточный. В последнее время используют кымыз совсем без омоложения. В этом случае

кымызную смесь готовят из 40 – 50 % закваски и 50 – 60 % свежего молока. После увеличения кислотности до 60 – 70 °Т, что бывает почти сразу, смесь в течение 40 – 60 мин хорошо вымешивают и разливают в бутылки, которые герметически закрывают пробками. В закупоренных бутылках кымыз оставляют еще на 2 – 3 часа в кымызном цехе для продолжения брожения, а потом помещают в холодильную камеру с температурой 0 – 4 °С для охлаждения, дальнейшего созревания и хранения. За период охлаждения происходит самогазирование кымыза. Через 24 часа считая с момента заквашивания, кымыз готов к реализации.

Следует отметить, что кымыз приготовленное из одного сырья и из одной и той же закваски, но разными методами неодинаковы по составу, вкусу и аромату.

На многих мелких фермах кымыз готовят кустарным способом, в основном сложившимся в примитивных условиях кочевого хозяйства. При этом ограничиваются минимальным количеством инвентаря (деревянные кадушки-чиляки, кожаные мешки — саиба, ведра и т. п.). кымыз в бутылки не разливают, в качестве закваски в разных районах применяют кислое коровье молоко — айран (катык), смеси катыка с измельченным ячменем и другие. Качество кымыза при кустарном производстве получается различное и во многом зависит от искусства мастера, который его готовит. Такой примитивный способ не позволяет получать стандартный продукт и не отвечает требованиям промышленной технологии.

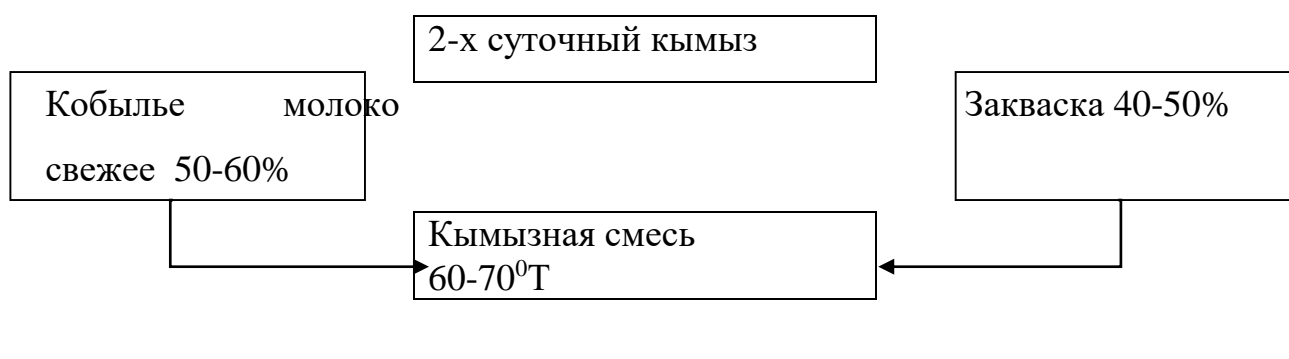




Рисунок 2 – Технологическая схема по ускоренному способу приготовления кымыза

Технология производства кымыза промышленным методом

Технология производство кымыза в производственных условиях начинается непосредственно с фермерского хозяйства где сразу после дойки молоко пропускают через фильтры из капроновой или лавсановой ткани. В случае необходимости хранения молока его охлаждают. Для охлаждения используют холодильные установки или проточную водо-проводную воду. В соответствии с требованиями отраслевого стандарта молоко должно быть получено от здоровых кобыл, без посторонних привкусов и запахов, кислотностью не выше 7° по Тернеру, плотностью 30—33° ареометра, с содержанием жира не ниже 1 %; не должно содержать остаточных

ядохимикатов и патогенных микроорганизмов; титр кишечной палочки должен быть не ниже 0,3, чистота по эталону — не ниже I группы [26].

