

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

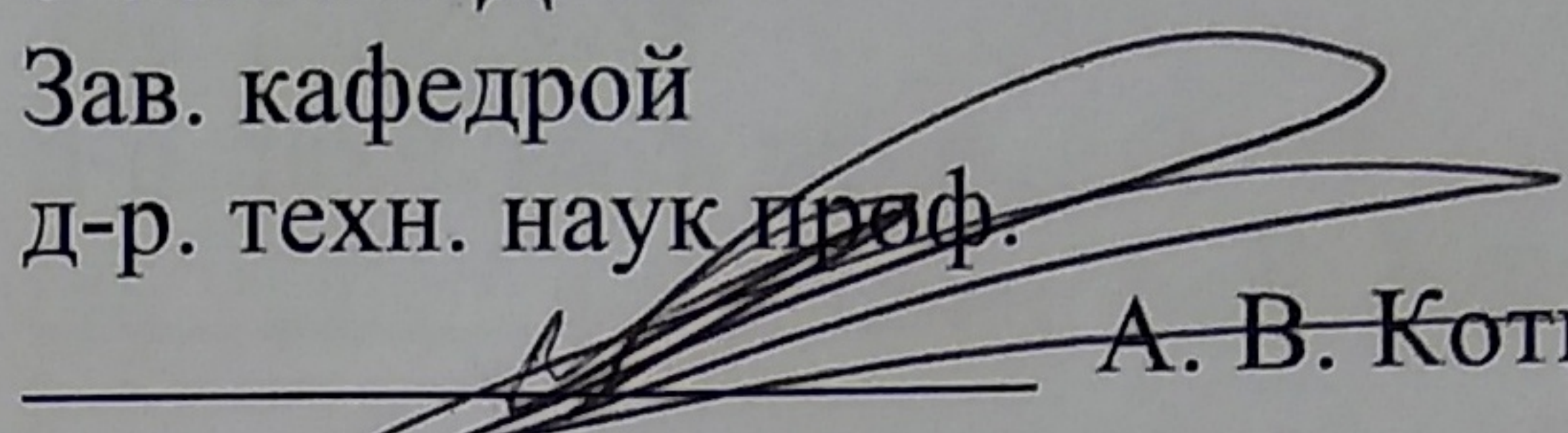
Институт механики и энергетики

Кафедра механизации переработки сельскохозяйственной продукции

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

д-р. техн. наук проф.

 А. В. Котин

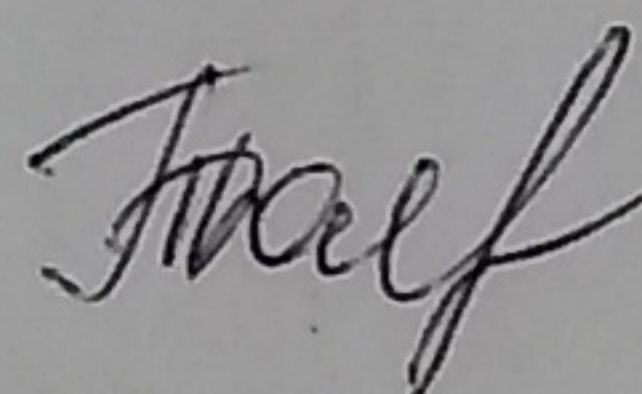
« » 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

МИКРОФИЛЬТРАЦИОННОГО ОСВЕТЛЕНИЯ ПЛОДОВОГО ВИНА

Автор магистерской работы



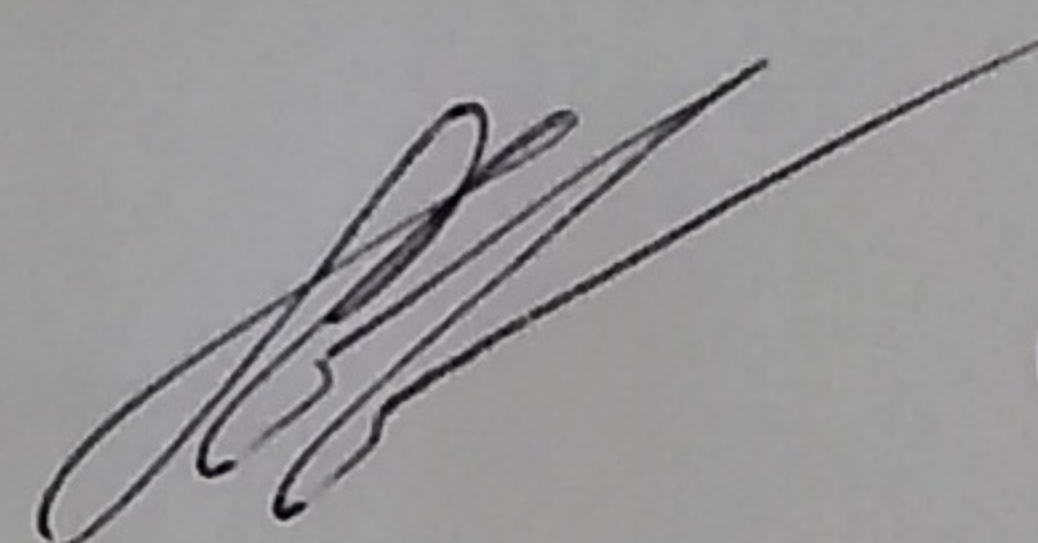
Т. П. Бояркина

Обозначение магистерской диссертации МД-02069964-35.04.06-02-19

Направление 35.04.06 «Агроинженерия»

Руководитель работы

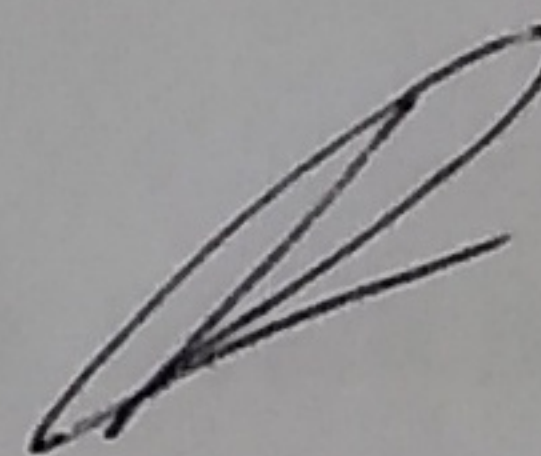
канд. техн. наук, доцент



О. А. Кувшинова

Нормоконтролер

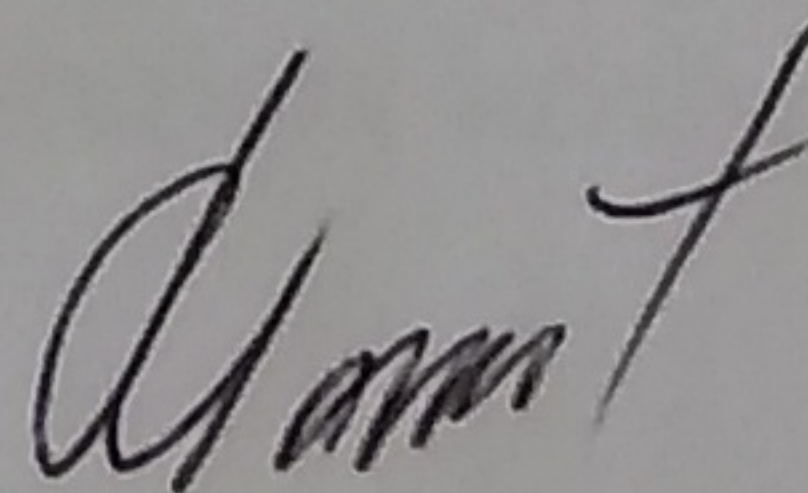
канд. техн. наук, преподаватель



Е. А. Радайкина

Рецензент

д-р техн. наук, профессор



М. Н. Чаткин

Саранск

2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

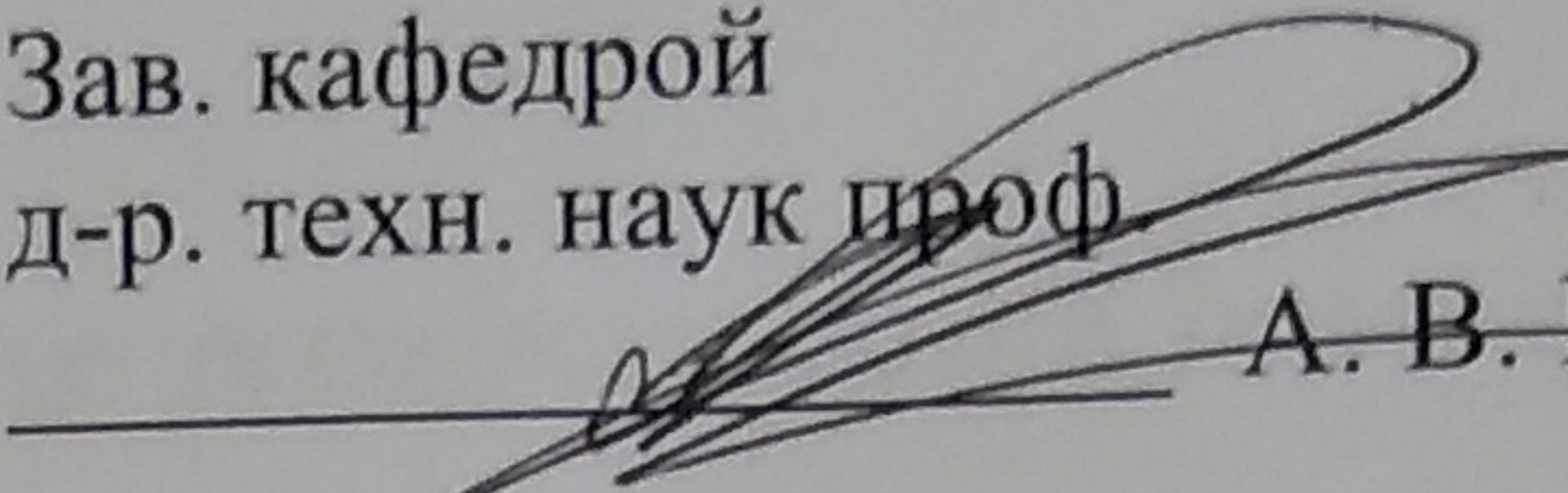
Институт механики и энергетики

Кафедра механизации переработки сельскохозяйственной продукции

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

д-р. техн. наук проф.


_____ А. В. Котин

« _____ » _____ 2019 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

(в форме магистерской диссертации)

Студент Бояркина Татьяна Павловна

1 Тема: Разработка технологического процесса микрофльтрационного осветления плодового вина

Утверждена приказом № 9036-с от 03.11.2017 г.

2 Срок представления работы к защите 1.06.2019 г.

3 Исходные данные для выпускной квалификационной работы: годовые бухгалтерские отчеты предприятия, результаты преддипломной практики, патентная и техническая литература.

4 Содержание выпускной квалификационной работы.

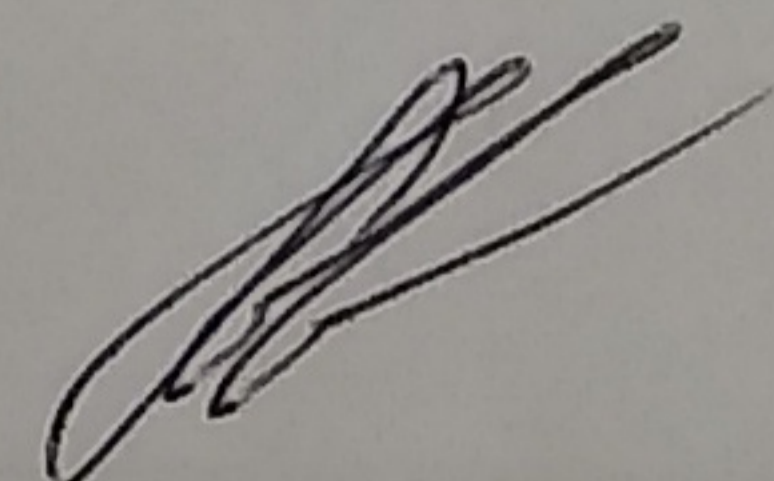
4.1 Анализ литературных источников.

4.2 Методики экспериментальных и теоретических исследований.

4.3 Результаты теоретических и экспериментальных исследований.

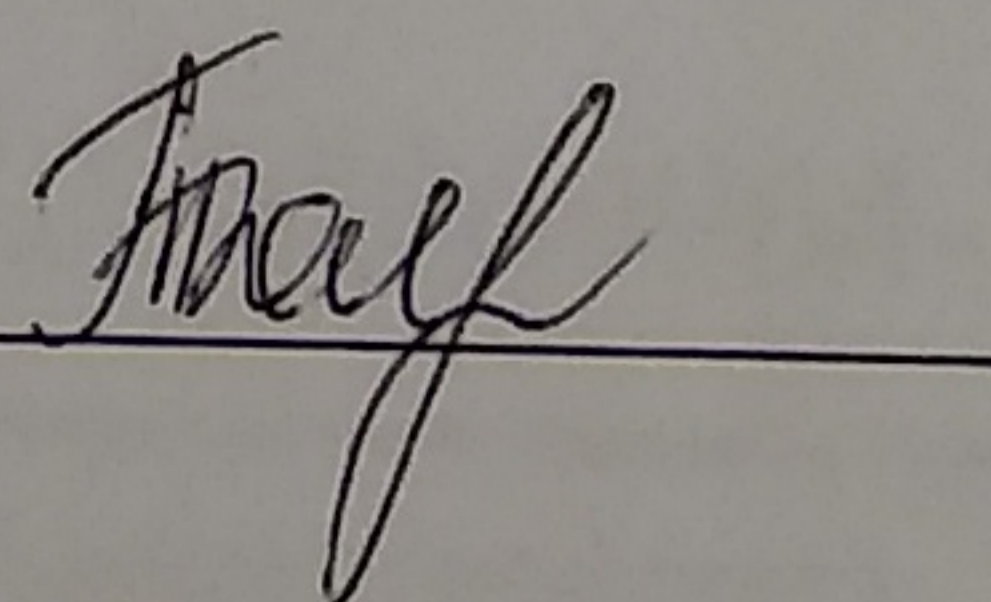
4.4 Технико-экономическое обоснование.

Руководитель работы



О. А. Кувшинова

Задание принял к исполнению _____



Т. П. Бояркина

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация содержит 83 листа, 25 рисунков, 14 таблиц, 24 формулы, 65 источника использованной литературы.

АНАЛИЗ, ПЕРЕРАБОТКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПЛОДОВОЕ ВИНО, ПОКАЗАТЕЛИ, МИКРОФИЛЬТРАЦИЯ, ОСВЕТЛЕНИЕ.

Объектом исследования является технологический процесс производства плодового вина на примере яблочного.

Цель проекта – усовершенствовать технологический процесс осветления плодового вина с применением мембранных технологий.

Методы исследований: аналитический, расчетный, анализ литературных источников.

Полученные результаты: изучены физико-механические и реологические характеристики яблочного вина и браги; предложен к внедрению технологический процесс производства плодового вина; проведен анализ экономической эффективности и безопасности предложенной линии.

Область применения: магистерская диссертация может быть рекомендована к внедрению на предприятия пищевой промышленности.

МД-02069964-35.04.06-02-19

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бояркина Т.П.			Разработка технологического процесса ультрафильтрационной очистки подсырной сыворотки	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Кувшинова О.А.					3	83
Н. контр.		Радайкина Е.А.				ИМЭ, Агроинженерия, 2126		
Утв.		Котин А.В.						

Содержание

	С.
Введение	6
1 Состояние проблемы и основные задачи исследования	7
1.1 Значение в питании человека, химический состав и структура различных видов плодового вина	7
1.2 Современные технологии производства плодового вина	9
1.3 Факторы, влияющие на качество плодового вина	12
1.4 Реологические свойства пищевых сред, методы их изучения и описания	17
1.5 Баромембранные технологии разделения пищевых сред	20
1.5.1 Конструктивные особенности мембранных элементов и модулей	20
1.5.2 Поляризационные явления на мембранах и способы снижения их влияния на скорость фильтрации	24
1.6 Цели и задачи исследования	27
2 Методики экспериментальных и теоретических исследований	29
2.1 Описание устройства и принципа работы оборудования для изучения физико-механических характеристик продукта	29
2.1.1 Описание устройства и принципа работы вибрационного плот-номера ВИП-2М	29
2.1.2 Описание устройства и методики работы на шариковом вискозиметре фирмы ХААКЕ	32
2.1.3 Описание оборудования для проведения исследований	36
2.2 Описание устройства и методики работы на лазерном анализаторе микрочастиц «ЛАСКА-1К»	40
2.3 Методика определения оптической плотности продукта	43
2.4 Методика осветления вина проточной микрофильтрацией на установке LabUnit M20	46
2.5 Методика осветления вина бентонитом	50

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

2.6	Методика осветления вина желатином	52
	Выводы по главе 2	53
3	Результаты теоретических и экспериментальных исследований	54
3.1	Результаты исследования осветления плодового вина	54
3.1	Результаты осветления вина бентонитом	54
3.2	Результаты осветления вина желатином	57
3.3	Результаты исследования фильтрации вина микрофильтрацией	58
	Выводы по главе 3	63
4	Разработка технологического процесса производства плодового вина	64
4.1	Описание технологического процесса	64
4.2	Расчет экономической эффективности	70
	Общие выводы	76
	Список использованных источников	77

Введение

Фруктово-ягодные вина – алкогольные напитки крепостью 10–18 % об., полученные спиртовым брожением из сока свежих или сульфитированных плодов и ягод, сахара, меда с добавлением или без добавления спирта-ректификата [1]. Многие фруктово-ягодные вина, особенно слабоалкогольные, по физиологическому воздействию на организм, а также по содержанию витаминов и дефицитных микроэлементов превосходят вина виноградные [2].

Фруктово-ягодные вина подразделяют на сортовые и купажные. Сортные вина вырабатывают из одного или нескольких сортов одного вида плодов и ягод. Купажные вина вырабатывают из смеси соков различных видов плодов и ягод. При выработке купажных вин разрешается использовать фруктово-ягодные экстракты, но не более 25 % общего содержания кислоты в соках, заложенных на брожение [3].

Кроме разделения вин на сортовые и купажные, их подразделяют в зависимости от технологии приготовления на следующие группы: сухие, полусухие, полусладкие, сладкие, десертные, вина специальной технологии, шипучие, игристые [4].

Фруктово-ягодные вина изготавливаются из грушевого или яблочного сока и, в отличие от виноградных вин, характеризуются более коротким сроком выработки и выдержки. Для осветления вин и предотвращения возможных помутнений из них удаляют частицы различной степени дисперсности, нестойкие соединения, микроорганизмы путем использования мембранных технологий. При этом все остальные компоненты, содержащиеся в фруктовом вине и формирующие его вкусовые и питательные качества, остаются в нем.

