

- 1) Настоящий регламент носит рекомендательный методологический характер, и применим к конкретному производству не промышленных масштабов.
2) В настоящем регламенте используются термины и определения в соответствии с ГОСТ Р 52673-2006.

Регламент разработан в соответствии с положением о технологических регламентах производства продукции на предприятиях химического комплекса
утвержденного заместителем
Министра Экономики РФ
Н.Г. Шамраевым 6 мая 2000 г.,
согласованного Государственным
Комитетом РФ по охране окружающей
среды
(№ 02-19/18-214 от 26 ноября 1999 г.) и
Федеральным горным и
промышленным надзором России
(№ 02-35/234 от 28 апреля 2000 г.)

ПРОЕКТ ПОСТОЯННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА

**производства спирта этилового из пищевого сырья;
производства водок и изделий ликероводочных
из питьевого спирта высшей очистки**

Срок действия регламента до 01 ноября 2016 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

№ раз-дела	Наименование раздела	Страница
1	Общая характеристика производства	3
2	Характеристика производимой продукции	5
3	Характеристика исходного сырья, материалов, полу-продуктов и энергоресурсов	9
4	Описание технологического процесса и схемы	15
5	Материальный баланс и нормы расходов	31
6	Нормы расходов расходных материалов, электроэнергии и проточной воды	39
7	Нормы образования отходов производства	40
8	Контроль, автоматизация производства и управление технологическим процессом	42
9	Возможные неполадки в работе и способы их ликвидации	48
10	Безопасная эксплуатация производства. Опасные факторы и меры безопасности	52
11	Спецификация основного технологического оборудования и технические устройства	54

1 Общая характеристика производства

1.1 Наименование производства

А) Производство спирта этилового из пищевого сырья посредством ферментативного сбраживания сахаров, а также путем вторичной переработки некондиционных ликероводочных изделий.

Б) Производство водок и ликероводочных изделий из питьевого спирта высшей очистки.

1.2 Год ввода в эксплуатацию

Производство (дистилляция) спирта из пищевого сырья основано в 1996 году.

За годы эксплуатации, установки перегонки и очистки проходили различную модернизацию с целью усовершенствования процесса и получения качественного продукта отвечающего высоким требованиям следующих национальных стандартов:

- ГОСТ Р 51279-99 «Дистиллят плодовой. Технические условия»;
- ГОСТ Р 51298-99 «Дистиллят винный. Технические условия»;
- ГОСТ Р 51652-2000 «Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия»;
- ГОСТ Р 51723-2001 «Спирт этиловый пищевой 95%-ный. Технические условия»;
- ГОСТ Р 52193-2003 «Спирт этиловый-сырец из пищевого сырья. Технические условия»;
- ГОСТ Р 51355-99 «Водки и водки особые. Общие технические условия»;
- ГОСТ Р 52472-2005 «Водки и водки особые. Правила приемки и методы анализа»;
- ГОСТ Р 52473-2005 «Спирт этиловый из пищевого сырья. Правила приемки и методы анализа»;
- ГОСТ Р 52522-2006 «Спирт этиловый из пищевого сырья, водки и изделия ликероводочные. Методы органолептического анализа».

Переход от дистилляции спирта к полноценной ректификации с высокой разделительной способностью осуществлен в июне-июле 2011 г. В настоящее время спиртовое производство, включающее ректификационную установку периодического действия, эквивалентно не менее 16 обычным перегонкам спирта. Первоначальная технология производства спирта методом двойной дистилляции с частичной дефлегмацией паров основанная в 1996 году была эквивалентна не менее трем (до шести с применением пленочной ректификационной колонны) обычным перегонкам спирта и не позволяла получать спирт крепостью выше 92%об.

1.3 Проектная и достигнутая мощность

Сбраживание сахаров и выделение из бражного сусла спирта-сырца производится периодическим методом.

Мощность производства бродильного цикла не менее 12500 мл браги/12 дней.

Мощность брагоперегонного аппарата по слабому спирту-сырцу составляет не менее 800 мл/час. Нормативное время работы брагоперегонного отделения 6,5 часа, включая

- операции на сборку/разборку оборудования и его промывку – 1 час;

- время нагрева бражного сусла до температуры кипения – 1,75 часа (1 час 45 мин.);
- время отгонки слабого спирта-сырца – 3,75 часа (3 часа 45 мин).

Переработка спирта-сырца и некондиционных ликероводочных изделий производится на периодически действующем дистилляторе с дефлегмацией паров.