Высокие требования к чистоте молока необходимы потому, что приготавливают кымыз без предварительной тепловой обработки молока (то есть без кипячения или пастеризации).

Полученное молоко с фермских хозяйств сразу после первичной обработки поступает на предприятие.

Молоко, поступившее в кымызный цех, после нормализации взвешивают или измеряют молокомером, затем повторно фильтруют и отбирают пробы для анализов. Приготовление кымыза начинают с заквашивания молока специальной закваской в ванне длительной пастеризации при температуре 26—28°C [27].

Молоко, поступившее в кымызный цех, взвешивают или измеряют молокомером, затем повторно фильтруют и отбирают пробы для анализов. Приготовление кымыза начинают с заквашивания молока специальной закваской в ванне длительной пастеризации при температуре 26—28°C. Состав заквасок был приведен выше. Первоначально готовят лабораторную закваску, а из нее – производственную. При внесении закваски в молоко кислотность смеси должна быть 50-60° по Тернеру. Смесь молока с закваской сразу же вымешивают в течение 20 мин (обороты мешалки 430—480 в мин). Вымешанную смесь оставляют в этой же емкости для созревания на 1 — 1 1/2 ч.

Созревший до 65—70°Т кымыз повторно вымешивают в течение 1 ч при тех же оборотах мешалки. За 15—20 мин до конца вымешивания в межстенное пространство ванны ВДП пропускают водопроводную воду, охлаждая кымыз до 17°C. Охлажденный кымыз разливают в стеклянные узкогорлые бутылки емкостью 0,38—0,5 л и герметически закрывают кронен-пробкой. На бутылки наклеивают этикетки и (помещают их и холодильную камеру с температурой не ниже 0° и не выше 4°C ^ для охлаждения, дальнейшего созревания и хранения. За период охлаждения происходит самогазирование кымыза в

герметически закрытых бутылках. Через сутки, считая с момента заквашивания, кымыз готов к (реализации). Общий срок хранения кымыза без снижения качества составляет трое суток. Поэтому потребитель может хранить его не более 2-х суток при температуре, не превышающей 6°C [27]. Ниже приводятся технологические схемы первичной обработки кобыльего молока и получения кымыза производственных условиях.