В данной работе разработан технологический процесс осветления фруктового вина методом микрофльтрации. Целью является получение высококачественной продукции при малых энергозатратах.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 Состояние проблемы и основные задачи исследования

1.1 Значение в питании человека, химический состав и структура различных видов плодового вина

Плодовое вино – это продукт, полученный в результате спиртового брожения сока свежих плодов и ягод или предварительно подброженной плодовой мезги.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 52335 это винодельческий продукт с объемной долей этилового спирта от 6,0% до 15,0%, изготовленный в результате полного или неполного спиртового брожения дробленых плодов или плодового сусла или восстановленного концентрированного фруктового сока с добавлением или без добавления сахаросодержащих веществ [1–4].

В состав вина входит значительное количество веществ, оказывающих разностороннее действие на организм человека. Наличие в вине органических кислот, дубильных веществ, витаминов, ферментов, минеральных солей, пектиновых веществ, сахара (в сладких винах), глицерина и других определяет его питательные свойства.

Органические кислоты, представленные в вине преимущественно винной и яблочной, а также молочной, лимонной, уксусной, янтарной и другими кислотами, обуславливают вкусовую гармонию вина и участвуют в образовании сложных эфиров. Вместе с ароматическими веществами они усиливают секрецию желудочного сока, что способствует пищеварению. Поэтому пожилым людям с пониженной кислотностью перед едой иногда полезен стакан сухого вина и нежелательно потребление высокоспиртуозного аперитива [5].

За последние десятилетия алкогольная и слабоалкогольная промышленность претерпела существенные изменения, достигнуты значительные ус-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

пехи в технике и технологии производства вина [6].

Вина подразделяют на [7, 8]:

1. *по исходному продукту для изготовления*: виноградные (используется исключительно виноград), ягодные (из садовых и лесных ягод, а так же из их косточек), плодовые (используется грушевый или яблочный сок), многосортные (сепажные и купажные);

2. *по цвету*: белые, розовые, красные;

3. *по содержанию спирта и сахара*: сухие, полусухие, полусладкие, крепкие, десертные, полудесертные, вина специальной технологии, ликерные;

4. *в зависимости от качества и сроков выдержки (возрасту)*: молодые (которые реализуют до 1 января следующего за урожаем года), вина без выдержки, выдержанные (срок выдержки от 6 месяцев), марочные (срок выдержки – от 1,5 лет), коллекционные (выдерживают от 3-х лет).

В плодном вине определены элементы, которые выполняют роль «ловушек» для вредоносных молекул, образующихся в организме человека в процессе питания. Потребление вина укрепляет артерии, снижает уровень холестерина в крови, противодействует сердечно – сосудистым заболеваниям, замедляет процесс старения тканей, обладает тонизирующим, диуретическим, антистрессовым, бактерицидным и антиаллергическим воздействием на организм человека.

Вино по праву считается пищевым продуктом, т.к. в нем содержатся питательные макро- и микровещества. В нем содержится незначительное количество протеинов – порядка 2 г/л, пептиды – 1 г/л.

Вино обделено всех жиров, тот налет, который остается на бокале, не является жиром – это вещество, сочетающее в себе сложные углеводы и антоцианы. Волокон в вине также не обнаружено. Они все же могут быть в небольших количествах, но это настолько мало, что лабораторным исследованием их присутствие обнаружить не получилось.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Содержание воды превосходит над всеми другими компонентами. В разных винах количество воды также отличается. В одном литре вина может содержаться от 75 до 160 грамм спиртов. В них входят и этиловый спирт, и пропиловый, бутиловый, амиловый. Даже ядовитый метиловый спирт, но его содержание очень мало.

Содержатся и минеральные соли: калий (700–1600 мг/л), кальций (50–200 мг/л), магний (50–200 мг/л), натрий (20–250 мг/л), фосфор (100–200 мг/л). Вино зарекомендовано как хороший источник железа, при этом оно ионизировано, что способствует легкому всасыванию в стенки кишечника и содержит микроэлементы: железо (2–10 мг/л), медь (0,2–1 мг/л), цинк (0,1–5 мг/л), марганец (0,5–3 мг/л).

В плане витаминов, плодородное вино не может похвастаться достаточным содержанием, в нем совсем не содержится витамина С, хотя в виноградном соке он содержится, но небольшое количество все же содержит В1 (тиамин) – 0,1 мг/л; В2 (рибофлавин) – 0,1–0,2 мг/л; В3 – 0,7 мг/л; РР (ниацин) – 0,9 мг/л; В5 (пантотеиновая кислота) – 0,3–0,5 мг/л; В6 (пиридоксин) – 0,1–0,4 мг/л.

К минеральным кислотам, содержащимся в вине можно отнести винную, салициловую и яблочную кислоту. За их счет вино приобретает кислотность близкую к кислотности желудка человека. Помимо всего вышесказанного в вине содержится небольшое количество альдегидов, способствующих приданию напитку отличительного аромата [9–13].

1.2 Современные технологии производства плодородного вина

Технологический процесс производства плодородного вина состоит из следующих стадий: подготовка плодов к переработке → получение сока → приготовление сусла → брожение → переливание и дображивание вина → розлив и хранение [2, 5].

Переработку плодов проводят в соответствии с Основными правилами производства плодородных вин [14–19].

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Мезгу яблок перед прессованием рекомендуется обрабатывать пектолитическим ферментным препаратом Пектофоетидин П10х (допускается Пектаваморин П10х) в дозе 0,02 – 0,03% (200 – 300 г при стандартной активности 9 ед./г на 1 т яблок).

Для этого расчетное количество ферментного препарата в виде 2–5%-ной суспензии в соке дозируют в мезгоприемник по мере поступления мезги или в смеситель, где происходит перемешивание мезги и ферментного препарата. Одновременно в мезгу дозируют сернистый ангидрид из расчета 75–100 мг/кг.

Через 3–4 часа мезгу прессуют. Полученный сок сульфитируют для доведения содержания сернистой кислоты до 120–150 мг/дм³, отстаивают 2–2,5 часа и обрабатывают бентонитом из расчета 15–20 г/дал. Через 18–24 часа после обработки бентонитом осветлившуюся часть сока декантируют и направляют на брожение. Оставшуюся на бентоните часть сока сбрасывают на осадке. Допускается сбрасывать на осадке бентонита весь обработанный ферментным препаратом и бентонитом сок.

Сок, полученный после прессования мезги, не обработанной ферментным препаратом, сульфитируют и осветляют отстаиванием, сепарированием (центрифугированием), фильтрованием или обработкой пектолитическим ферментным препаратом.

Перед сепарированием и фильтрованием соки сульфитируют до содержания сернистой кислоты 75–100 мг/дм³, перед отстаиванием и обработкой ферментным препаратом – 100–120 мг/дм³ при температуре окружающей среды до 20 °С, 120–200 мг/дм³ – при температуре выше 20 °С.

Обработку ферментным препаратом проводят 5 – 10% суспензией препарата в соке дозой 0,01 % (100 г в расчете на стандартную активность 9 ед./г на 100 дал) в течение 2,5–3 часа при температуре 15–20 °С и 2–2,5 часа при температуре выше 20 °С.

Затем сок обрабатывают бентонитом из расчета 15–20 г/дал и отстаивают

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вают 18–24 часа. Далее процесс ведут, как и в случае с соком, обработанным после ферментации мезги.

Осветленные соки при необходимости подсахаривают для обеспечения наброда спирта в сброженном виноматериале не менее 5 % оборотов и сульфитируют до содержания сернистой кислоты 75–100 мг/дм³. Допускается корректировка по кислотности купажированием низкокислотных и высококислотных соков. В подготовленные для брожения соки вносят азотистое питание при сбраживании до содержания спирта более 5% об., 2–4% разводки чистой культуры дрожжей и сбраживают до остаточного содержания сахара не более 5 г/дм³.

При сбраживании яблочных соков используют следующие культуры дрожжей – Яблочная 7, Вишневая 33, Сидровая 101, Минская 120, К-17. Брожение соков ведут периодическим или непрерывным методом при температуре 18–25 °С.

Подготовку бродильных аппаратов и брожение непрерывным методом в условиях сверхвысокой концентрации дрожжей ведут в соответствии с «Технологической инструкцией по производству плодово-ягодных вин брожением сусла в установках с насадкой», утвержденной 27.06.1978 г.

При осветлении соков ферментным препаратом и бентонитом для брожения непрерывным методом используют только осветлившуюся сдехантированную часть сока. Перед подачей на брожение рекомендуется фильтровать и пастеризовать сок при температуре 75–85 °С.

Сброженные виноматериалы спиртуют до содержания спирта 16 % об. Виноматериалы, сброженные непрерывным методом в аппаратах с насадкой, спиртуют непосредственно в приемных резервуарах.

Виноматериалы, сброженные периодическим методом и приготовленные из мезги или соков, обработанных ферментным препаратом и бентонитом отстаивают в течение 1–3 суток, снимают с осадка и спиртуют.

Сброженные виноматериалы, приготовленные из сдехантированной

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

части соков, обработанных ферментом и бентонитом, допускается спиртовать, не снимая с дрожжевого осадка.

Такие виноматериалы перед спиртованием рекомендуется обрабатывать ферментным препаратом и бентонитом или только бентонитом. Ферментный препарат в этом случае вносят в виноматериалы в зависимости от степени мутности из расчета 0,01–0,02% (100–200 г в расчете на стандартную активность 9 ед./г на 100 дал) в виде 5–10%-ной суспензии в обрабатываемом виноматериале, тщательно перемешивают и оставляют на 12 – 24 ч. По истечении времени контактирования с ферментом их обрабатывают 20%-ной суспензией бентонита из расчета 15–20 г/дал, отстаивают до осветления 1–3 суток, снимают с осадка и спиртуют.

При обработке виноматериалов одним бентонитом в зависимости от степени мутности используют дозы 15–30 г/дал. Затем виноматериалы отстаивают 1–3 суток, снимают с осадка и спиртуют [20–23].

1.3 Факторы, влияющие на качество плодового вина

Молодое вино (виноматериал) еще не обладает свойствами, отличающими выдержанные, зрелые вина. Технологические приемы, с помощью которых виноматериал улучшает свои свойства, приобретает стабильность, осуществляют в соответствии с утвержденными технологическими схемами обработки виноматериалов и вин. Для всех типов вин предусматривается комплексная обработка, включающая следующие операции: купаж, деметаллизацию, оклейку осветляющими веществами, обработку теплом и холодом, фильтрование и др. [24].

Фруктовое вино высокого качества должно обладать превосходным вкусом, запахом, цветом и быть абсолютно прозрачным даже после переливания в бутылки. После брожения в вине остаются частички сула, дрожжей и винного камня, делающие напиток мутным. Эта проблема решается обра-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

боткой готового вина специальными веществами, которые абсорбируют нежелательные частицы, заставляя их выпасть в осадок. На языке профессионалов осветление вина называется «оклейкой». Рассмотрим лучшие способы очистки домашних вин из винограда, яблок и других фруктов [1, 7, 11].

Самым эффективным методом осветления вина является длительное выдерживание. Но этот естественный процесс занимает слишком много времени (3–6 лет) и подходит лишь для дорогих марочных напитков.

Длительное выдерживание домашних вин нецелесообразно, их настаивают в течение 3–5 месяцев. После этого напиток сливают с осадка и смотрят на его цвет. Если вино осталось мутным и это вас не устраивает – придется заняться его очисткой.

Осветление не улучшает домашнее вино, а только делает его прозрачным и может незначительно увеличить срок хранения за счет удаления сторонних примесей. Это желательный, но необязательный этап, который можно пропустить.

Осветление преследует три цели:

1. предварительное осветление для облегчения последующего отделения взвешенных частиц мякоти;
2. стабилизация соков удалением веществ, вызывающих помутнение;
3. улучшение органолептических свойств.

В мировой практике, по мере появления новых физических способов интенсификации технологических процессов, находят применение в виноделии: центрифугирование, ультразвук, мембранное фильтрование, обработка магнитным и электромагнитным полем, обработка инфракрасными и ультрафиолетовыми лучами, радиационная и СВЧ-обработка, электродиализ и др.

Особенность использования физических методов в виноделии заключается в том, что в винодельческий продукт (мезга, сусло, виноматериал, вино и т. п.) дополнительно ничего не привносится извне. Помимо того, что физические способы воздействия позволяют получать высококачественную, эко-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

логически чистую продукцию, они привлекательны также и с точки зрения быстродействия и эффективности, поддаются полной механизации и автоматизации с возможностью организации поточного производства.

Для осветления безалкогольных напитков и вин используют процессы обратного осмоса, микрофльтрации и электродиализа. Мембранные процессы целесообразно использовать в случаях, когда разделяемая смесь содержит лабильные легко-разрушающиеся вещества. Такими являются чаще жидкие пищевые среды, например соки, экстракты, белковые растворы, вина и т. д. Разработка мембранных процессов их разделения дает возможность создавать принципиально новые технологические схемы и оборудование, снизить загрязнение окружающей среды за счет применения безотходных технологий, а также получать пищевые продукты с новыми функциональными свойствами и высокой пищевой ценностью.

Свежеотжатый плодовой сок представляет собой сложную коллоидную систему, образованную частицами растительной ткани размером $1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-7}$ см, нерастворимых в воде. Кроме частиц плодовой ткани и мякоти, соки содержат дрожжевые клетки, балластные примеси, которые являются причиной образования помутнений и осадков. Такие частицы в процессе хранения соков агрегируют и выпадают в осадок. Кроме того, в соках содержатся высокомолекулярные соединения сложного химического строения, например, пектиновые и белковые, полифенольные и красящие, которые также участвуют в образовании коллоидов.

Осветление плодовых, спиртованных соков и вин связано не только с удалением взвешенных частиц, но и частичным разрушением коллоидной системы, неустойчивости при температурных колебаниях и при длительном хранении. Коллоидную систему необходимо разрушить лишь в такой мере, чтобы обеспечить быструю седиментацию взвешенных частиц, хорошую фильтруемость сока и достаточную устойчивость отфильтрованного сока при его дальнейшем хранении.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Осветление должно вызывать коагуляцию необратимых коллоидов и в минимальной степени влиять на обратимые гидрофильные коллоиды. Таким образом, в осветленном соке должна оставаться большая часть природных соединений, в частности, полифенолов, белков, витаминов, минеральных веществ, образующих коллоидную систему и определяющих во многом пищевую и биологическую ценность продукта.

Для удаления из соков нерастворимых взвешенных веществ, включая бактерии, грибы и дрожжи, весьма эффективно использование микрофльтрации, при которой задерживаются частицы до размеров $1 \cdot 10^{-7}$ нм, поскольку микрофльтрационные мембраны имеют высокую производительность (3,6–20 м³/м²·ч), причем процесс фльтрации протекает при малых давлениях (0,01–0,05 МПа). Поскольку микрофльтрационные мембраны задерживают бактерии, дрожжи и плесневые грибы, то микрофльтрацию используют для холодной стерилизации пива, вина, соков и других жидких пищевых сред.

В отличие от микрофльтрации ультрафльтрационная обработка соков, пива, вин и других пищевых коллоидно-дисперсных сред позволяет устранять из них не только нерастворимые, но и растворимые вещества, в частности, пектин, крахмал, белки, конденсированные формы полифенолов. После ультрафльтрации соков остается некоторое количество осадков, содержащих выжимки и часть сока, но процентное их содержание очень незначительное по сравнению с количествами, получаемыми при классическом процессе обработки [25- 27].

Потеря при ультрафльтрации 30% веществ ароматического комплекса, около 20% флавоноидов и 50% каротиноидов, а также некоторых аминокислот связано с потерей их в виде отфильтрованных осадков за счет механических включений и адсорбции на коллоидных частицах осадков.

Мембранная ультрафльтрация практически не изменяет количественного содержания спирта, сахара, летучих кислот, минеральных веществ, а также титруемую кислотность и рН среды. В то же время снижается содер-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

жание таких компонентов, как фенольные и азотистые вещества, что приводит к стабильности вин к белковым, обратимым и необратимым коллоидным помутнениям.

Следует отметить, что применение ультрафильтрации в виноделии позволяет не только упростить некоторые традиционные технологические процессы, но и исключить использование оклеивающих материалов, обеспечивая при этом холодную стерилизацию виноматериалов.

В процессе ультрафильтрации вина из него удаляются также и частицы растительных тканей, дрожжи и грибы, что приводит к достаточно быстрому засорению пор в мембранах и, естественно, к снижению их производительности.

Заслуживает внимания и усовершенствование технологии очистки и концентрирования овощных соков с использованием мембранных методов, в частности, микрофильтрации, позволяющей до минимума сократить тепловое воздействие на сырье и получить широкий набор овощных соковых полуфабрикатов, в том числе и концентратов.

Мембранные технологии осветления в настоящее время признаны в мировой практике в качестве энергосберегающих технологий разделения жидких пищевых сред, так как исключаются стадии пастеризации (тепловой обработки) и необходимость введения консервантов для обеспечения требуемых сроков хранения.

Мембранная технология осветления вина позволяет не только сохранить особый вкус и цвет его компонентов, но и избежать проблемы утилизации фильтрующих материалов (кизельгура и листовых фильтров), которая становится все более острой ввиду всеобщей озабоченности вопросами экологии и здоровья человека [28–32].

Микрофильтрация как конечная стадия технологического процесса особенно эффективна при получении соков. Для понижения содержания пектина перед микрофильтрацией вино необходимо очистить энзимами, а затем предосветлить с целью оптимизации процесса мембранной фильтрации. Дан-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ные процедуры гарантируют высокий выход продукта, оптимальную производительность и превосходное качество. К тому же процесс осветления плодово-ягодных соков и вин с помощью мембранной технологии позволяет предотвратить их помутнение в процессе хранения и соответственно увеличить его допустимый срок [33].

Преимуществами применения микрофльтрации для осветления являются: высокое качество очищенного сока по показателям цвета, прозрачности и вкуса; высокое извлечение сока (приблизительно 98 - 99%). Обработка энзимов может быть автоматизирована и затраты снижены до 25% от обычных. Дополнительные обработки желатином, бентонитом и кезельгуром могут быть исключены.

1.4 Реологические свойства пищевых сред, методы их изучения и описания

Для создания новых технологий и оборудования, разработки рациональных конструкций, выбора лучшего режима переработки продукции нужно знание физико-механических, структурно-механических и реологических свойств [34].

Реология, как независимое направление в ряду естественных наук, возникла в целях описания деформационных свойств реальных материалов, которые по своему поведению отстраняются от идеализированных моделей Ньютона и Гука. При этом свойства реальных материалов являются столь разнообразными, что невозможно предложить какую-либо универсальную модель или даже малозначительное число моделей [35–39].

Известно, что течение материала зависит от его физико-химических особенностей: от формы и расположения молекул, концентрации, температуры, влажности. Увеличением концентрации можно повысить вязкость вещества и изменить характер его течения. Высокомолекулярные вещества в рас-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

творе дают с увеличением напряжения понижение вязкости. Такое течение называют псевдопластическим.

Большую часть пищевых сред, в том числе вино [7, 10], относят к неньютоновским средам, реологическое поведение которых из-за сложности внутренней структуры не подчиняется закону внутреннего трения Ньютона с единственной константой – вязкостью.