Мощность дистиллятора по крепкому спирту-сырцу составляет не менее 400 мл/час. Нормативное время работы отделения получения крепкого спирта-сырца составляет 5,79 часа, включая

- операции на сборку/разборку оборудования и его промывку – 1 час;
- время нагрева слабого спирта-сырца до температуры кипения – 0,66 часа (40 минут);
- время отгонки крепкого спирта-сырца – 4,13 часа (4 часа 08 минут).

Дальнейшая переработка крепкого спирта-сырца в питьевой спирт высшей очистки проводится на периодически действующей ректификационной установке.

Мощность ректификационной установки по ректифицированному спирту составляет не менее 200 мл/час. Нормативное время работы ректификационного отделения составляет 8,5 часов, включая

- операции на сборку/разборку оборудования и его промывку – 1 час;
- время нагрева крепкого спирта-сырца до температуры кипения – 0,25 часа (15 минут);
- стабилизация ректификационной колонны – 0,25 часа (15 минут);
- время ректификации – 7 часов.

Производительность фильтрации и пастеризации слабого спирта-сырца не менее 3500 мл/час. Нормативное время работы составляет 1,25 часа, включая

- операции на сборку/разборку оборудования и его промывку – 0,25 часа (15 минут);
- фильтрация ~1 час.

Производительность угольной очистки и фильтрации водно-спиртовой смеси 1400 мл/час. Нормативное время работы составляет 2,25 часа.

- операции на сборку/разборку оборудования и его промывку – 0,25 часа (15 минут);
- фильтрация ~ 2 часа.

Общая длительность цикла технологических операций составляет до 24 часов.

2 Характеристика производимой продукции

2.1 Продуктом производства является спирт этиловый питьевой из пищевого сырья (этанол – химическая формула C_2H_5OH). Конечным продуктом являются водки и другие ликероводочные изделия.

2.2 Производимый спирт соответствует по ГОСТ Р 51723-2001 и ГОСТ Р 51652-2000 спирту высшей очистки и не уступает по своему качеству спиртам норме «Экстра» и «Люкс». Основные технические показатели стандартов сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Норма для спирта			Методы анализа
	Этиловый питьевой 95%-ный (из спирта высшей очистки по ГОСТ Р 51652-2000)	«Экстра»	«Люкс»	
Объёмная доля этилового спирта, %, не менее	95,0±0,2	96,3	96,3	ГОСТ 5964
Проба на окисляемость, мин, при 20°C, не менее	15	20	22	ГОСТ 5964
Массовая концентрация уксусного альдегида в пересчете на безводный спирт, мг/л, не более	4,0	2,0	2,0	ГОСТ Р 51698
Массовая концентрация сивушного масла (1-пропанол, 2-пропанол, спирт изоамиловый) в пересчете на безводный спирт, мг/л, не более	6,0	5,0	5,0	ГОСТ Р 51698
Массовая концентрация сложных эфиров (ацетат, этилацетат) в пересчете на безводный спирт, мг/л, не более	13,0	10,0	5,0	ГОСТ Р 51698
Объёмная доля метилового спирта в пересчете на безводный спирт, %, не более	0,03	0,02	0,02	ГОСТ Р 51698
Массовая концентрация свободных кислот (без CO_2) в пересчете на безводный спирт, мг/л, не более	15,0	12,0	8,0	ГОСТ 5964
Наличие фурфурола	Не допускается			ГОСТ Р 51710

2.2 Основные свойства, физико-химические свойства и константы

2.2.1 Внешний вид – прозрачная жидкость без посторонних частиц.

2.2.2 Цвет – бесцветная жидкость.

2.2.3 Вкус и запах – характерные для этилового спирта, без привкуса и запаха посторонних веществ.

2.2.4 Относительная молекулярная масса – 46 г/моль.

2.2.5 Точка азеотропы при 760 мм рт.ст. – 97,2%об.

2.2.6 Температура кипения азеотропной смеси при 760 мм рт.ст. 78,15°C.

2.2.7 Зависимость температуры кипения азеотропной водно-спиртовой смеси от давления представлена на рис.1.