Рисунок 3 - Первичная обработка кобыльего молока в фермерских хозяйствах

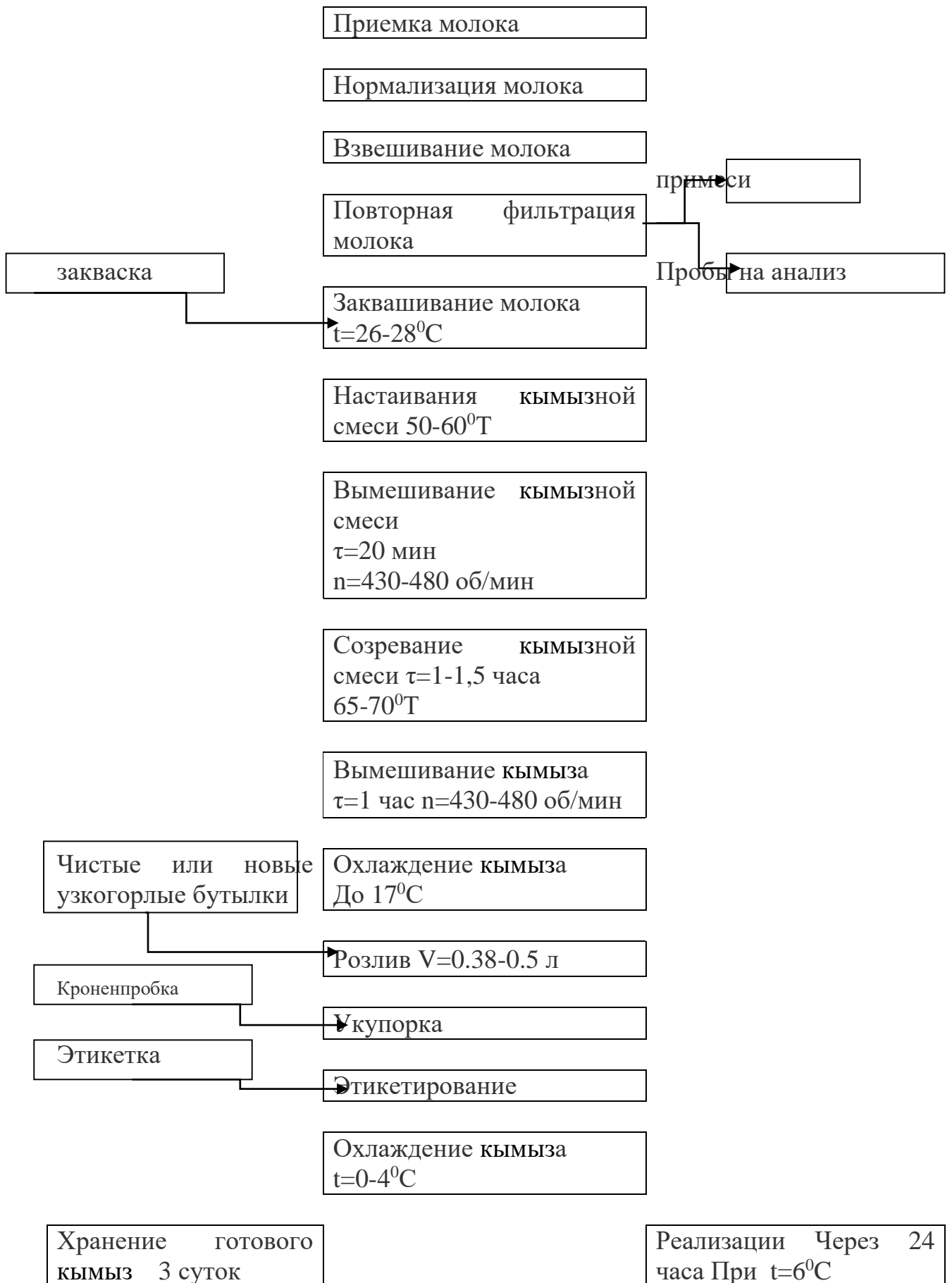
Рисунок 4 - Технологическая схема получения кымыза производственных условиях

В лаборатории кафедры в целях исследования физико-химических данных был проведен эксперимент. Анализ проводился из молока осеннего удоя. Целью было сравнение показателей осеннего с весенним удоем. Исследование весеннего молока предстоит в 2021 году. Экспериментальное исследование было проведено в лабораторных условиях, результаты лабораторного исследования приведены в таблице

Влажность воздуха – 31 %

Молоко

Температура молока – 23 С



Плотность молока -1030 кг/м³

Объем – 200 мл

Экспериментальный образец №1

Закваска на 10 л молока 0,5 л закваски

Температура закваски 21 С

Плотность закваски – 1008 кг/м³

Кымыз

Плотность кымыза 1028 кг/м³

Эксперимент №1

Время сбивания – 1 мин Плотность – 1027 кг/м³

Число ударов – 88 уд/мин

Опыт №2

Время сбивания -1 мин

Число ударов 145 уд/мин Плотность 1027 кг/м³

Опыт №3

Время сбивания – 10 мин Плотность 1027,5 кг/м³

Число ударов 1420 ударов

Экспериментальный образец №2

Закваска на 10 л молока 1 литр закваски

Время сбивания – 1 мин

Число ударов – 100 уд/мин плотность 1027 кг/м³

Опыт №2

Время сбивания 10 мин

Число ударов 120 уд/мин Плотность 1028 кг/м³

Физико-химические свойства кобыльего молока непостоянны, колеблются в значительных пределах. Установлено, что он зависит от возраста кобыл, от числа лактаций, полноценности уровня кормления, технологии и условий содержания. Также многие исследователи: В.Г. Скопичев, В.А. Мачахтырова [4], Т.В. Аммосова [1] подчеркивают, что на состав молока влияет время суток и условия внешней среды