Как известно [35], вязкость растворов полимеров (эффективная вязкость) в общем случае является функцией скорости деформации $\dot{\gamma}$, температуры T , концентрации веществ x и длительности деформирования t :

$$\eta = f(\dot{\gamma}, T, x, t) \quad (1)$$

Зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига для сред, не обладающих предельным напряжением сдвига, может быть описана:

– уравнением Оствальда [38]:

$$\eta(\dot{\gamma}) = k \dot{\gamma}^{n-1}, \quad (2)$$

где k – коэффициент консистенции, Па сⁿ; n – индекс течения.

– уравнением Рейнера - Филлипова

$$\tau = \left[\mu_{\infty} + \frac{\mu_0 - \mu_{\infty}}{1 + (\tau/A)^2} \right] \dot{\gamma} \quad (3)$$

и рядом других [34].

Для описания течения пищевых материалов чаще других применяется степенное уравнение Оствальда (1.2), становящееся линейным в логарифмической системе координат в довольно широком диапазоне скоростей сдвига, чем и объясняется его популярность.

Для описания реологических свойств устойчивых разбавленных дисперсных систем применяют модель Эйнштейна [36]:

$$\eta = \eta_0 (1 + 2,5\varphi) \quad (4)$$

где φ – объемная доля частиц.

Для изучения сдвиговых свойств, проявляющихся при касательном смещении слоев продукта, применяют вискозиметры, классифицирующиеся

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

по пяти типам [34–39]. Наиболее распространены:

1. Капиллярные вискозиметры, принцип действия которых основан на подсчёте времени протекания заданного объёма среды через узкое отверстие при заданной разнице давлений. Этот вискозиметр является наиболее точным и универсальным, с его помощью измеряются вязкости от 10 мкПа·с (газы) до 10 кПа·с.

2. Ротационные, в которых два тела вращения, одинаковых или разных, совмещаются по осям так, что одно из них прикасается изнутри к другому (примером может послужить сфера, вписанная в конус). Пространство между телами заполняют исследуемым веществом, и к одному из тел подаётся крутящий момент. Диапазон работы стандартных вискозиметров простирается от 1 мПа·с до сотен тысяч Па·с. Такой широкий диапазон измерений достижим за счёт изменения скорости вращения шпинделя от 0,01 оборота в минуту до 100, а также за счёт использования шпинделей разных размеров при разных диапазонах вязкости.

3. Вискозиметры с падающим шариком, основанные на законе Стокса. Вязкость определяется по времени прохождения шариком некоего расстояния, чаще всего под воздействием его собственного веса.

Вискозиметры служат для контроля качества исходного сырья, полуфабрикатов и готового продукта, а также для контроля технологических процессов. Диапазон пищевых сред, свойства которых контролируются на них, достаточно широк: соки, сиропы, молоко, молочные консервы, творожные массы, бражки, шоколад и конфетные массы при повышенной температуре, фарши и др.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.5 Баромембранные технологии разделения пищевых сред

1.5.1 Конструктивные особенности мембранных элементов и модулей

Эффективность передовых технологий в различных отраслях промышленности, в том числе и сельском хозяйстве, определяется комплексом взаимосвязанных факторов, среди которых особо стоит обозначить ресурсосбережение, энергоэффективность и экологичность. Исходя из этого, в последние годы особую популярность в России и за рубежом получили мембранные технологии разделения жидких сред, обеспечивающие высокое качество продукта при относительно маленьком энергопотреблении.

К промышленным аппаратам и параметрам ведения мембранных процессов предъявляются следующие требования: 1) высокая плотность упаковки мембранных элементов – площадь фильтрации, приходящаяся на единицу объема аппарата ($\text{м}^2/\text{м}^3$); 2) доступность мембранных элементов для сборки; равномерность распределения перерабатываемой среды над мембраной и турбулентность режима течения для снижения концентрационной поляризации; 4) минимальность перепада давлений при движении среды вдоль мембраны; 5) обязательность предварительной очистки фильтруемых сред от грубых фракций [40].

По типу применяемых мембранных элементов аппараты делятся на модули: с плоскими или трубчатыми мембранными элементами; с мембранными элементами рулонного типа; с мембранными элементами в виде полых волокон и с керамическими мембранными элементами [41-44].

1. Аппараты с мембранами в виде полых волокон (рис. 1) широко применяются для разделения растворов обратным осмосом и ультрафильтрацией [45-46].

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Преимуществами аппаратов являются: высокая долговечность мембранных элементов (до 10...15 лет); устойчивость к температурам до 500 °С, что позволяет стерилизовать их острым паром; высокая устойчивость к воздействию щелочей, кислот и органических растворителей.

За счет перечисленных преимуществ использование керамических мембранных элементов для осветления сока по сравнению с элементами другого типа позволяет существенно снизить эксплуатационные расходы, уменьшить габариты и вес фильтровальной установки, что также несколько снижает величину капитальных затрат.

1.5.2 Поляризационные явления на мембранах и способы снижения их влияния на скорость фильтрации

При всех положительных сторонах баромембранных технологий у них имеется немаловажный дефект, снижающий их эффективность, – это явление концентрационной поляризации, связанное с образованием у плоскости мембраны слоя с повышенной концентрацией задерживаемых веществ, что в дальнейшем ведет к образованию слоя геля (осадка). С этим слоем связано основное сопротивление массопереносу сквозь мембрану [46].

Интенсивность формирования и прочность удержания отложений на поверхности мембраны находится в зависимости от размера ее фильтрующих каналов, заряда поверхности, размера частиц дисперсной фазы, концентрации и температуры среды, трансмембранной разности давлений, тангенциальной скорости концентрируемого потока и целого ряда иных факторов [44].

Концентрационная поляризация оценивается величиной, называемой уровнем концентрационной поляризации (КП) [49]:

$$\Gamma = C_2 / C_f > 1, \quad (5)$$

где C_2 , C_f – массовая концентрация веществ (в частности, дисперсной фазы) в слое геля и ядре концентрируемого потока, кг/м³.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для растворов высокомолекулярных соединений (ВМС) существует характеристическая концентрация гелеобразования, при которой внутри геля нет свободной воды, система же имеет определенную плотность, вязкость и иные характеристики [50]. Образование геля на плоскости мембраны быстро заменяет условия протекания процесса ультраfiltrации, так как возникновение еще одного сопротивления перенесению вещества понижает производительность мембраны [50]. При этом увеличение рабочего давления приводит к росту толщины гелевого слоя и его уплотнению.

Гелеобразование может быть как обратимым, так и необратимым, что существенно при очистке мембраны. Сопротивление массопереносу зависит от структуры, пористости осадка и его толщины. При заданных параметрах процесса его размер содержит максимальное, т.е. некоторое стационарное значение. На практике при появлении гелевой поляризации имеет возможность происходить уменьшение размера фильтрующих каналов мембраны, что приводит к смещению предела задержания в область низких молекулярных масс и в том числе превращению микроfiltrационных мембран в ультраfiltrационные.

Все методы борьбы с гелевой поляризацией можно разделить на следующие [40]:

1. *Предварительная обработка разделяемых растворов:* тепловая обработка; регулирование pH; фильтрование; химическое осветление растворов; ферментация; коагуляция и т.п.

2. *Изменение свойств мембран:* отрицательно заряженные мембраны менее склонны к забиванию, особенно в присутствии отрицательно заряженных коллоидных частиц в растворе.

3. *Изменение параметров проведения процесса.* Концентрационную поляризацию можно снизить, увеличивая коэффициенты массопереноса при росте скорости filtration или используя мембраны меньшей производительности. Недостатком является увеличение общей площади мембран для

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

обеспечения заданной производительности.

4. *Повышение температуры разделяемого раствора* для снижения вязкости и увеличения коэффициента диффузии. Недостаток – рост энергозатрат.

5. *Повышение скорости тангенциального потока* (потока вдоль мембраны) до достижения турбулентного режима. Для предотвращения осаждения частиц продольная скорость потока в пограничном слое должна быть гораздо выше поперечной с учетом сил взаимодействия частицы с поверхностью мембраны. Основным недостатком способа – низкий коэффициент концентрирования при большом объемном расходе вдоль мембраны.

6. *Размещение над мембраной турбулизирующих вставок* увеличивает коэффициент массоотдачи в 4...10 раз. Также в поток вводятся гетерогенные частицы (пузыри газа), применяются механические вибрации инфра- и ультразвукового диапазона для размывания поляризационных слоев. Эффективным средством является движущаяся мембрана или вращение турбулизаторов над поверхностью.

В зависимости от степени понижения производительности для удаления скопившегося на мембране осадка мембранные установки время от времени останавливают и проводят регенерацию мембран [43].

Различают следующие способы очистки, выбор которых зависит от конфигурации модуля, химической стабильности мембраны и типа загрязнения:

- *механическая очистка* – воздействие на рабочую поверхность мембраны мягкими губчатыми телами, нередко с применением моющих средств;
- *химическая очистка* – промывка рабочей поверхности ферментами, кислотами, щелочами, дезинфицирующими веществами, комплексообразователями; моющее средство не должно растворять мембрану, что предполагает подбор концентраций и длительности воздействия;
- *физическая очистка* – воздействие на мембрану электрических, магнитных или ультразвуковых полей.
- *гидродинамическая очистка* – воздействие на загрязненную поверх-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

ность мембраны пульсацией разделяемого раствора, промывкой газожидкостной эмульсией и обратным током жидкости; способ применим для мембран с высокой механической прочностью.

– *стерилизация мембран* необходима как очистка от микробного загрязнения при обработке медицинских и пищевых продуктов, а также при консервации аппаратов на срок более 5 суток.

Перечисленные методы очистки, в том числе и комбинированные, позволяют в той или иной мере восстановить характеристики мембраны.

1.6 Цели и задачи исследования

Одной из важнейших производственных стадий, определяющих сроки хранения, считается стадия осветления, проводимая по современным технологиям методом микрофльтрации плодового вина, содержащего дисперсную фазу, через селективно проницаемые мембранные элементы. Более осмысленной с точки зрения обеспечения качества, эффективности и понижения эксплуатационных расходов является микрофльтрация через полимерные мембранные элементы.

В то же время большинство опубликованных по данной тематике работ теоретического характера посвящено исследованию процессов фльтрации в типовых мембранных аппаратах с иными мембранами.

По результатам анализа литературных источников сформулирована **цель работы** – на основе теоретических и экспериментальных исследований обосновать и разработать технологическую линию производства плодового вина (на примере яблочного) с применением микрофльтрационной установки непрерывного действия с полимерными мембранными элементами.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо определить и решить следующие **задачи**:

1. Разработать методику и исследовать реологическое поведение пло-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

дового вина для достижения максимального выхода и сохранения исходного состава на стадии переработки сырья (фруктов и ягод), что достигается из-за термолабильности большинства компонентов, входящих в состав вин, только применением низкотемпературных технологий.

2. Разработать методику кардинального улучшения товарного вида продукта и его органолептических свойств методом осветления, т. е. удалением мелких взвешенных частиц плодовой мякоти из вина.

3. Провести стабилизацию состава и снижения вязкости вина путем его обработки разными способами.

4. Разработать технологический процесс осветления плодового вина, для обеспечения приемлемых (не менее 1...2 лет) сроков хранения вин без введения консервантов, в значительной степени снижающих органолептические показатели и пищевую ценность продуктов.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

2 Методики экспериментальных и теоретических исследований

2.1 Описание устройства и принципа работы оборудования для изучения физико-механических характеристик продукта

На базе института механики и энергетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» создана лаборатория «Энергоэффективные технологии переработки сырья и материалов» с сектором реологических и физико-механических испытаний. Целью создания является проведение фундаментальных и прикладных исследований физико-механических и реологических свойств конструкционных полимеров, зерновых материалов, сложных пищевых и биологических сред с лабильной структурой [34].

Совокупность объектов реологических исследований в пищевой промышленности охватывает широкий диапазон агрегатных состояний материалов, начиная от твёрдых тел и кончая маловязкими жидкостями. Это, а также разнообразие целей реологических исследований, требует применения приборов, отличающихся как по принципу действия, так и по конструкции.

2.1.1 Описание устройства и принципа работы вибрационного плотномера ВИП-2М

Измерения плотности проводилось на вибрационном плотномере ВИП-2М (рис. 5), работа которого основана на измерении периода резонансных колебаний U-образной трубки датчика плотности, заполненной исследуемой жидкостью [51-52]. Предварительно перед работой прибор проходит калибровку по сухому воздуху или дистиллированной воде при температуре измерения + 20 °С. С помощью встроенных в программное обеспечение плотномера таблиц и функций осуществляется автоматическое преобразование полученных результатов в связанные с плотностью показатели.

Проба должна находиться в однородном состоянии и быть свободной от газовых пузырьков. Если проба имеет тенденцию к образованию пузырьков.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Перед заполнением датчика плотномеров исследуемой пробой необходимо убедиться в том, что все смачиваемые детали, изготовленные из тефлона и боросиликатного стекла являются стойкими к загружаемой пробе. Температура измерения для концентрированных щелочных растворов не должна превышать 20 °С. Повышение температуры резко увеличивает скорость коррозионного воздействия.



Рисунок 6 – Внешний вид дозатора BIONIT PROLINE

Для измерения плотности суспензии с различной концентрацией дисперсной фазы используем объемно – весовой метод. Измерение объема производим с помощью универсального микродозатора BIONIT PROLINE (рис. 6) с объемом пробы 5 мл, измеряемой с точностью $\pm 0,01$ мл. Забор пробы следует производить, медленно перемещая поршень шприца до риски 4 мл. Затем переворачиваем шприц иглой вверх и еще немного подтягиваем поршень вниз, чтобы освободить иглу от остатков пробы. Отсоединяем иглу от шприца и сразу же присоединяем ее к воздуховоду микрокомпрессора для про-

дукции. Продолжая удерживать шприц вертикально, стравливаем воздух так, чтобы граница жидкости переместилась в конус шприца. Это позволит избежать пролива при вводе пробы в измерительную ячейку плотномера.

Для ввода пробы в плотномер после присоединения шприца к входному патрубку необходимо медленно, без остановок, перемещать поршень, осуществляя заполнение измерительной ячейки до момента появления жидкости в выходном патрубке. После заполнения датчика, во избежание утечки пробы, шприц следует оставить в положении загрузки [36].

При температуре термостата датчика плюс 20 °С и температуре окружающей среды плюс 22–25 °С продолжительность измерения составляет примерно 5–7 мин.

Для получения достоверных результатов следует провести повторное

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

измерение, продвинув шток шприца еще на 1,5 – 2 мл. Результаты этих двух последовательных измерений не должны различаться больше, чем на $\pm 0,0001 \text{ г/см}^3$. Различие на большую величину говорит о расслоении пробы или наличии в ней пузырьков газа или механических загрязнений. В этом случае измерение следует повторить.

При исследовании проб с различными свойствами ячейку следует промывать и высушивать после каждого измерения. В процессе работы с веществами, характеризующимися однотипными свойствами, достаточно вытеснить измеренную пробу значительным количеством (10 мл и более) новой пробы. Не следует оставлять пробы в ячейке на время большее, чем это требуется для измерений. После проведения измерений пробу нужно заменить соответствующим растворителем, а затем как можно быстрее провести промывку и чистку измерительной ячейки.

Результаты исследования плотности образцов плодового яблочного вина представлены в п. 3.1 данной работы.

2.1.2 Описание устройства и методики работы на шариковом вискозиметре фирмы ХААКЕ

Определение вязкости образцов плодового вина до и после очистки проводилось на шариковом вискозиметре германской фирмы НААКЕ [52-54] (рис. 7). В приборе используют точные шприцы с объемом образца жидкости менее $0,5 \text{ см}^3$ и стальные позолоченные шары, которые автоматически поднимаются вращающимся магнитом. Миниатюрность шара вискозиметра позволяет при измерении вязкости использовать образцы жидких сред очень малого объема.

Прибор измеряет время падения шара, пропорциональное вязкости ньютоновской среды. Во время падения шар проходит два световых барьера, которые в свою очередь, запускают и останавливают электронный счетчик. Разница времен падения измеряется и отображается в цифровом виде в мил-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

лисекундах. Каждый цикл измерений проходит за 15 с.

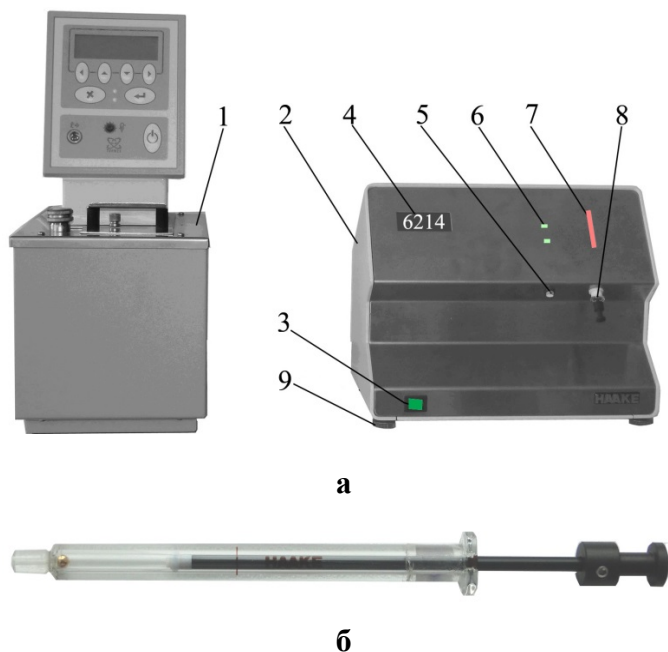


Рисунок 7 – Внешний вид микровязкозиметра (а) и шприца с шариком (б): 1 – циркуляционный термостат; 2 – микровязкозиметр; 3 – включатель; 4 – цифровой дисплей; 5 – включатель освещения шприца; 6 – диоды (световые барьеры); 7 – окно для наблюдения; 8 – шприц с шариком

Для каждого конкретного образца можно провести в автоматическом режиме неограниченное количество циклов до тех пор, пока установившееся постоянное время падения шара не покажет, что такой параметр измерения, как температура образца, не стал стабильным. Термостат 1 обеспечивает поддержание требуемой температуры испытания в допуске в диапазоне 15...70 °С циркуляцией теплоносителя (вода) через термостатирующую камеру прибора, в которой размещен шприц с шариком 8.

Расчет динамической вязкости [мПа·с], производится по формуле

$$\mu = k(\rho_{ш} - \rho_{ж})t \quad (6)$$

где k – калибровочный коэффициент, определяемый путем измерения времени падения шарика в ньютоновской жидкости с известной вязкостью [37], мПа·см³/г; $\rho_{ш} = 7,08$ и $\rho_{ж}$ – плотность материала шара и жидкости, г/см³; t – среднее значение времени падения шара, с.