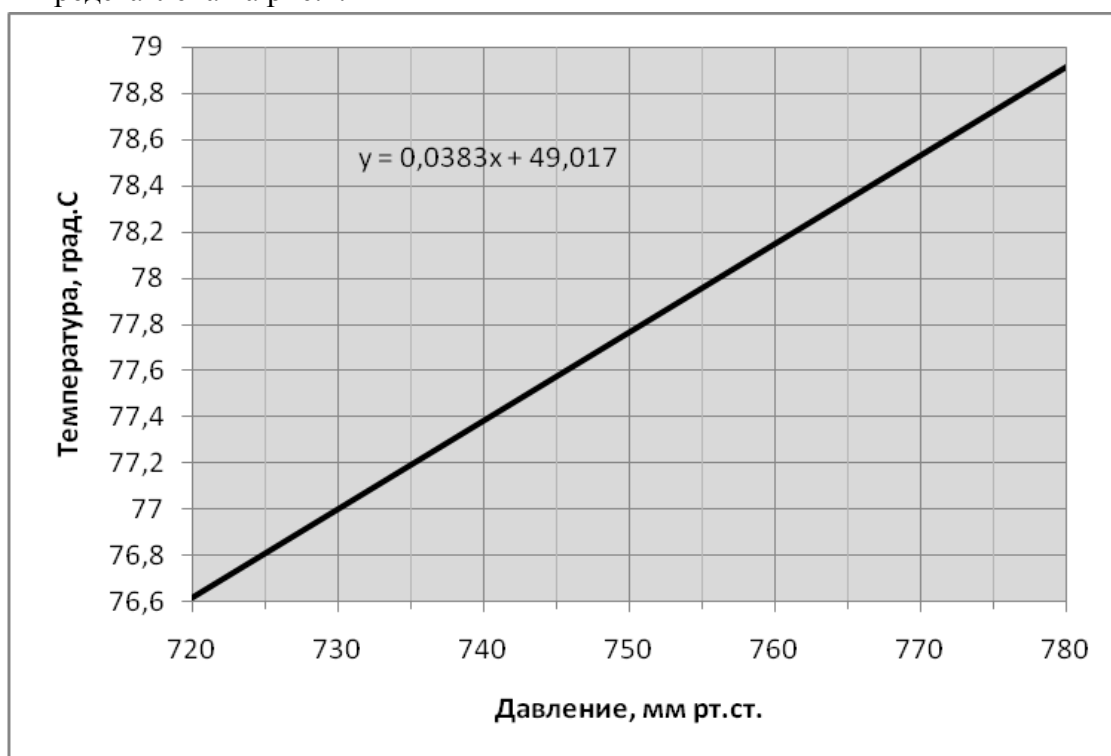


Рис.1 Зависимость температуры кипения азеотропной водно-спиртовой смеси от давления

2.2.8 Зависимость азеотропной концентрации водно-спиртовых смесей от давления приведена в таблице 2.

Таблица 2

Давление, мм рт.ст.	Крепость (концентрация) спирта в азеотропной точке, %об.	Температура кипения, °С
70	100	27,97
100	99,9	33,35
129,7	99,3	39,2
198,4	98,4	47,6
404,6	97,7	63,04
760,0	97,2	78,15
1075,4	97,1	87,12
1451,3	97,0	95,35

2.2.9 Изменение плотности водно-спиртовых растворов в зависимости от крепости спирта представлено в таблице 3.

Таблица 3

Концентрация спирта, %об	Плотность раствора, г/см ³	Концентрация спирта, %об	Плотность раствора, г/см ³	Концентрация спирта, %об	Плотность раствора, г/см ³
0	0,998	34	0,957	68	0,890
1	0,996	35	0,955	69	0,887
2	0,995	36	0,954	70	0,885
3	0,993	37	0,952	71	0,883
4	0,992	38	0,951	72	0,880
5	0,991	39	0,949	73	0,878
6	0,989	40	0,948	74	0,875
7	0,988	41	0,946	75	0,872
8	0,987	42	0,944	76	0,870
9	0,985	43	0,943	77	0,867
10	0,985	44	0,941	78	0,864
11	0,983	45	0,939	79	0,862
12	0,982	46	0,937	80	0,859
13	0,981	47	0,935	81	0,856
14	0,980	48	0,934	82	0,853
15	0,979	49	0,932	83	0,850
16	0,977	50	0,931	84	0,848
17	0,976	51	0,928	85	0,845
18	0,975	52	0,926	86	0,842
19	0,974	53	0,924	87	0,839
20	0,973	54	0,922	88	0,836
21	0,972	55	0,920	89	0,832
22	0,971	56	0,918	90	0,829
23	0,970	57	0,916	91	0,826
24	0,969	58	0,911	92	0,822
25	0,968	59	0,910	93	0,819
26	0,966	60	0,909	94	0,815
27	0,965	61	0,907	95	0,811
28	0,964	62	0,904	96	0,807
29	0,963	63	0,902	97	0,803
30	0,962	64	0,899	98	0,799
31	0,961	65	0,897	99	0,794
32	0,959	66	0,895	100	0,789
33	0,958	67	0,892		

2.2.10 Температура воспламенения спирта 18°C.