Выводы по главе IV

Популяризация здорового образа жизни, а также ухудшение экологической ситуации в значительной степени стимулируют общество к потреблению функциональных продуктов. Анализ рассмотренных технологии производства кумыза а и закваски показывает, что для производство напитка в разных регионах используют разные технологии приготовления кумыза и закваски. Следует отметить о необходимости совершенствование существующих технологий приготовления кумыза с применением установки для аэрирования (насыщения воздухом) в отдаленных регионах Республики с целью повышения функциональности целевых продуктов.

Заключение

Таким образом, на сегодняшний день проведен структурный анализ кинематический расчет оборудования, обоснование выбора параметров корпуса мешалки, в котором определены основные геометрические размеры высоты и основания корпуса мешалки. Приведено обоснование выбора конструктивных параметров мешалки. Также в лабораторных условиях проведен эксперимент воссоздающий процесс сбивания кумыза с целью насыщения воздуха. По результатам эксперимента были сняты данные: такие как плотность, объем и органолептические показатели. Эксперимент был проведен в нескольких вариантах, с изменением частоты сбивания и количества ударов в минуту. Результаты работы зафиксированы.

Список использованной литературы

1. А.с. 1459701 СССР, МКИ В 01 F 7/30. Аппарат для перемешивания многофазных сред / Мартынов Ю.В., Торубаров Н.Н., Рудаков А.Н., Рязанцев Ю.С., Чупин Ю.Н., Шевченко В.П. (СССР). № 3579339; заявл. 15.04.83; опубл. 23.02.89, Бюл. № 7. – 3 с.
2. А.с. 1769941 СССР. Аппарат с нестационарным процессом перемешивания / Мудров А.Г., Мудров П.Г., Матяшин А.В (СССР). – Б.И. № 39, 1992.
3. А.с. 233616 СССР, МПК В 011. Вибромешалка / Хан О.А., Гуцин Ю.А., Пиков Н.Х. (СССР). – № 1045259/23-26; заявл. 24.12.65; опубл. 24.12.68, Бюл. №3. – 2 с.
4. А.с. 582378 СССР, МПК В 01 F 11/02. Вибромешалка / Денисенко В.В., Резниченко И.Н., Чмырев Ю.П., Гуцин Ю.А., Хан О.А. (СССР). – № 2050117/03; заявл. 06.08.74; опубл. 30.11.77, Бюл. № 44. – 2с.
5. А.с. 854350 СССР, МКИ А 21 С 1/02. Тестомесильная машина / Мудров П.Г., Мудров А.Г (СССР). – № 2837373; заявл. 06.11.79; опубл. 15.08.81, Бюл. №30. – 2 с.
6. А.с. 863378 СССР, МКИ В 28 С 5/16. Мешалка / Мудров П.Г., Мудров А.Г. (СССР). № 2719745; заявл. 30.11.79; опубл. 15.09.81, Бюл. № 40. – 2 с.
7. Белякова, С.А. Механизм для обеспечения заданных параметров движения рабочих органов: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.02 / Белякова Светлана Анатольевна. – Красноярск, 2004. – 160 с.
8. Борисов, А.В. Интенсификация перемешивания в аппаратах с использованием решетки крыловых профилей: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08 / Борисов Алексей Викторович. – М., 2003. – 112 с.
9. Брагинский, Л.Н. Перемешивание в жидких средах: Физические основы и инженерные методы расчета / Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачев, В.М. Барабаш. – Л.: Химия, 1984. – 336 с.
10. Васильцов, Э.А. Аппараты для перемешивания жидких сред / Э.А. Васильцов, В.Г. Ушаков. – Л.: Машиностроение, 1979. – 272 с.
11. Гавриленко, И.В. Маслоэкстракционное производство / И.В. Гавриленко. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 247 с.
12. Гаврилова, В.А. Емкостное оборудование молочной промышленности / В.А. Гаврилова. – М.:Агропромиздат, 1987. – 184 с.
13. Ганиев, Р.Ф. Волновое перемешивание / Р.Ф. Ганиев, Д.Л. Ревизников, Л.Е. Украинский // Нелинейная динамика. – 2008. – Т.4. – № 4. – С. 483-496.
14. Ганиев, Р.Ф. Об эффекте волнового диспергирования газа в жидкости / Р.Ф. Ганиев, А.С. Корнеев, Л.Е. Украинский // Доклады академии наук. – 2007. – Т. 416. – № 3. – С. 329-331.