Методика работы состоит из следующих этапов:

1. Подготовка к проведению измерений:

- подключить кабель питания в розетку и включить термостат, задав нужную температуру;
- подключить кабель питания в розетку и включить микровязкозиметр

переключателем 3: его контрольное освещение будет зеленым, диоды 6 световых барьеров загорятся зеленым, десятичная точка отображения на дисплее 4 будет мигать;

– прибор готов к использованию, когда десятичная точка отображения перестанет мигать, а циркуляционный насос термостата обеспечит достижение заданной температуры испытания (между 15–70 °С);

– при известной вязкости тестируемой жидкости, выбрать подходящую измерительную систему, после чего вытащить поршень из шприца, разместить в нем выбранный шар и, вставив обратно поршень, проверить подвижность шара;

– заполнить без пузырьков газа до достижения жидкостью отметки на шприце, при этом шар должен быть в конической части шприца;

– поместить заполненный шприц дном вверх в измерительную камеру до упора, преодолев сопротивление пружины, при этом светодиоды 6 переключаются с зеленого на красный; следует убедиться, что шток поршня не двигается;

– прогреть до начала измерений шприц в приборе в течение 2...3 мин для стабилизации температуры.

2. Проведение измерений:

– нажать кнопку 5, в результате чего измерительная камера будет освещена (не более 2...3 мин); при этом можно заметить возможные источники ошибок (пузырьки воздуха и частицы);

– магнит оттянет шар вверх и освободит его, в результате чего шар упадет и активирует верхний световой барьер; короткий красный сигнал верхнего светодиода 6 укажет на начало измерения, а короткий красный сигнал нижнего светодиода 6 укажет на конец измерения; результат измерения – время падения шара (миллисекунды) отобразится на дисплее 4;

– цифровой дисплей 4 устанавливается автоматически на «нуль» в начале каждого измерения;

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

- повторить измерения 6...8 раз с интервалом в 30 с.
- измерения по п.1 – 2 провести при других температурах °С.

3. Очистка измерительной системы:

- удалить шприц из измерительной камеры;
- удалить жидкость из шприца через отверстие;
- используя подходящий растворитель, набрать его в шприц и удалить, сделав это несколько раз (все части системы, вступающие в контакт со средой выполнены из стекла, тефлона и позолочены, в связи с чем может быть использован практически любой растворитель);
- вытащить поршень из шприца, удалить из него шар и высушить их.

4. Обработка полученных результатов:

- для каждой серии испытаний рассчитать среднее значение времени падения шара в секундах;
- рассчитать динамическую вязкость по формуле (6), подставив в формулу среднее значение времени падения;
- используя *Microsoft Excel*, построить график $\mu = f(1/T)$ и провести его аппроксимацию экспоненциальной функцией;
- используя числовое значение параметра тренда, входящее под знак экспоненты, вычислить значение энергии активации вязкого течения:

$$E = BR \quad [\text{Дж/моль}], \quad (7)$$

где B – значение параметра, входящего в экспоненциальное выражение, Дж·К/моль; $R = 8,314$ – универсальная газовая постоянная.

Результаты исследования представлены в п. 3.1 данной работы.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

2.1.3 Описание оборудования для проведения исследований

Регулирование температурного режима процесса фильтрации в настоящем исследовании осуществлялось с точностью ± 0.5 °С при помощи двух программируемых циркуляционных термостатов ВТ10-2 компании TERMEX, внешний вид которых представлен на рис. 8, а характеристики – в табл. 1.



Рисунок 8 – Внешний вид термостата ВТ10-2 компании TERMEX

Таблица 1 – Основные характеристики термостатов ВТ10-2 компании TERMEX

№	Характеристика	Единицы измерения	Значение
1	Объем ванны	л	10
2	Размер открытой части ванны	мм	120×200
3	Глубина ванны	мм	200
4	Диапазон регулирования температуры	°С	20...200
5	Нестабильность поддержания установленной температуры	°С	± 0.1
6	Неоднородность температурного поля во внутренней ванне	°С	± 0.1
7	Рекомендуемый теплоноситель для диапазона 20...80 °С 20...150 °С 100...200 °С	-	Вода дистиллированная ПМС-20 ПМС-100
8	Максимальное давление насоса	бар	0.2
9	Максимальный расход насоса	л/мин	10
10	Габариты	мм	380×275×480
11	Вес	кг	14
12	Мощность (220 В)	кВт	2,5

Контроль температурного режима осуществлялся с помощью цифрового термометра ТЦЗ-МГ4.01 компании «СКБ Стройприбор» (рис. 9, а), характеристики которого приведены в табл. 2.

Контроль рН-фактора жидких сред в процессе осуществлялся с помощью рН-метра HI 991001 компании HANNA (рис. 9, б), характеристики ко-

того представлены в табл. 3, и лакмусовой бумаги.

**Таблица 2 – Основные характеристики термометра ТЦЗ-МГ4.01 компании «СКБ
Стройприбор»**

№	Характеристика	Единицы измерения	Значение
1	Диапазон измерения температуры	°С	-30... +250
2	Допускаемая основная абсолютная погрешность	°С	± 0.5
3	Допускаемая дополнительная относительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха от нормального значения до предельных значений на каждые 10 °С	%	± 0.1
4	Время установления теплового равновесия между преобразователем температуры и контролируемой средой: для жидких сред для сыпучих сред для неподвижных газовых сред для поверхностей твердых тел	с	10-30 15-50 60-300 20-40
5	Количество преобразователей температуры: погружаемых, с длиной погружной части до 350 мм поверхностных дисковых для контактных измерений	шт.	1 1
6	Рабочие условия применения прибора: температура окружающего воздуха атмосферное давление относительная влажность воздуха	°С кПа %	-20 ... +40 86 – 106.4 до 80
7	Габариты, не более блока электронного преобразователя температуры зондового преобразователя температуры поверхностного	мм	160×70×30 Ø20×450 Ø 12×4
8	Вес, не более	кг	0,5

Таблица 3 – Основные характеристики рН-метра HI 991001 компании HANNA

№	Характеристика	Единицы измерения	Значение
1	Диапазон измерения рН-фактора	-	2.00...16.00
2	Погрешность измерения рН-фактора	-	±0.02
3	Диапазон измеряемых значений температуры	°С	-5...+105.0
4	Погрешность измерения температуры до 60 °С свыше 60 °С	°С	± 0.5 ±1.0
5	Калибровка рН	-	автоматическая / по 2 точкам
6	Термокомпенсация	-	автоматическая
7	Электрод	-	HI 1296D
8	Время работы от батареи	ч	200

Контроль содержания растворенных веществ (жесткости) осуществлялся с помощью TDS-метра TDS-3 компании HM Digital (рис. 9, в), характеристики которого приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Основные характеристики TDS-метра TDS-3 компании HM Digital

№	Характеристика	Единицы измерения	Значение
1	Диапазон измерения содержания растворенных веществ	ppm (мг/литр)	0 – 9990
2	Точность измерения	%	2
3	Температурная компенсация	-	автоматически в диапазоне 0-50°C
4	Диапазон температур эксплуатации	°C	0 - 80



Рисунок 9 – Внешний вид приборов: а – термометра ТЦЗ-МГ4.01 компании «СКБ Строй-прибор»; б – рН-метра HI 991001 компании HANNA; в – TDS-метра TDS-3 компании HM Digital

Водоподготовка выполнялась на пилотной мембранной установке Alfa Laval PilotUnit 2.5 RO/NF [39], характеристики которой представлены в табл. 5, а внешний вид – на рис. 10.

Таблица 5 – Основные характеристики пилотной мембранной установки Alfa Laval PilotUnit 2.5 RO/NF

№	Характеристика	Единицы измерения	Значение
1	Типы используемых мембран	-	рулонные
2	Рабочее давление фильтрации	бар	1-60
3	Скорость потока ретентата	м ³ /ч	1.5
4	Площадь мембранного элемента, не более	м ²	2
5	Площадь одной плосколистовой мембраны	м ²	0.018
6	Размер спиральных элементов	дюйм	2.5
7	Рабочий объем стакана ретентата	л	20.0
8	Мощность привода	кВт	4.0
9	Габариты	мм	1025×500×895
10	Вес	кг	135

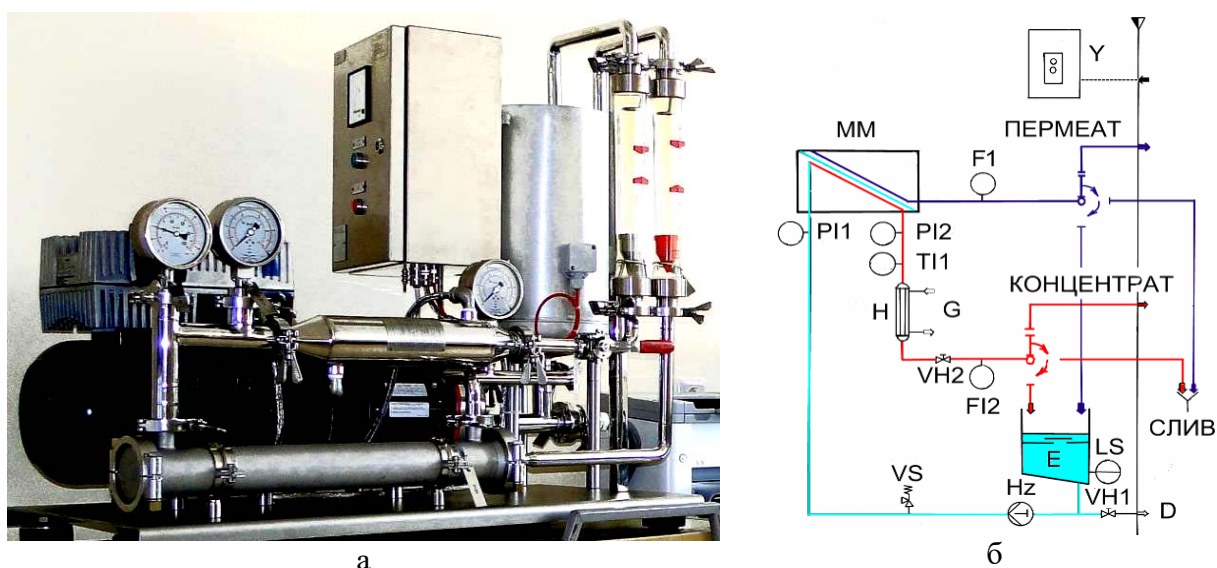


Рисунок 10 – Внешний вид (а) и принципиальная схема (б) пилотной мембранной установки Alfa Laval PilotUnit 2.5 RO/NF: D – поток в канализацию; E – резервуар; F1...2 – ротаметр; G – подвод / отвод теплоносителя; H – теплообменник; Hз – насос циркуляционный; Y – подача электропитания; LS – датчик уровня; MM – мембранный модуль; P11...2 – манометр; T1 – термометр; VH1...2 – запорно-регулирующая арматура; VS1 – клапан предохранительный

2.2 Описание устройства и методики работы на лазерном анализаторе микрочастиц «ЛАСКА-1К»

Для разработки технологического процесса очистки вина и подбора типоразмеров фильтров необходимо знание размеров частиц дисперсной фазы.

Методика изучения вида и параметров статистических функций распределения размеров частиц дисперсной фазы фильтрата и ретентата продукта отработывалась на лазерном анализаторе «ЛАСКА-1К» (рис. 11). Прибор предназначен для измерения дисперсных параметров суспензий, эмульсий и порошкообразных материалов. Расчет функции распределения частиц по размерам осуществляется путем математической обработки результатов радиального распределения интенсивности света, рассеянного микрочастицами анализируемых образцов [61].

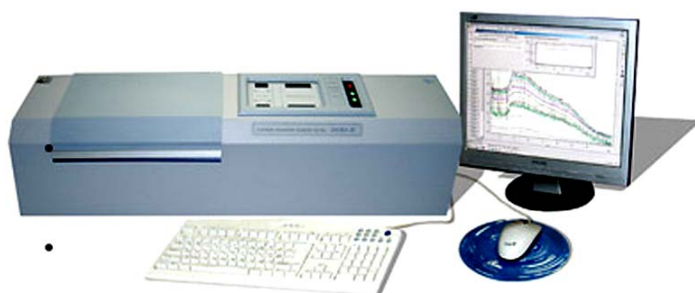


Рисунок 11 – Внешний вид лазерного анализатора микрочастиц «ЛАСКА-1К»

Область применения анализатора – лабораторный анализ и технологический контроль дисперсных систем в химико-фармацевтической, пищевой, химической и нефтехимической промышленности, а также медико-биологические исследования.

На верхней стенке корпуса находятся все элементы управления прибором: панель управления, тумблеры включения лазера и мешалки. Слева расположена откидная крышка кюветного отделения. На правой стенке находится выключатель сетевого питания и разъем для соединения с компьютером. Под откидной крышкой расположено кюветное отделение, в которое помещается измерительная кювета.

Лазерный луч освещает кювету, в которой непрерывно перемешивается суспензия частиц. Рассеянное микрочастицами пробы излучение регистриру-

ется под разными углами с помощью многоэлементного детектора. По измеренной таким образом зависимости интенсивности рассеянного излучения от угла рассеяния осуществляется расчет распределения частиц по размерам.

Обработка данных осуществляется на персональном компьютере специальной программой.

Методика работы на оборудовании состоит из следующих этапов:

1. *Подготовка к проведению работы.*

Анализатор готов к работе через 30 мин. после включения питания прибора и лазера. На персональном компьютере запускаем приложение *LaS-ca_32.exe*.

2. *Режим калибровки.*

Процедуру калибровки следует проводить в случае, если показания в канале «0 град.» отклоняются от 100 более чем на 10 % (т.е. <90 или >110).

3. *Работа с программой в режиме автомата.*

Для удобства проведения гранулометрического анализа предусмотрен режим «автомата», в котором последовательность выполнения анализа задается программой в режиме «дружественного интерфейса». При этом программа отслеживает корректность выполнения необходимых операций, после чего выдает конечный результат анализа.

После включения режима автомата через опцию «*Измерения – автомат*», появляется окно записи эксперимента и поверх информационное окно, в котором выдается информация о необходимых действиях оператора. В кюветное отделение помещаем кювету с 6 мл дистиллированной воды и включаем мешалку. При необходимости перемываем кювету или отфильтровываем дистиллированную воду. Мешалку необходимо включать после помещения кюветы в кюветное отделение, иначе на заданных больших оборотах мешалки волчок будет проскальзывать, а не вращаться.

В поле «*Комментарий*» вводим информационный текст об образце. Отбираем полуавтоматическим микродозатором 20 мкл приготовленной ис-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

ходной суспензии микрочастиц и добавляем в кювету. Нажимаем кнопку «Продолжить работу».

Основным условием корректного проведения гранулометрического анализа является соблюдение условия однократного светорассеяния. Это условие соблюдается при величине сигнала пропускания выше 50 %. В случае превышения концентрации частиц следует разбавить исходную суспензию и/или сделать меньшую добавку в то число раз, которое указано в сообщении.

После проведения анализа выводится окно «Расчет распределения частиц по диаметрам», в котором представлены исходные данные, результаты расчета и графики распределения в интегральном и дифференциальном видах.

После вывода и сохранения результатов окно «Расчет распределения частиц по диаметрам» закрывается. Анализатор-программа находится в режиме «пауза», в котором ожидает выполнения анализа следующего образца.

Выход из режима «автомат» осуществляется кнопкой *A* на боковой панели программы. При этом появляется окно «Saving to ASCII», предлагающее сохранить кинетическую запись эксперимента (по умолчанию *Auto-Save.wsr*).

4. Работа с программой в экспериментальном режиме.

Этот режим является экспериментальным, требует корректной работы и может быть востребован для анализа сложных неустойчивых дисперсных систем, требующих длительного анализа и/или разработки специализированной методики проведения гранулометрического анализа.

Измерение радиального распределения интенсивности рассеянного света происходит следующим образом. Включаем запись эксперимента «Измерения – Старт» для регистрации и непрерывного отображения данных в окне эксперимента. В кюветное отделение помещаем кювету с 6 мл дистиллированной воды, включаем мешалку. Дожидаемся установления показаний кюветы с водой. При этом показания в 1 гр. канале не должны превышать 10 единиц, в противном случае, необходимо перемыть кювету и/или отфильтровать дис-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

тиллированную воду.

Отбираем полуавтоматическим микродозатором 5 мкл приготовленной исходной суспензии микрочастиц и добавляем в кювету. После добавки пробы показания каналов №№ 2...32 должны увеличиваться, а показания канала №1 «0 град.» уменьшаться.

Если установившиеся показания канала №1 «0 град.» для кюветы с анализируемой суспензией составляют 80–50 % от показаний для кюветы с водой, а показания по всем остальным каналам достигают установившихся значений – эксперимент считается успешным и запись можно остановить «Измерения – Стоп».

После остановки эксперимента результаты обрабатываем с помощью подпрограммы «Гранулометрия». При этом появляется окно «Расчет распределения частиц по диаметрам».

5. Оформление результатов эксперимента.

Интегральные функции вероятности распределения размеров частиц дисперсной фазы плодового вина сохраняем в *МО Excel*.

Результаты исследования параметров распределения микрочастиц представлены в п. 3.1 данной работы.

2.3 Методика определения оптической плотности продукта

В рамках исследования процессов осветления фруктово-ягодных соков на основе инновационных технологий управления компании *National Instruments* разработан универсальный лабораторный комплекс, представленный на рис. 12 [56].

На лабораторном комплексе выполняется автоматизированная оценка качества осветленного сока в специально спроектированном модуле определения оптической плотности I. Основным элементом данного модуля является сосуд 8, через который циркулирует поток осветленного сока. В процессе ферментного осветления сока его оптическая плотность в сосуде 8 уменьша-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

том термостата осуществляет прибор «Control_T.vi», являющийся подприбором «CLFE-1.vi» (рис. 13).

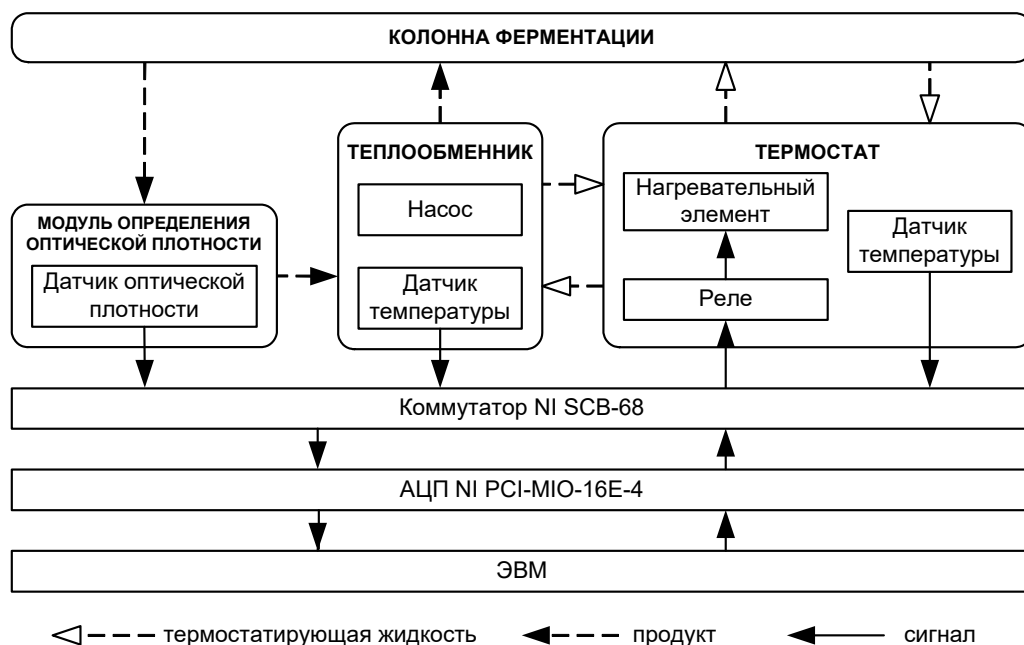


Рисунок 13 – Схема системы управления лабораторного комплекса для исследования ферментного осветления фруктово-ягодных соков

В процессе работы лабораторного комплекса алгоритм управления выдает информацию о температуре и оптической плотности продукта в цифровые поля, на график и стрелочный прибор, а также позволяет регулировать температурный режим с помощью соответствующих виртуальных элементов на лицевой панели.

2.4 Методика осветления вина проточной микрофильтрацией на установке LabUnit M20

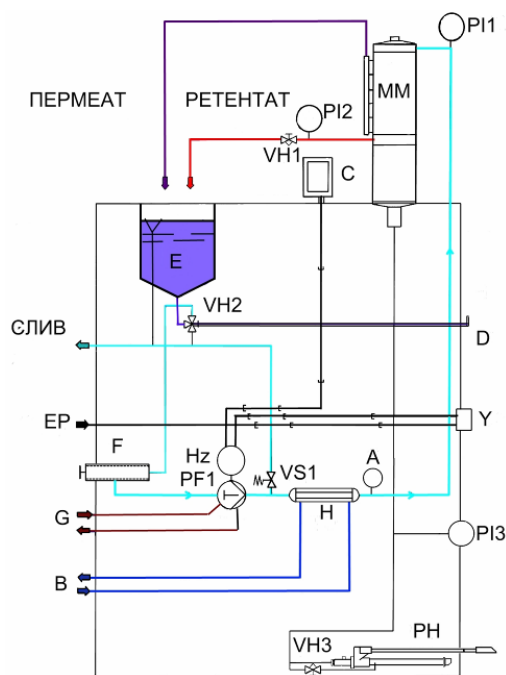
Основной объем работ выполнен на модернизированной лабораторной мембранной установке LabUnit M20 компании Alfa Laval (Швеция), позволяющей проводить исследования баромембранных технологий разделения жидких сред (обратного осмоса, нано-, ультра- и микрофильтрации) с применением плоских и спиральных полимерных мембранных элементов [58].

Установка представлена на рис. 14. Основные технические характери-

стики установки – в табл. 6.



а



б

Рисунок 14 – Внешний вид (а) и принципиальная схема (б) модернизированной лабораторной установки Alfa Laval LabUnit M20: А – термометр; В – подвод (отвод) теплоносителя воды; С – регулятор частоты вращения электродвигателя питающего насоса; D – переключатель потока концентрата; E – резервуар; EP – электропитание; F – фильтр предварительной очистки потока среды; G – подвод / отвод теплоносителя; H – теплообменник; Hz – насос циркуляционный; Y – главный рубильник; MM – мембранный модуль; PH – насос масляный для сжатия мембранных элементов; PI1...3 – манометры; VH1...3 – запорная арматура; VS1 – клапан предохранительный

Таблица 6 – Основные характеристики лабораторной мембранной установки Alfa Laval LabUnit M20

№	Характеристика	Единицы измерения	Значение
1	Типы используемых мембран	-	Плосколистовые, рулонные
2	Рабочее давление фильтрации при температуре, не более 0-60 °С до 80 °С	бар	64 5
3	Объемная скорость потока ретентата	л/мин	3.5-24.0
4	Суммарная площадь пакета плосколистовых мембранных элементов, смонтированных на установке	м ²	0.0346-0.692
5	Площадь одной плосколистовой мембраны	м ²	0.0173
6	Размер спиральных элементов	дюйм	2.5

№	Характеристика	Единицы измерения	Значение
7	Рабочий объем стакана ретентата	л	9.0
8	Предфильтр	-	Alfa Laval, 100 μ m
9	Мощность привода	кВт	3.0
10	Габариты	мм	995 × 725 × 1585
11	Вес	кг	300

С целью оценки эффективности применения плосколистовых полимерных мембран проведена очистка плодового яблочного вина. Каждый этап включал серию из шести циклов «фильтрация вина – мойка» с оценкой эффективности мойки средствами компаний *Diversey*. Длительность процесса фильтрации не превышала 8 ч. В процессе фильтрации измерялись давление на входе и выходе трансмембранного канала, производительность по пермеату и ретентату, а по завершении цикла – отбирались пробы для определения рН-фактора ретентата и пермеата. На шестом цикле после завершения этапа дополнительно отбирались пробы пермеата для определения в них наличия микрофлоры.

В качестве моющих средств выбраны: щелочное Divos 116; кислотное Divos 2; ферментное (энзимное) Divos 80-2 со щелочной добавкой Divos 95.

С учетом высокой селективности фильтрационных мембран для их мойки и оценки регенеративной способности указанных моющих средств использовалась очищенная методом обратного осмоса вода с содержанием растворенных веществ (жесткостью) не более 100 мг/л.

В соответствии с требованиями компании Alfa Laval в процессе исследования расконсервированные мембраны постоянно поддерживались во влажном состоянии.

Для корректного сравнения эффективности исследованных моющих средств необходимым требованием является обеспечение идентичности режимов проведения операций по циклам. Условия обеспечения идентичности приведены в табл. 7. Поддержание постоянного коэффициента сгущения в процессе фильтрации обеспечено подачей отбираемого пермеата непосред-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

венно в резервуар Е (рис. 14) с ретентатом, что соответствует условиям реализации непрерывного процесса очистки в промышленных мембранных установках.

Таблица 7 – Основные условия идентичности проведения операций циклов

№	Характеристика	Единицы измерения	Значение
1	Тип используемых мембранных элементов	-	Alfa Laval-MF
2	Количество мембранных элементов в пакете	шт.	4
3	Суммарная площадь фильтрационных мембранных элементов	м ²	0,0692
4	Расход ретентата в трансмембранном канале	л/мин	6,73
5	Перепад давления в трансмембранном канале в процессе расконсервации в процессе фильтрации в процессе мойки при определении коэффициента проницаемости по воде	бар	1,3 1,4 1,5 1,5
6	Погрешность поддержания температуры	°С	± 0.5
7	Условия хранения вина температура прочие	°С -	не более 5 отсутствие света
8			

Исследование проводилось в следующей последовательности:

1.1. Расконсервация мембранных элементов раствором Divos 110 (1,1%; 40 °С; 40 мин).

1.2. Ополаскивание подготовленной водой (не менее 5 объемов системы; жесткость не более 100 мг/л; 30 °С).

1.3. Определение начального значения коэффициента проницаемости по воде (Water Flux, 30 °С).

1.4. Выполнение пяти циклов «фильтрация продукта – регенерация мембранных элементов». Каждый цикл включал:

1.4.1. Осветление вина при постоянном перепаде давления в трансмембранном канале и температуре 20 °С до снижения производительности по пермеату на 20 %.

1.4.2. Вытеснение сыворотки из системы и ополаскивание подготовленной водой (не менее 5 объемов системы, 30 °С).

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

1.4.3. Определение значения коэффициента проницаемости по воде (Water Flux, 30 °C).

1.4.4. Регенерация мембранных элементов:

1.4.4.1. Мойка кислотным моющим средством Diversey Divos 2 (0,3 %; pH 1,8 – 2,0; 50°C; 20 мин).

1.4.4.2. Ополаскивание подготовленной водой (не менее 5 объемов системы; жесткость не более 100 мг/л; 30 °C).

1.4.4.3. Мойка ферментным моющим средством Diversey Divos (0,4 % Divos 95 + 0,3 % Divos 80-2; pH 9,5 – 10,5; 50 °C; 45 мин).

1.4.4.4. Ополаскивание подготовленной водой (не менее 5 объемов системы; жесткость не более 100 мг/л; 30 °C).

1.4.4.5. Мойка щелочным моющим средством Divos 116 (0,6 %; pH max 11; 50 °C; 30 мин).

1.4.4.6. Ополаскивание подготовленной водой (не менее 5 объемов системы; жесткость не более 100 мг/л; 30 °C).

1.4.5. Определение текущего значения коэффициента проницаемости по воде (Water Flux, 30 °C).

1.5. Визуальная оценка целостности поверхности мембран.

Основные параметры режима проведения операции регистрировались в электронном журнале проведения исследований (рабочей книге *МО Excel*). На их основе автоматически рассчитывался ряд параметров, значения которых использованы для оперативного контроля процесса фильтрации, мойки и оценки проницаемости мембранных элементов:

– перепад давления (трансмембранная разность давлений) на пакете фильтрационных мембран, бар

$$\Delta P = \frac{P_{in} - P_{out}}{2} - P_0, \quad (8)$$

где P_{in} , P_{out} – давления на входе и выходе из трансмембранного канала, бар;

P_0 – нормальное атмосферное давление, бар;

– коэффициент проницаемости, л/(м²·ч)

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$k_n = \frac{Q_n}{A_\Sigma}, \quad (9)$$

где Q_n – объемный расход пермеата, л/ч; A_Σ – суммарная площадь мембран, смонтированных в пакете, м²;

– удельный коэффициент проницаемости, л/(м²·ч·бар)

$$k_y = \frac{k_n}{\Delta P}, \quad (10)$$

Для повышения точности определения удельного коэффициента проницаемости по воде уравнение (10) модифицировано с учетом погрешности регулирования температуры:

$$k_y = \frac{2Q_n \cdot \exp\left(\frac{E\left(\frac{1}{T_i + 273,15} - \frac{1}{303,15}\right)}{R}\right)}{A_\Sigma(P_{in} + P_{out} - 2P_0)}, \quad (11)$$

где $E = 15400$ – энергия активации вязкого течения воды, Дж/моль; $R = 8,314$ – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); T_i – температура среды, при которой определен удельный коэффициент проницаемости, °С.

Результаты исследования проточного режима фильтрации плодового вина представлены в п. 3.2. данной работы.

2.5 Методика осветления вина бентонитом

Самым распространенным способом осветления вина является применение бентонита. Бентонит – природный глинистый минерал, имеющий свойство разбухать при гидратации (в 14–16 раз). При ограничении пространства для свободного разбухания в присутствии воды образуется плотный гель, который препятствует дальнейшему проникновению влаги. Это свойство, а также нетоксичность и химическая стойкость делает его незаменимым в производстве, строительстве и многих других сферах деятельности.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Бентопорошок изготавливается из бентоглины Саригюхского месторождения, который соответствует ГОСТу 2579-83 и образует с водой высококоллоидальную суспензию. Общими свойствами бентонитовых глин являются способность лёгкого обмена катионов диффузионного слоя, дисперсность, хорошая адсорбционная способность, набухаемость, связующая способность и т. д.



Рисунок 15 – Бентонит

Осветление вина бентонитом помогает устранить мутность напитка. Этот порошок (рис. 15) очищает продукт и создает своеобразный иммунитет от вредных бактерий и дрожжей, не позволяя ему испортиться на протяжении долгого времени. Он никак не изменяет ни запах, ни естественный цвет вина, хотя и выводит

из жидкости небольшое количество танинов, которые придают напитку характерный вяжущий привкус.

Методика осветления вина бентонитом включает следующие стадии:

1. На 10 литров винного продукта понадобится 30 г белой глины. Одну часть бентонита разводим 10 частями холодной воды. Размешиваем компоненты и оставляем в таком виде на 12 часов, чтобы глина впитала в себя жидкость и разбухла.

2. В разбухшую глину вливаем воду до получения однородной массы, схожей с консистенцией жидковатой сметаны.

3. Вливаем бентонитовый раствор в перебродившую массу, перемешиваем.

5. Примерно через 7–10 суток появится осадок. Аккуратно сливаем напиток с осадка в другую чистую емкость, после чего оставляем его еще на несколько дней настояться.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

3. Далее, сливаем остаток воды, желатин заливаем кипятком (90... 95°C). Кипяток берем в том же количестве, в котором мы брали холодную воду для замачивания. Компоненты перемешиваем, пока разбухший желатин не разойдется;

4. Процеженную через марлю однородную желатиновую массу с $t = 35...40^{\circ}\text{C}$ вливаем тонкой струйкой в вино. Для лучшего распределения, вино перед этим быстро размешиваем палочкой, создавая воронку (в нее и льем липкий состав).

5. Перемешав еще раз, емкость закрываем и ставим в прохладное помещение на 15–20 суток. Затем просто отделяем жидкость от выпавших хлопьев.

Предотвратить реакцию вина на излишнее желирующее вещество поможет отрицательно заряженный и нейтрализующий желатин Кизельзоль (диоксид кремния). Его добавляют к вину через 1...2 сутки после внесения желатина.

Выводы по главе 2

1. Представлены описания устройств и принципов работы оборудования для изучения физико-механических характеристик продукта.

2. Представлена система управления мембранной установки LabUnit M20.

3. Для экспериментальной отработки стадий технологического процесса осветления плодового яблочного вина и оценки эффективности мойки средствами компаний Diversey разработаны методики исследования процесса проточной фильтрации на пилотной мембранной установке.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

3 Результаты теоретических и экспериментальных исследований

3.1 Результаты осветления вина бентонитом

Лабораторное исследование осветления плодового яблочного вина бентонитом выполнено в соответствии с поставленными целями и задачами по методике, изложенной в разделе 2.5

Экспериментальное изучение физических и реологических свойств плодового вина выполнено в соответствии с поставленными целями и задачами по методикам, изложенным в разделах 2.1.

На рис. 17 представлены пробы плодового вина до и после осветления бентонитом в разных пропорциях.

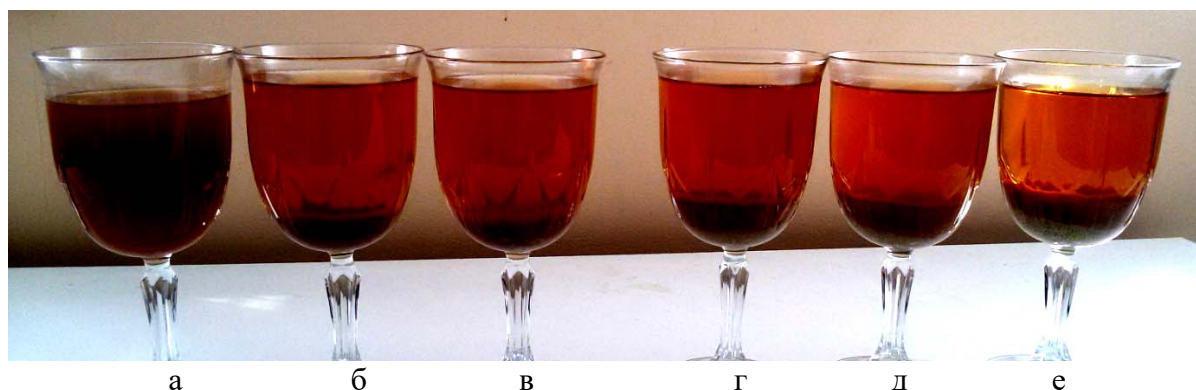


Рисунок 17 – Внешний вид плодового вина

а – вино до осветления бентонитом; б – вино + бентонит 1 г/л; в – вино + бентонит 2 г/л; г – вино + бентонит 3 г/л; д – вино + бентонит 4 г/л; е – вино + бентонит 5 г/л

На первом этапе изучена зависимость плотности вина от температуры в интервале от 20 до 50 °С на вибрационном плотнере ВИП-2М, описанном в разделе 2.1. Исследование проводилось на 5 пробах вина до и после осветления бентонитом.

В таблице 8 представлены данные плотности исходного и осветленного бентонитом в различных пропорциях плодового вина.

На втором этапе изучена зависимость динамической вязкости плодового вина, не содержащего дисперсной фазы.

Таблица 8 – Плотность плодового вина после осветления бентонитом

Т, °С	Плотность, кг/м ³					
	брага исходная	бентонит 1 г/л	бентонит 2 г/л	бентонит 3 г/л	бентонит 4 г/л	бентонит 5 г/л
10	1030					
15	1030	1032,5	1032,4	1022,7	1036	1034
20	1029	1031,9	1031,5	1021,9	1033	1032,3
25	1026	1030,5	1030	1019,9	1030,6	1029,8
30	1023	1025	1024,5	1013,6	1025	1023,2
35	1020	1018,8	1015,6	1005	1019,1	1016,3
40	1017	1009,7	1009,7	994,8	1010	1008,7
45	1013	1032,5	1032,4	1022,7	1036	1034
50	1009	1031,9	1031,5	1021,9	1033	1032,3
55	1002	1030,5	1030	1019,9	1030,6	1029,8

Полученные типичные зависимости динамической вязкости плодового вина представлены на рис. 18.

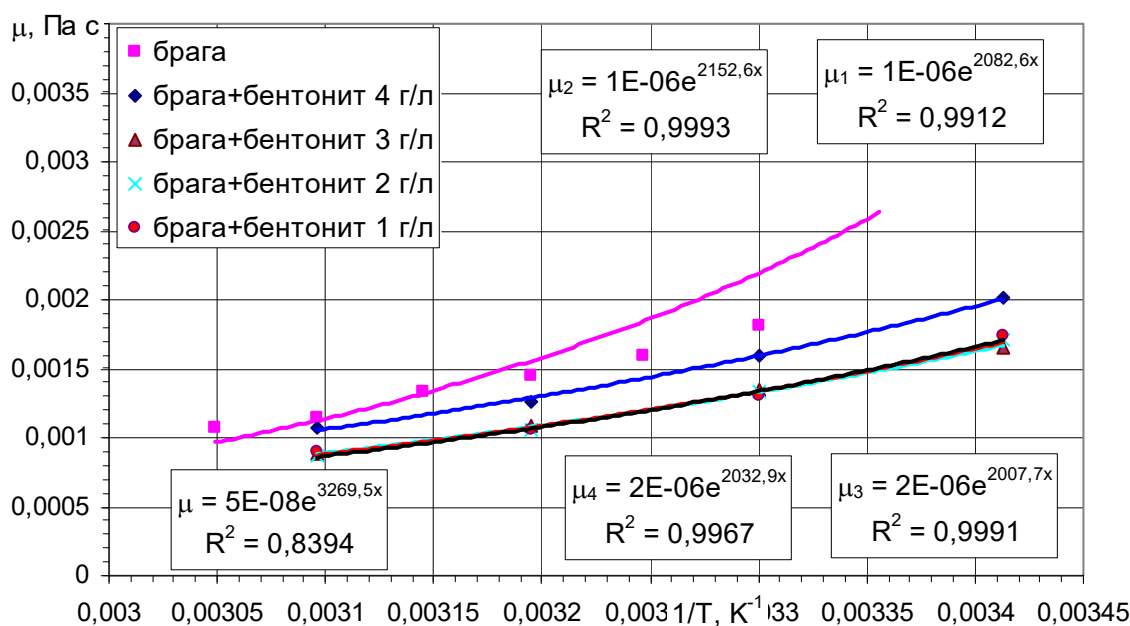


Рисунок 18 – Результаты исследования динамической вязкости вина после очищения бентонитом

Энергия активации для каждой пробы определена по уравнению (7) из наклона экспериментальных графиков $\ln \eta = f(T^{-1})$ [62].