15. ГОСТ 20680-2002. Аппараты с механическими перемешивающими устройствами. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 22 с.
16. ГОСТ 22577-77. Устройства перемешивающие для жидких неоднородных сред. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 14 с.
17. Каталог изготавливаемого оборудования: разработчик и изготовитель ЗАО «Технологическое оборудование и системы». – Дзержинск, 2011. – 78 с.
18. Каталог химической аппаратуры: разработчик и изготовитель ООО «Старорусский завод химического машиностроения». – Старая Русса, 2013. – 146с.
19. Ковнацкий, А.В. Повышение эффективности планетарных приводов технологических машин введением в их схему упругого звена: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.02 / Ковнацкий Андрей Владимирович. – Челябинск, 2005. – 179 с.
20. Кожевников, С.О. Разработка смесителя для перемешивания жидких и гетерогенных сред: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13 / Кожевников Сергей Олегович. – Иваново, 2005. – 140 с.
21. Корнюшко, Л.М. Механическое оборудование предприятий общественного питания: учебник / Л.М. Корнюшко. – СПб: ГИОРД, 2006. – 288 с.
22. Мудров, А.Г. О новой группе пространственных аппаратов с мешалкой / А.Г. Мудров // Вестник Казанского ГАУ. – 2016. – № 2 (40). – С. 77-82.
23. Мудров, А.Г. О новых классификационных группах пространственных смесителей / А.Г. Мудров // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 2 (40). – С. 273-280.
24. Мудров, А.Г. Разработка пространственных перемешивающих устройств нового поколения, применяемых в сельском хозяйстве и промышленности (Том 1): дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01, 05.02.18 / Мудров Александр Григорьевич. – Казань, 1999. – 493 с.
25. Мултых, М.Е. Исследование процесса приготовления подсолнечной мезги в чанной жаровне с целью интенсификации ее влаго-тепловой обработки: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.175 / Мултых Михаил Евгеньевич. – Краснодар, 1972. – 25 с.
26. Пат. 2067535 Российская Федерация, МКИ В 28 С 5/16. Устройство для перемешивания / Чусовитин Н.А., Смелягин А.И., Терских А.А.; заявитель и патентообладатель Новосиб. гос. тех. ун-т. – № 94025879/33; заявл. 12.07.1994; опубл. 10.10.1996, Бюл. № 28.