В табл. 9 представлены данные физических свойств проб плодового вина после осветления бентонитом.

Таблица 9 – Содержание сахара, алкоголя, оптическая плотность и энергии активации

Проб а вина	Сахар, г/л	Алкоголь, %об.	Оптическая плотность, усл. ед.	Е, Дж/кг
Исходная	9,8	6	52,3	15,89
вино+бентонит 1 г/л	8,8	6	18,6	15,7
вино+бентонит 2 г/л	8,6	6	19,5	15,4
вино+бентонит 3 г/л	6,2	6	18	13,3
вино+бентонит 4 г/л	9,1	6	18,7	15,5
вино+бентонит 5 г/л	8,9	6	16,5	19,3

Для разработки технологического процесса очистки плодового вина, подбора типоразмеров фильтров и математического моделирования гидродинамических режимов фильтрации необходимо знание размеров частиц дисперсной фазы.

На лазерном анализаторе размеров дисперсных частиц «ЛАСКА-1К» [63, 53] гранулометрическим методом получены значения количества фильтруемых частиц плодового вина и представлены в табл. 10.

Таблица 10 – Распределение размера частиц на анализаторе Ласка

Продукт	Брага исходная	Брага + бентонит 1 г/л	Брага + бентонит 2 г/л	Брага + бентонит 4 г/л
dcp, мкм	13,52	0,7073	0,6808	0,0939
D ₁₀ , мкм	8,649	0,2032	0,2036	0,0681
D ₂₅ , мкм	10,48	0,4063	0,4071	0,1362
D ₅₀ , мкм	13,1	0,6095	0,6107	0,2044
D ₇₅ , мкм	15,99	0,8126	0,8143	0,2725
D ₉₀ , мкм	19,39	1,219	1,221	0,3406
SKO	11,73	0,3441	0,3862	4,883

Полученные результаты позволяют сделать обоснованный вывод о том, что для гарантированного отделения частиц дисперсной фазы плодового вина целесообразно использовать мембранные элементы с размером пор не более 100...200 нм.

3.2 Результаты осветления вина желатином

Осветление домашнего вина из яблок желатином – как показывает практика, это лучший способ добиться желаемой прозрачности напитка. Лабораторное исследование осветления плодового вина желатином выполнено в соответствии с поставленными целями и задачами по методике, изложенной в разделе 2.6.

На рис. 19 представлена цветовая гамма белых вин.

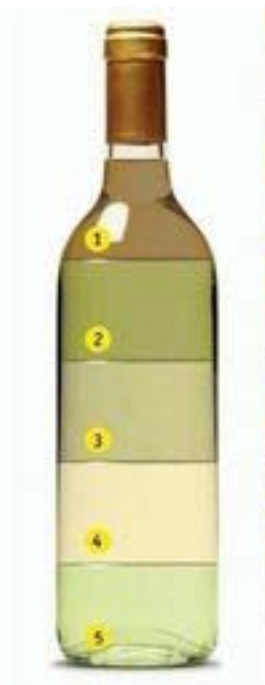


Рисунок 19 – Цвета
белого вина

1 – коричневатый цвет: вино получено из немного подсушенного виноматериала или оно состарилось и прокисло;

2 – типичный цвет для десертного вина 7–10-летней выдержки. Для прочих сортов такой колер может быть знаком того, что напиток выдохся;

3 – в идеале именно такой цвет должен быть у белого выдержанного (старше 3 лет) вина;

4 – обычный цвет для недорого выдержанного белого вина;

5 – бледно-зеленый цвет характерен для молодого (годовалого) вина.

В ходе эксперимента желатин (1–1,5 г на 10 л вина) заливали 1 стаканом холодной воды и дали настояться в течение 1 суток. За это время воду меняли 2–3 раза. Разбухший желатин заливали 1 ст. вина, хорошо перемешали до полного растворения. Затем еще раз перемешивали и выливали в емкость с вином. Через 1,5–2 недели, когда вся муть должна была осесть на дно, вино осадок не выпал и вино, как и прежде, осталось мутным.

Повторные эксперименты лучших результатов не дали.

3.3 Результаты осветления плодового вина микрофльтрации

Лабораторное исследование проточной микрофльтрации яблочного вина выполнено в соответствии с поставленными целями и задачами по методике, изложенной в разделе 2.4.

Мембранная очистка домашнего яблочного плодового вина проводилась при температуре 25 °С, среднем давлении в системе 1,55 бар до снижения коэффициента проницаемости на 20 %. Объем сырья – 10 л. При очистке плодового вина были использованы полимерные мембраны Alfa Laval-MF0,45P, которые были смонтированы в плосколистовом мембранном модуле в количестве 4 шт., с созданием общей площади фльтрации 0,0173 м².



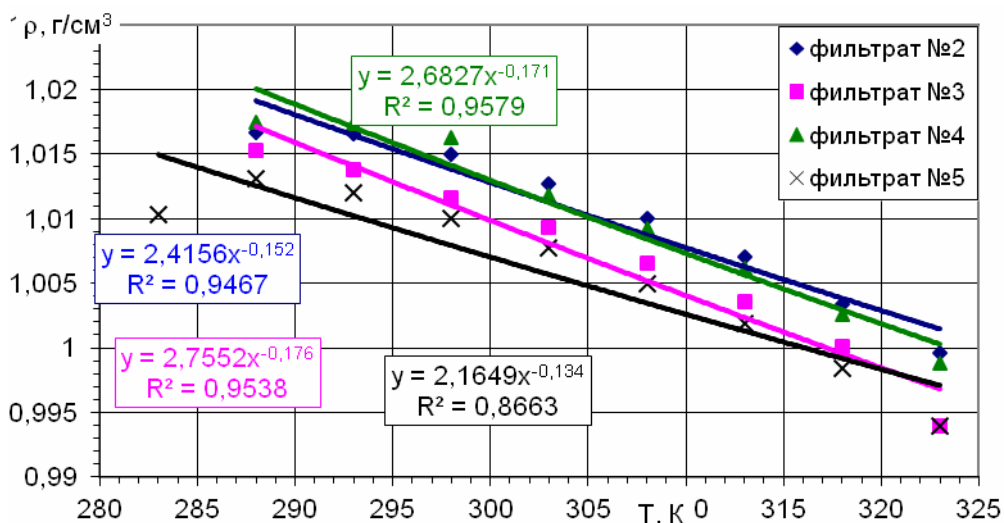
Рисунок 20 – Внешний вид плодового вина: справа – вино до осветления, слева – осветленный методом микрофльтрации

На рис. 20 представлены пробы плодового вина до и после мембранного осветления. Можно видеть, что фльтрат светло-желтый, прозрачный. Вкус фльтрата полный, практически без потери сахара и кислотности.

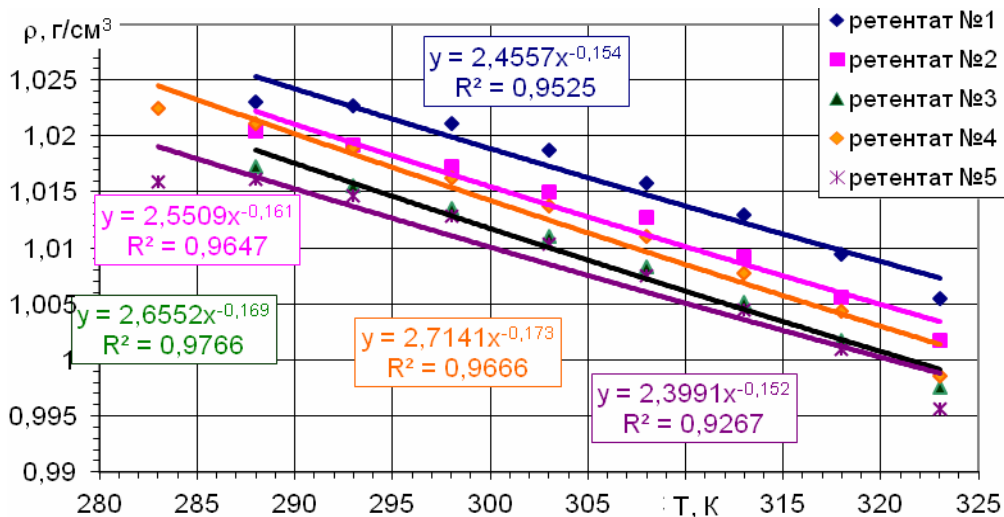
Исследования показали, что в результате мембранного осветления при хранении в течение 8 мес. при температуре 10 °С химический состав и вкусовые качества продуктов остаются без изменений.

На первом этапе была изучена зависимость плотности вина от температуры в интервале от 20 до 50 °С на вибрационном плотномере ВИП-2М, описанном в разделе 2.1. Исследование проводилось на 5 пробах вина до и после микрофльтрации.

Результаты типичных зависимостей плотности от температуры для плодового вина до и после фильтрации представлены на рис. 21 (а, б).



а

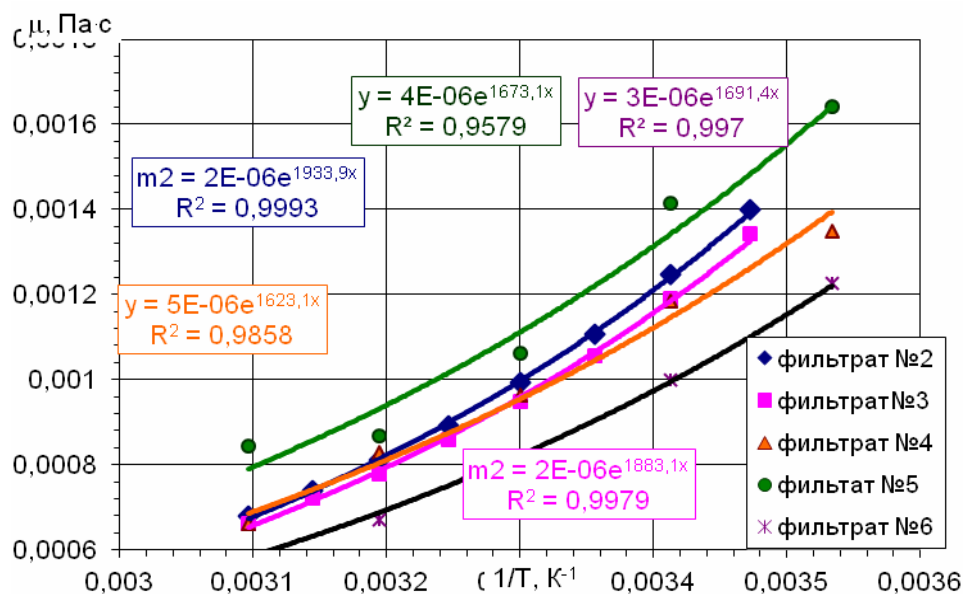


б

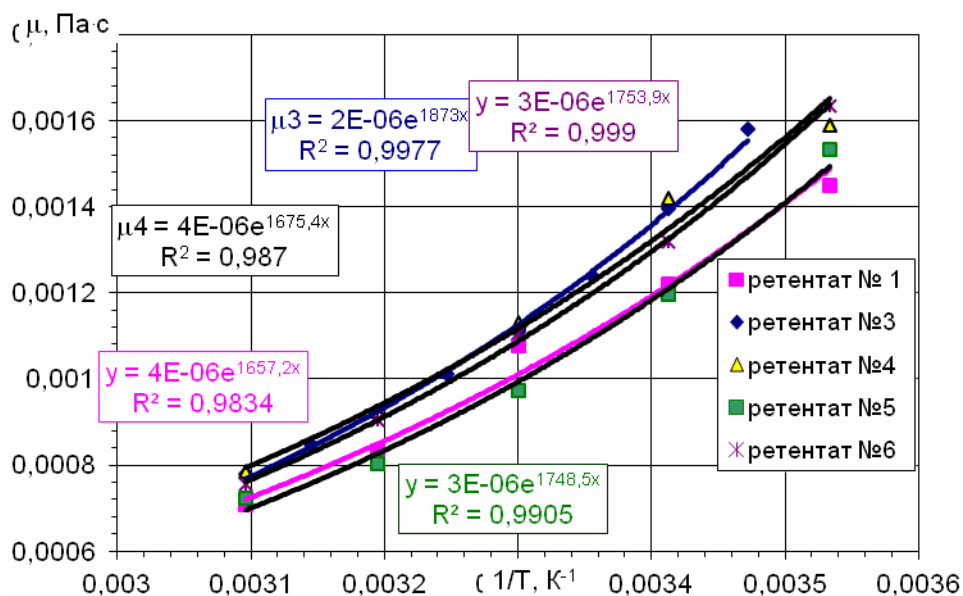
Рисунок 21. Результаты исследования плотности фильтрата (а) плодового вина и ретентата (б)

Из графиков видно, что плотности проб плодового вина в исследуемом диапазоне температур подчиняются линейному закону и отличаются незначительно.

На втором этапе изучена зависимость динамической вязкости вина, не содержащего дисперсной фазы. Полученные типичные зависимости динамической вязкости плодового вина представлены на рис. 22 (а, б).



а



б

Рисунок 22 – Результаты исследования динамической вязкости филтрата (а) и ретентата (б) вина

На лазерном анализаторе размеров дисперсных частиц «ЛАСКА-1К» гранулометрическим методом получены значения количества фильтруемых частиц плодового вина и представлены в табл. 11.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

МД-02069964-35.04.06-02-19

Лист

60

Таблица 11 – Значение размеров частиц дисперсной фазы плодового вина

про-ба	Ретен-тат №1	Фил-ьтра т №1	Ре-тен-тат №2	Фил-ьтра т №2	Ретен-тат №3	Фил-ьтра т №3	Ретен-тат №4	Фил-ьтра т №4	Ис-ход-ная	Ретен-тат №5	Фил-ьтра т №5
dср, мкм	0,5136	19,87	9,519	0,7994	0,8799	0,7281	0,6387	0,3292	0,399	0,725	1,171
d10	0,2087	12,71	3,79	0,389	0,3658	0,2311	0,3577	0,2266	0,204	0,3794	0,503
d25	0,4164	15,41	5,438	0,5834	0,5486	0,4623	0,5365	0,4531	0,409	0,5692	0,755
d50	0,6245	19,26	8,24	0,779	0,7315	0,6934	0,7153	0,6797	0,613	0,7589	1,007
d75	0,8327	23,5	12,03	0,9224	1,097	0,9245	0,8942	0,9062	0,818	0,9486	1,51
d90	1,041	28,51	17,3	1,361	1,463	1,387	1,073	1,133	1,023	1,328	2,014
SKO	0,1748	43,06	0,313	0,394	0,2477	0,9631	0,2356	2,501	0,248	0,3596	3,876

оп-тич. плот-ность	28,2	4,2	25,3	4,2	21,8	0,5	27,4	2,3	26,7	34,1	2,9

В ходе исследований были получены следующие характеристики: зависимость проницаемости мембран при фильтрации вина от фактора объемного концентрирования ретентата при $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 23), зависимость расхода пермеата от среднего давления ретентата при фильтрации дистиллированной воды при $T = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ и зависимость коэффициента проницаемости от среднего давления в канале ретентата при фильтрации воды при $T = 26 \text{ }^\circ\text{C}$.

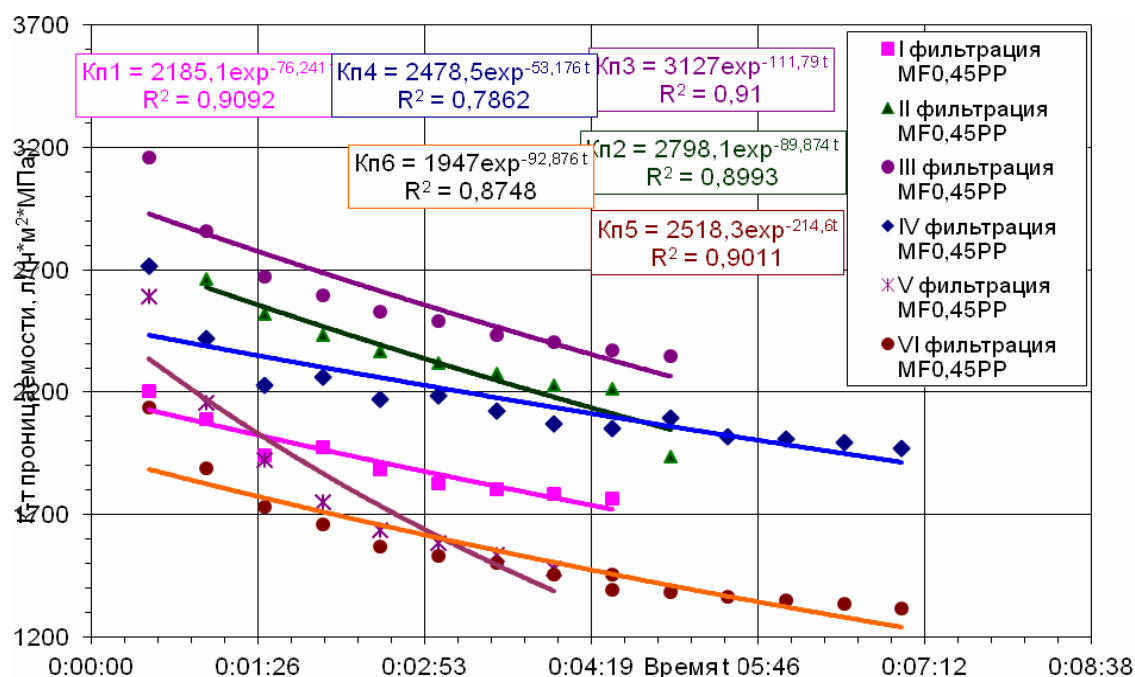


Рисунок 23 – Проницаемость MF-мембран по вину плодovому

Из рис. 23 следует, что степень снижения проницаемости для мембраны составляет примерно 16...18 %.

Из рис. 24 видно, что расход пермеата и коэффициент проницаемости растет после химической очистки мембран. Можно сделать вывод, что режим регенерации мембран, состоящий из промывки ферментным, кислотным и щелочным моющими средствами фирмы Diversey, а также ополаскивания водой до нейтрального уровня pH, подобран правильно.

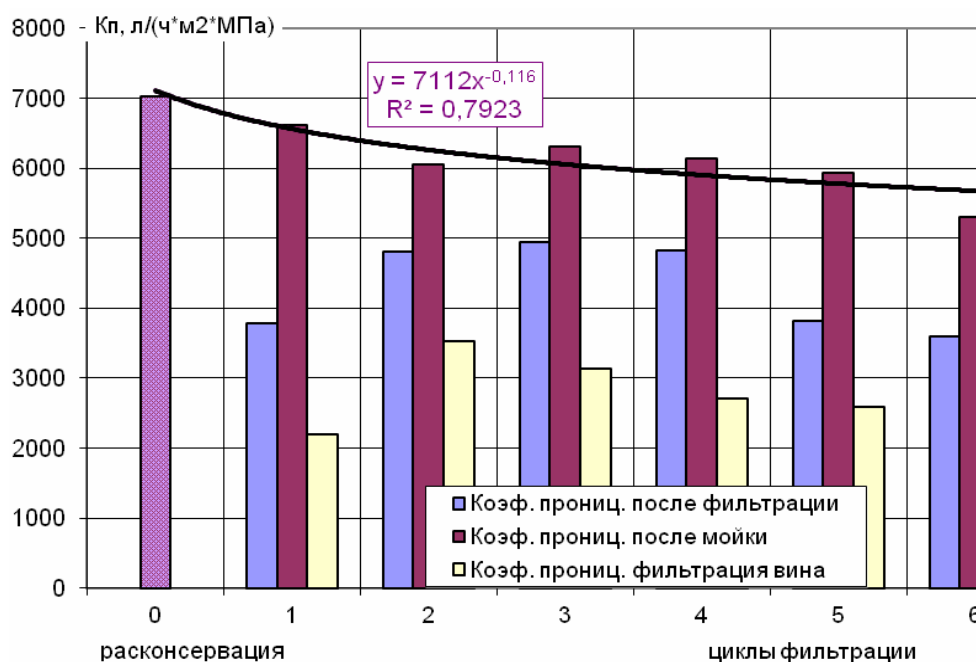


Рисунок 24 – Изменение коэффициента регенерации по воде мембран Alfa Laval-MF по циклам «фильтрации – мойка» при использовании моющих средств компаний Diversey

Выводы по главе 3

1. Проведены лабораторные исследования реологических свойств плодового вина (на примере яблочного). Установлено, что по реологическому поведению плодое вино относится к классу ньютоновских сред с зависимостью реологических характеристик от концентрации растворенных веществ.

2. Получены значения плотности дисперсной фазы, фильтрата и ретентата плодового вина с различным содержанием дисперсной фазы в диапазоне температур 15...50 °С.

3. Исследованы размеры частиц носителей и частиц дисперсной фазы, а также установлен вид и параметры статистических функций распределения.

4. Осветление вина бентонитом – очень экономный способ, ведь всего одной пачки вещества (в основном оно фасуется по 15 грамм) хватает на 20–25 литров вина.

5. Исследования показали, что в результате мембранного осветления при хранении в течение 8 месяцев при температуре 10 °С химический состав и вкусовые качества продуктов остаются без изменений.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

4 Разработка технологического процесса производства плодового вина

4.1 Описание технологического процесса

Промышленный цех производства напитков спиртных плодовых должен включать: отделение приемки и мойки плодов, отделение дробления и бродильное, отделение перегонки бражки, отделение купажирования напитков, отделение розлива, склад готовой продукции, склад тарный, склад вспомогательных материалов, бытовые и административные отделения.

На рис. 25 представлена типичная технологическая линия производства плодово-ягодных вин.

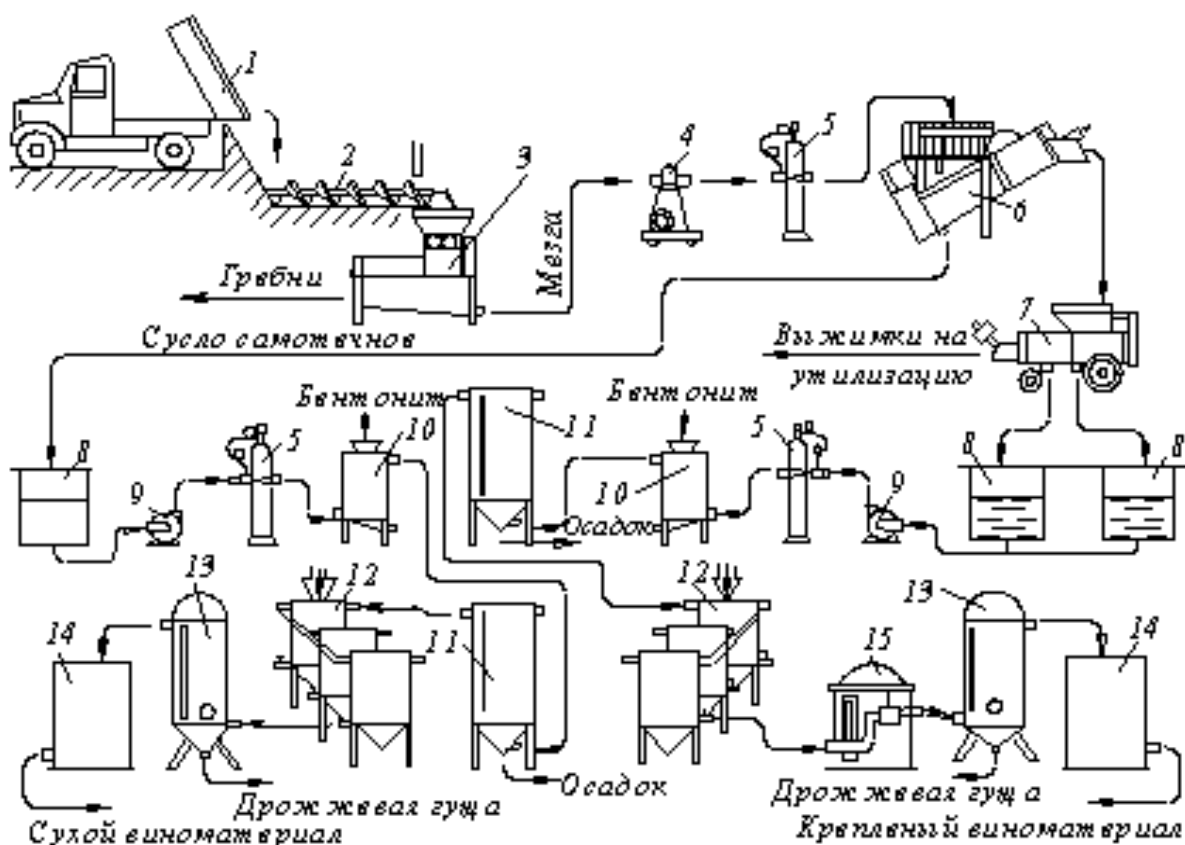


Рисунок 25 – Оборудование для производства плодово-ягодных вин:

- 1 – автотранспорт; 2 – шнековый транспортер; 3 – дробилка; 4 – мезгонасос;
- 5 – сульфитодозирующая установка ВСАУ; 6 – шнековый стекатель ВСП -5;
- 7 – шнековый пресс ВПО-20А; 8 – резервуар для оттаивания сока; 9 – насос;
- 10 – резервуар для приготовления суспензии бентонита; 11 – осветлитель; 12 – бродильная установка; 13 – купажер;
- 14 – резервуар для хранения виноматериалов;
- 15 – спиртодозатор

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МД-02069964-35.04.06-06-18

Лист

64

Технология производства плодового вина состоит из следующих стадий:

1. *Подготовка воды для технологических целей.* Вода должна удовлетворять требованиям СанПиН 2.1.4.1074. Состав оборудования системы водоподготовки зависит от исходных данных по воде.

2. *Приемка, контроль качества и транспортирование плодов и ягод.*

3. *Получение мезги.* Плоды и ягоды раздавливают для облегчения выделения сока и повышения его выхода. После дробления плодов и ягод проницаемость их тканей резко увеличивается и диффузионные процессы ускоряются. Степень измельчения плодов и ягод выбирается в зависимости от требований, предъявляемых к химическому составу вина.

4. *Получение сусла.* Первоначально сок выделяют из мезги способом стекания под действием силы тяжести. Это сусло, называемое суслом–самотеком, по химическому составу и технологическим свойствам представляет собой самую ценную фракцию. Увеличение выхода виноматериалов связано с интенсификацией процессов дробления плодов и выделения из мезги сусла.

Однако по сравнению с самотечным в прессовом сусле повышается содержание взвесей частиц оболочки и мякоти, дубильных веществ и металла, а также содержится меньше сахара.

5. *Осветление и очистка сусла.* Получаемое сусло для выделения из него взвешенных частиц направляют на осветление. От полноты в значительной мере зависит качество будущего вина.

В зависимости от назначения получаемого виноматериала и конкретных технологических условий применяют различные способы осветления сусла: отстаивание, центрифугирование, электрофлотация и др. Одно из основных технологических условий нормального осветления сусла – исключение забраживания в результате жизнедеятельности паразитных микроорганизмов.

6. *Брожение сусла.* Спиртовое брожение – основной технологический

					МД-02069964-35.04.06-06-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

процесс виноделия. Вещества, образующиеся в результате спиртового брожения, сообщают продукту характерные особенности, свойственные вкусу и букету вина.

Процесс брожения останавливают спиртованием, добавляя ректификационный спирт. При изготовлении десертных вин спиртование осуществляют на начальных стадиях брожения, когда в сусле остается еще довольно высокое количество сахаров. Введение повышенного количества спирта перед окончанием брожения приводит к получению крепкого вина. Введение спирта не только обуславливает требуемую крепость, но и способствует созданию необходимой устойчивости и характера готового вина.

7. Дображивание и осветление вина в емкостях. При получении вино-материалов высокоэкстрактивных вин обычно применяют брожение сусла на мезге, при котором происходит не только сбраживания сахара, но и экстрагирования фенольных, азотистых и других веществ из кожицы и семян.

После основного брожения вино-материал еще мутный и нестойкий. При дображивании продолжается алкогольное брожение и идет постепенное оседание дрожжевых клеток. Происходит образование кристаллов винной кислоты. При выпадении кристаллов в осадок к их поверхности прилипают твердообразные частицы взвеси. В результате этих процессов вино-материал осветляется, улучшается его вкус и повышается стойкость.

8. Обработка вина. При производстве вина выполняют с целью достижения нормативных показателей качества продукции. К таким показателям относятся органолептические показатели (вкус, аромат, цвет, прозрачность и др.) и содержание полезных и посторонних веществ в химическом составе вина (спирта, сахара, кислот, железа, минеральных веществ и др.). Основными операциями обработки вино-материалов являются купажирование, очистка, деметаллизация и оклейка осветляющими веществами, обработка теплом и холодом, осаждение примесей, фильтрование и др.

9. Купажирование заключается в смешивании различных партий вино-

					МД-02069964-35.04.06-06-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

материалов, полученных в результате переработки одного или разных сортов плодов и ягод в определенном соотношении. Дегустационная комиссия предприятий выбирает лучший вариант из нескольких пробных купажей. Вариант должен соответствовать таким нормативным требованиям по органолептическим и химическим показателям, которые характеризуют наименование вырабатываемого вина.

10. *Очистка вин* предназначена для предотвращения белковых помутнений вина, удаления механическими способами. Поэтому виноматериалы обрабатывают реактивами, чтобы растворимые примеси (соли тяжелых металлов, белки, алкалоиды и др.) преобразовать в нерастворимые частицы. Затем виноматериал смешивают с липкими веществами и адсорбирующими средствами. В результате такой обработки происходит коагуляция примесей и образование осадка в виде хлопьев.

11. *Оклейка вина*. Введение органических (желатин, казеин, танин) или неорганических (диатомит, бентонитовые глины) сорбентов, вступающих во взаимодействие с коллоидами вина и образующих хлопьевидные скопления, которые при оседании увлекают за собой взвеси и вещества, способные образовывать муть и придавать вину посторонние привкусы и запахи.

13. *Охлаждение вина*. Ускоряет созревание и стабилизацию, так как при низких температурах снижается растворимость виннокислых солей, осаждаются дубильные и красящие вещества, белковые и пектиновые соединения, бактерии, споры грибов и мельчайшие взвешенные частицы.

14. *Микрофльтрация вина*. Через различные материалы (диатомин, перлит) достигается освобождение вина от частиц, вызывающих образование мути, полное осветление (до прозрачности с блеском).

16. *Выдержка вина*. Это технологический период созревания вина, в результате которого формируется вкус и букет, вино осветляется и становится стабильным к помутнениям. При выдержке в вине происходят различные биохимические процессы. Основными физическими процессами, протекаю-

					МД-02069964-35.04.06-06-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

щими при выдержке виноматериалов, являются осаждение взвешенных частиц. Частично выпадают в осадок белковые, пектиновые и красящие вещества, что ведет к изменению окраски вина, его вкуса. На стадии созревания вина протекают процессы, способствующие улучшению вкуса, букета и стабилизации вина.

17. *Розлив вина, товарное оформление бутылок и упаковывание в транспортную тару.* При достижении вином устойчивой стабильности и хорошо развитых дегустационных свойств (зрелого и способного к фасованию состояния) дальнейший контакт вина с кислородом воздуха приводит к ухудшению качества вина. Последующее хранение вина должно осуществляться в герметически закрытых емкостях для исключения контакта вина с воздухом.

Готовым называется вино, прошедшее полный цикл обработки и выдержки, розливозрелости и являющееся стабильным ко всем видам помутнений. Такое вино фасуют в потребительскую тару – стеклянные бутылки, которые в свою очередь упаковывают в транспортную тару: полимерные, картонные или дощатые ящики [63-65].

Базовая технологическая линия включает в себя следующее оборудование: система подготовка воды; шнековый пресс для плодов и ягод; резервуары для отстаивания сока; резервуары для приготовления сусла; бродильные аппараты; резервуар для приготовления бентонита; теплообменник (для охлаждения вина); резервуары для предосветления бентонитом; фильтр-пресс; купажные емкости; резервуары для хранения вина; спиртодозатор; отделение розлива и упаковки и СІР станция.

После модернизации технологической линии исключаем резервуар для приготовления бентонита, теплообменник (для охлаждения вина), резервуары для предосветления бентонитом, фильтр-пресс.

В табл. 12 представлен перечень оборудования для промышленного производства осветленного плодово-ягодного вина.

					МД-02069964-35.04.06-06-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Таблица 12 – Состав оборудования производства плодово-ягодных вин

Технологическая операция	Оборудование	Характеристика	Стоимость оборудования, тыс. руб.
Подготовка воды для технологических целей	Система подготовки воды	Емкость с ТЭНами 45 кВт, с фильтрующим элементом 1000 л.	60
Получение мезги	Шнековый пресс для плодов и ягод	Производительность – 2500 кг/ч, выход сока – 70-75 %, мощность – 4,65 кВт.	200
Отстаивание	Резервуар для отстаивания сока – 2 шт.	Емкость из нержавеющей стали $V_{\text{общ}} = 2500$ л.	$57 \times 2 = 114$
Приготовление сусла	Резервуар для приготовления сусла – 2 шт.	Емкость из нержавеющей стали $V_{\text{общ}} = 2500$ л.	$57 \times 2 = 114$
Сбраживание вина	Бродильный аппарат – 3 шт.	Емкость одностенная из нерж. стали $V_{\text{общ}} = 5000$ л, дно - конус, внутри емкости мешалка.	$180 \times 3 = 540$
Осветление вина	Мембранная установка	Полимерные плоскопараллельные мембраны, производительность 1500 л/ч, потребляемая мощность 1,6 кВт	950
Купажирование	Купажная емкость – 3 шт.	Одностенная емкость из нерж. стали $V_{\text{общ}} = 5000$ л, дно – конус, крышка 1/3. Мешалка рамная с мотор-редуктором	$126 \times 3 = 378$
Хранение вина	Резервуары для хранения вина – 2 шт.	Емкость из нержавеющей стали $V_{\text{общ}} = 2500$ л.	$57 \times 2 = 114$
Стадия приготовления наливок	Спиртодозатор		50
Розлив и упаковка	Отделение розлива и упаковки	Производительность 800 бут/ч. Автомат розлива АРЛ-8Т; укупорочная машина УА-3000; аппликатор для нанесения этикетки; транспортер ТРП	910
Мойка оборудования и тары	CIP станция	Производительность 3000 л	450

Установленная мощность– 190 кВт, единовременная нагрузка 170 кВт.

Разработанный процесс производства осветленного плодового вина

					МД-02069964-35.04.06-06-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

обеспечивает достижение следующих преимуществ по сравнению с известными технологиями:

- снижение энергозатрат на производство плодового вина;
- повышение качества продукта за счет исключения стадии предварительного охлаждения и предосветления бентонитом;
- упрощение состава технологической линии путем замены технологического оборудования;
- уменьшение количества отходов (потерь при микрофильтрации);
- возможность использования разработанного технологического процесса для производства других видов вина.

4.2 Расчет экономической эффективности

Внедрение разработанного технологического процесса производства осветленного плодового вина позволяет повысить качество продукции и уменьшить капитальные затраты за счет замены оборудования, отказа от дополнительной обработки плодового вина препаратами-осветлителями. Также изменяется энергопотребление линии и эксплуатационные затраты.

Сумма внедрения мембранной установки для осветления плодового вина 950 тыс. руб. Затраты на переоборудование линии монтаж и на оплату труда рабочих, отладка оборудования за счет. Производительность линии составляет 2000 т готового осветленного вина в час. Сокращаются затраты на предосветление вина (510 тыс. руб.) и препараты-осветлители (10 тыс. руб.).

Общую сумму прямых затрат на производство вина определяем как сумму эксплуатационных затрат и стоимости сырья

$$P_3 = I_3 + C_M, \quad (12)$$

где C_M – стоимость расходуемого сырья, тыс. р., I_3 – эксплуатационные затраты, р.

Рассчитываем эксплуатационные затраты

$$I_3 = A_T + P_T + C_N + C_B + C_{CB} + C_{П} + C_X + C_{ст\ в} + O_{тр}, \quad (13)$$

					МД-02069964-35.04.06-06-18	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где A_T – затраты на амортизацию, тыс. р.; P_T – затраты на текущий ремонт, тыс. р.; C_B – затраты на потребление воды, тыс. р.; $C_{св}$ – затраты на потребление сжатого воздуха, тыс. р.; C_N – затраты на потребление электроэнергии, тыс. р.; $C_{п}$ – затраты на потребление пара, тыс. р.; C_x – затраты на потребление холода, тыс. р.; $C_{ств}$ – затраты на водоотведение, тыс. р.; $O_{тр}$ – затраты на оплату труда, тыс. р.

Расходы на амортизацию определяем по формуле:

$$A_m = \frac{C_a}{100} S_a, \quad (14)$$

где C_a – балансовая стоимость машины, тыс. р.; $S_a = 10\%$ – норма амортизационных отчислений.

Стоимость базовой линии 2200 тыс. руб. В результате затрат на модернизацию балансовая стоимость линии с учетом внедрения мембранной установки и ликвидации старого оборудования составила 2100 тыс. р.

Для базовой и модернизированной линий амортизационные отчисления составят:

$$A_{тб} = 2\,200 \cdot 10/100 = 220 \text{ тыс. р.}$$

$$A_{тм} = 2\,100 \cdot 10/100 = 210 \text{ тыс. р.}$$

Расходы на текущий ремонт определяем по формуле:

$$P_m = (C_{a1}/100) S_p, \quad (15)$$

где $S_p = 5,5\%$ – норма отчислений на текущий ремонт.

Для линий затраты на текущий ремонт составляют:

$$P_{тб} = 2\,200 \cdot 5,5/100 = 121 \text{ тыс. р.}$$

$$P_{тм} = 2\,100 \cdot 5,5/100 = 115,5 \text{ тыс. р.}$$

Определяем расход на потребляемую электроэнергию.