27. Пат. 2113897 Российская Федерация, МКИ В 28 С 5/16. Устройство для перемешивания / Смелягин А.И., Сачков В.Г., Чусовитин Н.А.; заявитель и патентообладатель Новосиб. гос. тех. ун-т. – № 96109653; заявл. 13.05.1996; опубл. 27.10.1998, Бюл. № 18.
28. Пат. 2258558 Российская Федерация, МПК7 В 01 F 7/30. Планетарный смеситель вязких материалов / Пожбелко В.И., Ковнацкий А.В.; заявитель и патентообладатель ООО "Ларчик". – № 2004119613/15; заявл. 28.06.2004; опубл. 20.08.2005, Бюл. № 23. – 8 с.
29. Пат. 2369430 Российская Федерация, МПК В 28 С 5/16. Устройство для перемешивания / Гилета В.П., Чусовитин Н.А.; заявитель и патентообладатель Новосиб. гос. тех. ун-т. – № 2008115171; заявл. 17.04.2008; опубл. 10.10.2009, Бюл. № 28. – 8 с.
30. Пат. 2528843 Российская Федерация, МПК7 В 01 F 7/18. Перемешивающее устройство / Приходько А.А., Смелягин А.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО КубГТУ. – № 2013121535/05; заявл. 07.05.2013; опубл. 20.09.2014, Бюл. № 26. – 5 с.
31. Пат. 2535698 Российская Федерация, МПК7 В 01 F 7/00. Перемешивающее устройство / Смелягин А.И., Кегелес В.Л., Юхневич И.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО КубГТУ. – № 2013130719/05; заявл. 04.07.2013; опубл. 20.12.2014, Бюл. № 35. – 6 с.
32. Пат. 2538868 Российская Федерация, МПК7 В 01 F 11/00. Перемешивающее устройство / Смелягин А.И., Кегелес В.Л., Юхневич И.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО КубГТУ. – № 2013132246/05, заявл. 11.07.2013; опубл. 10.01.2015, Бюл. № 1. – 9 с.
33. Разработка и исследование регулируемых по частоте и амплитуде виброперемешивающих устройств (ВПУ) с жесткой кинематической цепью: отчет о НИР: заключительный / рук. Смелягин А.И.; исполн.: Кегелес В.Л. [и др.]. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2014. – 68 с.
34. Разработка и исследование регулируемых по частоте и амплитуде виброперемешивающих устройств (ВПУ) с жесткой кинематической цепью: отчет о НИР: промежуточный / рук. Смелягин А.И.; исполн.: Кегелес В.Л. [и др.]. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2013. – 70 с.
35. Стренк, Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками / Ф. Стренк, И.А. Щупляк. – Л.: Химия, 1975. – 384 с.
36. Торубаров, Н.Н. Перемешивающие устройства со сложным законом движения мешалок / Н.Н. Торубаров, Р.М. Малышев // Известия МГТУ «МАМИ». – 2014. – № 2(20). – С. 88-91.

37. Чернецкая, Н.А. Параметры аппарата для приготовления жидких удобрений: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Чернецкая Наталья Анатольевна. – Барнаул, 2001. – 155 с.
38. В. В. Ушницкий Старинные технологии изготовления кымыза: якутский, тувинский и кыргызский опыт
39. Дмитриев Д. На кымызе у киргизов. Путевые заметки в письмах. Брянск: Типография Юдина, 2001. 35 с.
40. Производство кымыза как перспективное направление в развитии агротуризма на алтае Л.А. Попова, Т.В. Громова журнал «Переработка продукции сельского хозяйства»
41. Гладкова Е.Е. Кобылье молоко — натуральный продукт питания // Коневодство и конный спорт. — 2010. — № 5. — С. 20-21.
42. Канарейкина С.Г. Кобылье молоко ценное пищевое сырье // Зоотехния. — 2010. — № 11. — С. 22-23.
43. Андрюшин В.В. Молочная продуктивность и состав молока у кобыл башкирской породы в нетрадиционных условиях содержания // Коневодство и конный спорт. — 2008. — № 6. — С. 19.
44. Л.Т. Дворников, А.Э.Садиева, У.У.Кокколоева, М.А.Душенова. Научно-технический журнал «Машиноведение» 1(7) // Методика синтеза кулачковых механизмов. Бишкек., 2018 г.
45. https://znaytovar.ru/s/Mashiny_i_apparaty_dlya_obrazova.html
<https://bookucheba.com/knigi-pischevaya-promyishlennost/vzbivalnyie-mashinyi-68108.html>
46. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин- М.: Высшая школа, 2008, - 447 с.
47. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин.- Х.: Основа, 2010, - 276 с.
48. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин.- М.: Машиностроение, 2008, - 416 с.
49. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб пособие для техникумов. – М.: Высш. шк., 2010. – 432с.

Характеристика плана научно- исследовательских работ по НИУ

на 2020 год.

№.	Наименование	Количество
1.	Общее число выполняемых тем	
2.	Число тем по Государственным программам республики	
3	Число охраноспособных тем	
4	Из общего числа тем: фундаментальных прикладных	
5	Число тем, выполняемых совместно с другими научно-исследовательскими организациями	
6	Число невыполненных тем	

Примечание: В числителе указывается общее число выполняемых НИР, в знаменателе- число завершенных в отчетном году НИР.

Кадровый потенциал научно-исследовательской организации (или по данному научному проекту)

2020 год

№.	Наименование	Количество
1.	Общее число научных работников.	15
2.	Число докторов наук.	1
3.	Число кандидатов наук.	3
4.	Число научных сотрудников без степени.	6
5.	Число инженерно-технических работников	1
6.	Число среднего и младшего персонала.	4

Приложение 2а

**Возрастной состав
кадрового потенциала научно-исследовательской организации
(или по данному научному проекту)**

2020 год

№	Наименование	Количество
1.	Число докторов наук: до 35 лет до 50 до 60 свыше 60	1
2.	Число кандидатов наук: до 35 лет до 50 до 60 свыше 60	1 2
3.	Число научных сотрудников без степени: до 35 лет до 50 до 60 свыше 60	3 3
4.	Число инженерно-технических работников	1
5.	Число среднего и младшего персонала.	4

**Изобретательская и патентно-лицензионная
работа в 2020 году**

№	Наименование организации	Получено		Продано лицензий	Количество заявок на открытие
	Кафедра «Пищевая инженерия»		3 Патента КР	-	1

**Внедрение и использование результатов НИР
в 2020 году**

№	Наименование разработок	Где внедрено	Эффект от внедрения
1	Установка для получения национального напитка «Бозо»	КГТУ им. И. Раззакова, учебный процесс	

**Результативность научно - исследовательской деятельности
за 2020 год**

№	Вид результата	Количество
1.	Количество работ, удостоенных Президентских премий	-
2	Количество работ, удостоенных премий Правительства Кыргызской республики	-
	Количество работ, удостоенных премий ГАНИС при Правительстве КР (Кыргызпатент)	-
3.	Количество работ, удостоенных премий других государств	-
4.	Количество работ, экспонировавшихся в Кыргызском Выставочно-коммерческом центре Число работ, отмеченных медалями	-
5	Количество работ, экспонировавшихся на выставках, ярмарках.. Число работ, отмеченных медалями	Участие на выставке достижений КГТУ, посвященный 65- летию университета

Научные публикации в 2020 году

№	Наименование организации	Сборники	Монографии		Статьи		Тезисы		Методич. рекоменд.
			В стране	за рубежом	в стране	за рубежом	в стране	за рубежом	
1.	КГТУ Раззакова				2	4			4