При модернизации линии потребления электроэнергии сократилось на 35 кВт. Стоимость 1 кВт электроэнергии составляет 4,8 р. Затраты за электроэнергию составят:

$$C_{Nб} = 170 \cdot 90 \cdot 4,8 \cdot 10^3 = 73,44 \text{ тыс. р.}$$

$$C_{Nм} = 125 \cdot 90 \cdot 4,8 \cdot 10^3 = 54 \text{ тыс. р.}$$

					МД-02069964-35.04.06-06-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Определяем затраты на потребление воды. Стоимость 1 м³ 25,0 р.

$$C_{\text{вб}} = 90 \cdot 420 \cdot 25,0 \cdot 10^{-3} = 945 \text{ тыс. р.}$$

$$C_{\text{вм}} = 90 \cdot 350 \cdot 25,0 \cdot 10^{-3} = 787,5 \text{ тыс. р.}$$

Расход на потребление воздуха при стоимости 1 м³ 12,5 р.: $C_{\text{вз}} = 20,2 \cdot 90 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = 22,72 \text{ тыс. р.}$

При модернизации увеличиваются затраты на оплату труда рабочих, выполняющих переоборудование линии (30% от оклада).

Рассчитываем годовой тарифный фонд для рабочих по формуле:

$$З_{\text{о}} = T_{\text{ок}} \cdot P, \quad (16)$$

где $T_{\text{ок}}$ – оклад рабочего; P – число рабочих.

Страхование от несчастных случаев на производстве составляет 1,1 %.

Итоговая сумма затрат на оплату труда:

$$O_{\text{тр}} = З_{\text{п}} + З_{\text{ст. вз}} + З_{\text{нс}} + O. \quad (17)$$

Расчет оплаты труда обслуживающего персонала линии до и с учетом модернизации представлен в табл. 13.

Таблица 13 – Фонд оплаты труда рабочих линии производства плодового вина

Наименование профессий	Количество персонала в сутки	Число часов в смену	Оклад, тыс. р.	Число рабочих дней в году	Годовой тарифный фонд, тыс. р.	Доплаты, тыс. р.	Итого, тыс. р.	Страхование от несчастных случаев, тыс. р.	Весь фонд зарплат, тыс. р.
До модернизации									
Рабочий	2	8	14,84	90	44,52	0	44,52	0,5	45,02
Рабочий	2	8	14,84	90	44,52	0	44,52	0,5	45,02
Слесарь	1	8	14,45	90	43,35	0	43,35	0,47	43,82
итог	5	8	73,81	90	132,39	0	132,39	1,47	133,86
После модернизации									
Рабочий	2	8	14,84	90	44,52	4,45	48,97	0,54	49,51
Рабочий	2	8	14,84	90	44,52	4,45	48,97	0,54	49,51
Слесарь	1	8	14,45	90	43,35	4,33	47,68	0,52	48,2
итог	5	8	73,81	90	132,39	13,23	145,62	1,6	147,22

Для базовой линии эксплуатационные затраты составят:

$$И_{эб} = 220 + 121 + 73,44 + 945 + 22,72 + 133,86 = 1\,516,02 \text{ тыс. р.}$$

Для модернизируемой линии:

$$И_{эм} = 210 + 115,5 + 54 + 787,5 + 22,72 + 147,22 = 1\,336,94 \text{ тыс.р.}$$

Сезонная производительность линии 108 тыс. дал плодового вина. На производство 1 тыс. дал необходимо затратить сырья на сумму 1 300 тыс. р.

Тогда общая сумма прямых затрат для базовой линии

$$П_{зб} = 1516,02 + 1300 \cdot 108 = 141\,916,02 \text{ тыс. р.}$$

Для модернизируемой линии:

$$П_{зм} = 1336,94 + 1300 \cdot 108 = 141\,736,94 \text{ тыс. р.}$$

Затраты на производство валовой продукции определяем как сумму прямых и косвенных затрат:

$$И_{п} = П_{з} + К_{з}, \quad (18)$$

где K_z – косвенные затраты, определяемые через коэффициент дополнительных расходов,

$$K_z = 0,3 P_z \quad (19)$$

Тогда затраты на производство валовой продукции составят:

$$И_{пб} = 1,3 P_z = 1,3 \cdot 141916,02 = 184\,490,826 \text{ тыс. р.}$$

$$И_{пм} = 1,3 \cdot 141736,94 = 184\,258,022 \text{ тыс. р.}$$

Издержки производства модернизированной линии на 232,801 тыс. р. меньше издержек базовой за счет переоборудования линии.

Стоимость валовой продукции определяется по формуле:

$$ВП = V_o \cdot Ц_o, \quad (20)$$

где V_o – валовое производство продукции, т; $Ц_o$ – цена 1 т продукции, р.

Средняя цена 1 дал плодового вина $Ц_o = 6$ тыс. р.

Стоимость валовой продукции для базовой линии:

$$ВП_b = 1080000 \cdot 6 = 6\,480\,000 \text{ р.}$$

В связи с сокращением стадии очищения бентонитом потеря продукта при производстве сокращается на 4 %, следовательно, стоимость валовой

					МД-02069964-35.04.06-06-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

продукции для новой линии :

$$ВП_{н} = (108000 \cdot 1,04) \cdot 6 = 6\,739\,200 \text{ р.}$$

Чистый доход для линий определяем как разницу между стоимостью продукции и соответствующими издержками производства:

$$\Pi = ВП - И_{п}, \quad (21)$$

$$\Pi_{б} = 6480000 - 184\,490,826 = 6\,295\,509,174 \text{ р.}$$

$$\Pi_{н} = 6\,739\,200 - 184\,258,022 = 6\,554\,941,978 \text{ р.}$$

Экономии потребления энергоресурсов (электроэнергия, сжатый воздух, холодная вода, пар) определяем по формуле:

$$\mathcal{E}_{эп} = (E_{б} - E_{н}) \cdot A_{н}, \quad (22)$$

где $E_{б}$ и $E_{н}$ – потребление энергоресурсов при базовой и новой технологиях в расчете на 1 дал продукции.

$$\mathcal{E}_{эN} = 73,44 - 54 = 19,44 \text{ тыс. р.}$$

$$\mathcal{E}_{эв} = 945 - 787,5 = 197,5 \text{ тыс. р.}$$

Размер годовой экономии, полученной в итоге модернизации оборудования, определяем по формуле:

$$\mathcal{E}_{г} = \Pi_{з0} - \Pi_{з1}, \quad (23)$$

где $\Pi_{з0}$, $\Pi_{з1}$ – прямые затраты при существующей и проектируемой технологиях, тыс. р.

$$\mathcal{E}_{г} = 141916,02 - 141736,94 = 179,08 \text{ тыс. р.}$$

Срок окупаемости капиталовложений:

$$T_{ок} = K / \mathcal{E}_{г} = (950 + 13,23) / 179,08 = 5,4 \text{ года} \quad (24)$$

Основные показатели экономической эффективности внедрения в линию производства плодового яблочного вина микрофльтрационной установки для очистки продукта представлены в табл. 14.

Из анализа табл. 14 видно, что использование новых технологий и современного оборудования, в том числе мембранных установок, позволяет экономить на энергоносителях существенную сумму. Отказ от дополнительной обработки плодового вина препаратами-осветлителями, обработка гото-

					МД-02069964-35.04.06-06-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

вого продукта методом пастеризации, а также внедрение мембранной установки для замены данных операций позволит сократить потребление электроэнергии. Рыночная стоимость модернизации составляет 963,23 тыс. р. Так как производство плодового вина является сезонным, всего 3 месяца, годовой экономический эффект равен 179,08 тыс. р. Срок окупаемости капитальных вложений составляет 5,4 года.

Таблица 14 – Показатели эффективности внедрения проектируемой технологии производства продукции

Показатель	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Проектируемый в % к базовому
Производительность линии, дал/год	1080000	1080000	100,0
Дополнительные капитальные вложения, тыс. р.	-	963,23	-
Количество обслуживающего персонала, чел.	5	5	100,0
Эксплуатационные затраты, тыс. р.	1516,02	1336,94	88,2
в т.ч. амортизация	220	210	95,45
текущий ремонт	121	115,5	95,45
фонд оплаты труда	133,86	147,22	109,9
электроэнергия	73,44	54	73,5
вода	945	787,5	83,3
сжатый воздух	22,72	22,72	100,0
Валовая продукция, тыс. р.	6480	6480	100,0
Затраты на производство валовой продукции, тыс.р.	184490,8	184258,0	99,8
Чистый доход, тыс. р.	6651,997	7427,967	111,66
Уровень рентабельности, %	34,4	35,6	
Годовой экономический эффект, тыс. р.	-	179,08	-
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, год	-	5,4	-

Заключение

В данной работе разработан технологический процесс осветления плодового вина методом микрофльтрации. Целью является получение высококачественной продукции при малых энергозатратах.

Разработанная технология позволяет сократить технологический процесс за счет внедрения мембранной установки стоимостью 963,23 тыс. р. вместо использованных ранее аппаратов. Вследствие чего изменяется энергопотребление линии и эксплуатационные затраты. Годовой экономический эффект равен 179,08 тыс. р. Срок окупаемости капитальных вложений составляет 5,4 года.

Определены физические и реологические характеристики продукта при осветлении бентонитом, желатином и микрофльтрацией; экономическая эффективность внедрения в производства проектной линии.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 52335-2005 «Продукция винодельческая. Термины и определения»
2. Косюра В.Т. Основы виноделия / В.Т. Косюра, Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта.– М.: «ДеЛипринт», 2004. – 440 с.
3. Федеральный закон «Технический регламент на вино и винодельческую продукцию». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200080010>
4. Зазирний Д.К. Основные тенденции в развитии внутреннего рынка алкогольной продукции в Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика, 2008. – № 4. – С. 15-18.
5. Помозова В.А. Технология слабоалкогольных напитков: теоретические и практические аспекты / В.А. Помозова. – Кемерово, 2002. – 152 с.
6. Егорова А. Рынок в движении. Основные тенденции мирового рынка напитков 2009–2010 / А. Егорова // Индустрия напитков. – 2011. – № 5. – С. 50–55.
7. Кишковский З.Н. Технология вина / З.Н. Кишковский, А.А. Мержаниан. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 504 с.
8. Гяурский А. Настольная книга винодела / А. Гяурский. – М.: Центрполиграф, 2003. – 160 с.
9. Седов Е.Н. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони / Е.Н. Седов, М.А. Макаркина, Н.С. Левгерова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2007. – 312 с.
10. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона «Плодовое вино» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru>.
11. Жалпанова Л.Ж. Консервирование, копчение, виноделие / Л.Ж. Жалпанова. – М.: Книга по Требованию, 2007. – 640 с.
12. Ухина Е.Ю. Новые биотехнологические приемы в производстве фруктовых соков / Е.Ю. Ухина, О.Б. Мараева // Качество продукции, техно-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

логий и образования: мат-лы научно-практ. конф., 2007. – С. 74.

13. Не только виноград – из чего еще делают вина. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://amwine.ru>.

14. Климова Е.В. Обеспечение условий для качественного брожения вин; контроль над процессом с помощью микроскопа (ФРГ) / Е.В. Климова // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал – 2007. – № 1 – С. 190.

15. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий / Ц.Р. Зайчик, П.П. Прохоренко. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 496 с.

16. Соболев Э.М. Технология натуральных и специальных вин / Э.М. Соболев. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 400 с.

17. Пат. 2368656 Российская Федерация, МПК С12G1/02. Способ производства вина фруктового натурального полусладкого/ И.Д. Манджгаладзе. – заяв. 17.04.2008.

18. Пат. 2412988 Российская Федерация, МПК С12G1/06. Способ производства вина игристого яблочного / Л.А. Оганесянц, Б.Б. Рейтблат, Л.В. Дубинчук, Л.М. Кучерявый. – заяв. 24.03.2010.

19. Пат. 2435838 Российская Федерация, МПК С12G1/00, С12G3/07. Способ производства яблочного столового вина / Л.А. Оганесянц, А.Л. Панасюк, Е.И. Кузьмина, И.М. Шур, Л.И. Розина, Л.А. Пелих, М.А. Захаров. – заяв. 01.11.2010.

20. Пат. 2218389 Российская Федерация, МПК 7С12G1/00А, 7А23L1/06В. Способ переработки плодово-ягодного сырья / С.В. Цивинский – заяв. 04.12.2001.

21. Пат. 107154 Российская Федерация, МПК С12G1/00. Линия производства специального плодового вина / М.В. Кузилов, Ю.Ф. Якуба – заяв. 24.03.2011.

22. Пат. 2330880 Российская Федерация, МПК С12G1/00, С12G1/02. Способ производства плодового вина / А.Л. Панасюк, Е.И. Кузьмина,

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

С.Л. Славская [и др.]. – заяв. 13.02.2007.

23. Виноградов В.А. Флотационное осветление продуктов переработки винограда и плодово-ягодного сырья / В.А. Виноградов, В.А. Загоруйко, А.В., Сильвестров, В.А. Бойко // Вестник «Крымское качество». – Симферополь: 2007. – С. 93 – 95.

24. Чурсина О.А. Физико-химическая и технологическая оценка бентонитов, используемых в виноделии. – 2010. – №40. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25100301>.

25. Биохимический состав плодов и ягод и их пригодность для переработки / Н.И. Савельев [и др.]. – Мичуринск: изд-во ГНУ ВНИИГ и СПР им. И.В. Мичурина Россельхозакадемик, 2004. – 124 с.

26. Пат. 2130739 Российская Федерация, МПК 6A23L2/80A, 6C12H1/048B. Способ осветления соков и вин / Н.А. Курбанов, Э.С. Гореньков, В.П. Филиппович, О.И. Квасенков – заяв. 13.10.1997.

27. Пат. 2030887 Российская Федерация, МПК 6A23L2/42A, 6C12H1/06B. Установка для производства осветленных соков и вин / Г.Р. Нариниянц, О.И. Квасенков, Э.С. Гореньков – заяв. 1995.

28. Пат. 2226120 Российская Федерация, МПК 7B01D35/12A. Устройство для фильтрации жидкости и способ регенерации фильтрующих элементов/ П.Н. Мартынов, Г.В. Григорьев, С.С. Скворцов – заяв. 12.09.2000.

29. Пат. 2470720 Российская Федерация, МПК B08B3/08. Способ очистки мембранных фильтров/ Ари Корнелис Бесемер, Мастригт Э. В., Андре Мепсхен – заяв. 16.07.2008.

30. Пат. 2048515 Российская Федерация, МПК 6C12G3/06A. Способ осветления ликеро-водочных изделий / В.А. Ямников, Ю.А. Ермилов, Г.И. Зайканова, В.И. Федоренко – заяв. 1995.

31. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества».

32. Алюханова О.А. Обоснование параметров проточной микрофильт-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

ления его работоспособности / А.И. Бон, В.Г. Дзюбенко, В.П. Дубяга; заявитель и патентообладатель ООО «Науч.-производ. предприятие «Аквапор». – №2003134812/15; заявл. 27.05.2005; опубл. 27.10.2005. – 9 с.

45. Поляков Ю.С. Ультра- и микрофльтрация в полволоконных аппаратах с образованием осадка на поверхности мембран: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.17.06 / Ю.С. Поляков. – М., 2005. – 27 с.

46. Николаев Г.И. Баромембранные процессы и аппараты / Г.И. Николаев. – Улан-Удэ: изд-во ВСГТУ, 2007. – 66 с.

47. Сакаш Г.В. Очистка воды на керамических фильтрах: монограф. / Г.В. Сакаш. – Новосибирск : Новосиб. гос. ун-т, 2005. – 164 с.

48. Водяков В.Н. Курсовое проектирование процессов и аппаратов пищевых производств / В.Н. Водяков, В.В. Кузнецов. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – 257 с.

49. Свитцов А.А. Введение в мембранную технологию / А.А.Свитцев. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 208 с.

50. Худоян П.А. Концентрационная поляризация при ультрафльтрации растворов ВМС в предгелевом режиме: автореф. дисс. ...канд. техн. наук: 05.17.08 / П.А. Худоян. – М., Моск. хим.-технол. ин-т им. Д.И. Менделеева, 1991. – 15 с

51. Измерители плотности жидкостей вибрационные «ВИП-2М» И «ВИП-2МР». Руководство по эксплуатации ТКЛШ 2.843.001 РЭ. – СПб.: ООО «Термекс», 2009. 32 с. ил.

52. Водяков В. Н. Лабораторный модуль по дисциплине «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» [Электронный ресурс] : электрон. учебно-метод. пособие / В. Н. Водяков, О. А. Кувшинова. – Электрон. дан. – Саранск: ФГБОУ ВПО «Мордов. гос. ун-т им. Н.П. Огарева», 7 сентября 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : Зв., цв. – Систем. требования: Microsoft Windows XP/7/8.

53. Водяков В.Н. Измерение вязкости ньютоновских сред на микровис-

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

козиметре фирмы ХААКЕ/ В.Н. Водяков, О.А. Кувшинова, Е.Н. Паксеваткин, А.А. Панкова // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию института механики и энергетики. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2012. С. 87 – 91.

54. Кувшинова О.А. Оборудование для изучения и контроля физико-механических свойств пищевых продуктов / О.А. Кувшинова // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: мат-лы XI международ. науч.-практ. конф., посвящ. памяти д.с/х.н. С.А. Лапшина. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. С. 407 – 412.

55. Водяков В.Н., Кувшинова О.А. Лабораторный модуль по дисциплине «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» / Водяков В.Н., Кувшинова О.А.// учебно-методическое пособие / Мор-довский государственный университет им. Н.П. Огарёва. Саранск, 2015.

56. Водяков В.Н., Кувшинова О.А. Изучение ферментного осветления яблочного сока / Водяков В.Н., Кувшинова О.А. // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: мат-лы международ. конференция. 2014. С. 14-20.

57. Данина М.М. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов, готовых хлебобулочных и кондитерских изделий. Лабораторные работы / М.М. Данина, Е.В.Соболева: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 57 с.

58. Печнов В.В. Реконструкция мембранной установки «LabUnit M20» / В. В. Печнов, В. В. Кузнецов, В. Н. Водяков // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвуз. сб. науч. тр. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. С. 164-171.

59. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник: В 2 кн. / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др.; Под ред. В.Г. Айнштейна. – М.: Университетская книга; Логос; Физматкнига, 2006. Кн. 1.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

60. Физические величины: Справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Михайлова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.

61. Кувшинова О.А. Методика работы на лазерном анализаторе «Ласка-1К» / О.А. Кувшинова, М.Н. Сардаева // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвуз. сб. науч. тр. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. – С. 268 - 273.

62. Очистка и осветление домашнего вина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alkolife.ru/vina/osvetlenie-i-ochistka>.

63. Очистка и осветление домашнего вина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://posamogonu.ru/vino/osvetlenie-v-domashnih-usloviyah>.

64. Очистка и осветление домашнего вина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agro-mash.ru>.

65. Козлова Н. А. Совершенствование промышленной технологии плодовоощных пюре и соков с применением ферментных препаратов автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.18.01/ Козлова Н. А. – М., 2006. – 27 с.

					МД-02069964-35.04.06-02-19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83