Перечень конференций и семинаров,
проведенных в 2020 году

№	Наименование конференций, съездов и семинаров	Место проведения	Дата проведения
1.	V Международная сетевая научно – техническая конференция «Интеграционные процессы научно – техническом и образовательном процтранстве» в рамках Российско – Кыргызского консорциума технических университетов.	КГТУ им.И.Раззакова г. Бишкек	17 сентябрь, 2019г.
2.	IV Международный выставочный форум «Евразийская неделя»	Госрезиденция «Ала Арча», г. Бишкек	25-27 сентябрь, 2019г.
3.	Международная научно – практическая конференция на тему «Актуальные проблемы механики машин», посвященная 75 – летию со дня рождения член- корреспондента НАН КР первого президента инженерной академии КР С.Абдраимов.	Институт машиноведения и автоматики НАН КР г.Бишкек	5-6 ноябрь 2019г.
4.	Практическая конференция «Кыргызская Республика в Евразийском экономическом Союзе: результаты, опыт и перспективы».	г.Бишкек	2-3 декабрь 2019г.
5.	62 Международная научно – техническая конференция молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Наука, техника и инженерное образование в цифровую эпоху: идеи и решения»	КГТУ им.И.Раззакова г.Бишкек	11 апрель 2020г.
6.	XIV съезд специалистов холодильной отрасли Кыргызской Республики	г.Чолпон - Ата	26-27 июнь 2020г.
7.	Международная научно – практическая интернет конференция «Технико – технологический форум в области пищевой и текстильной промышленности» юбилею академика международной инженерной академии, д.х.н., проф.Баткибековой М.Б.	КГТУ им.И.Раззакова г.Бишкек	12-ноябрь 2020 г.

8.	Международная научно – практическая конференция «Энергоэффективные ресурсосберегающие технологии и системы»	г.Саранск	25-26 ноябрь 2020
----	---	-----------	-------------------

Приложение 10

**Организация семинаров,
проведенных в 2020 году**

№	Проблема	Организационная группа (фамилии, имя, отчество; ученая степень, звание)	Место проведения (название НИУ, центра, ВУЗа)
1.	Круглый стол «Кафедра – предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности – перспективы взаимодействия и сотрудничества»	Д.т.н., проф.Садиева А.Э., к.т.н., проф. Кочнева С.В., к.т.н., доцент Халмуратов Р.С., к.т.н.,ст.преп.Кокколоева У.У., ст.преп. Тилемишова Н.Т. преп. Токтогулова А.К.	КГТУ им.И.Раззакова Каф. «Пищевая инженерия»

Приложение 11.

Список научных работ сотрудников

опубликованных 2020 году.

№	Наименование трудов	Издательство, название журнала, номер, год	Количество печ. листов, страниц, номера стр.	Фамилии авторов
1.	Вопросы синтеза структур зубчатых механизмов технологических машин	XLVIII Огарёвские чтения материалы науч. конф.: В 3 ч.[Электронный ресурс]/сост.А.Столяров; отв.заввып. П.В.Сенин, г.Саранс,2020г.	660-665	Садиева А.Э., Токтогулова А.К.
2.	Разработка конструкции установки для фильтрации и прессования в производстве национального напитка «Бозо».	XLVIII Огарёвские чтения материалы науч. конф.: В 3 ч.[Электронный ресурс]/сост.А.Столяров; отв.заввып. П.В.Сенин, г.Саранс,2020г.	655-659	Садиева А.Э., Тилемишова Н.Т., Халмуратов Р.С.
3.	«Бозо» улуттуксуусундугунөндүрү үдөгүчүпалапсыгыпалуучу жабдуунунөзгөчөлүктөрү	Журнал Машиноведение 2020г.		Садиева А.Э., Тилемишова Н.Т.
4.	Klassifizierungnockenmechanismusgruppenohnejeglichem obilitat	КГТУ им.И.Раззакова ИЦ «Техник», 2020г.		Садиева А.Э., Кокколоева У.У., Зарылыков К.,

				Жыргалбекова Ф.
5.	Обоснование классификации кулачковых механизмов	«Энергоэффективные ресурсосберегающие технологии и системы» материалы Международной научно – практической конференции, Изд-во Мордов. Унив. 2020г.	622-624 стр.	Садиева А.Э., Коклоева У.У., Акматов А.А.
6.	Определение скоростей и ускорений характерных точек двухподвижного механизма с линейными приводами	«Энергоэффективные ресурсосберегающие технологии и системы» материалы Международной научно – практической конференции, Изд-во Мордов. Унив. 2020г.	625-630 стр.	Садиева А.Э., Душенова М.А.