2.2.11 Пределы взрываемости спирто-воздушной смеси 3,6÷17,7%об.

2.2.12 Теплота сгорания спирта 30562 кДж/кг.

2.3 Область применения

Этиловый спирт из пищевого сырья находит широкое применение в домашнем хозяйстве как пищевой продукт, используемый для приготовления напитков, как консервирующее вещество в заготовках плодов, ягод и соков, в качестве компонента лекарственных настоек, является хорошим средством, стимулирующим кровообращение, применяется как эффективное средство для компрессов и растирок, является хорошим растворителем и экстрагентом.

На спирту готовят целебные спиртовые настойки для лечения таких заболеваний как аллергия, ангина, насморк и сильная простуда, атеросклероз, варикозном расширении вен, водянка, геморрой, в том числе настойки, помогающие при алкоголизме и для возбуждения аппетита.

Помимо ликероводочных изделий и крепления виноматериалов плодово-ягодных вин, спирт находит применение в производстве уксуса, пищевых ароматизаторов и парфюмерно-косметических изделий.

Этиловый спирт крепостью не менее 99,8%об. может быть использован в качестве присадки к моторным топливам для повышения их октанового числа, так как сам обладает эквивалентом октанового числа равным 110 ед.

3 Характеристика исходного сырья, материалов, полупродуктов и энергоресурсов

3.1 Характеристика исходного сырья

Основным критерием при выборе сырья является его доступность, то есть минимизация затрат на его приобретение. Для сравнения при выборе исходного сырья приводится таблица 4

Таблица 4

Вид сырья	Усредненная стоимость 1 кг сырья, руб.	Выход спирта, л/кг	Выход водки крепостью 40%об., л/кг	Условная стоимость 1 л водки
Овес	20	0,36	0,90	23
Ячмень	20	0,34	0,72	28
Пшеница	26	0,43	0,92	29
Сахар	37	0,51	1,10	34
Рис	59	0,59	1,25	48
Пшено	73	0,41	0,88	83
Картофель	30	~0,14	0,35	86
Крахмал	150	0,72	1,52	99
Гречиха	101	0,47	1,00	101
Горох	93	0,40	0,86	109
Свекла	35	~0,10	0,21	167
Груша	70	0,07	0,165	425
Яблоко	60	0,06	0,14	429
Виноград	115	~0,12	0,25	460
Вишня	150	0,05	0,121	1239

Из представленной выше таблицы видно, что наиболее целесообразно с экономической точки зрения производство спирта из зерновых культур. В этих культурах высокое содержание крахмала, кроме того из зерновых культур получается высококачественный спирт. Однако, с учетом того, что при производстве спирта из зерновых культур, стадии сбраживания сырья предшествуют стадии проращивания зерна, получение солодового молока и осахаривания крахмала, которые увеличивают периодический цикл производства и требуют дополнительных энергетических и временных затрат, то наиболее целесообразным является производство спирта из сахара, лишенное предварительных стадий предшествующих брожению. Производство спирта непосредственно из крахмала является менее выгодным, так как крахмал показывает себя ценным пищевым продуктом. Ликеро-водочные изделия, произведенные из плодово-ягодного сырья, обладают высокими вкусовыми качествами, но вместе с тем и достаточно высокой стоимостью исходного сырья при невысоком выходе спирта.

Спирт, полученный из сахара и прошедший стадию химической очистки, ректификацию и угольную очистку не уступает по качеству спирту, произведенному из зерновых культур и плодово-ягодного сырья, следовательно, использование сахара является наиболее

лее оправданным, и дальнейшие расчеты и параметры производства приводятся для производства спирта и водки из этого сырья.

Сахар, используемый для производства спирта и ликероводочных изделий, представляет собой белые матовые кристаллы размером $\sim 1,0 \div 1,5$ мм. Поступает на производство в фасованных мешках по 800, 900 и 1000 г.

Для производства спирта и ликероводочных изделий, также необходима умягченная вода, такая вода отбирается из фильтра обратного осмоса.

3.2 Характеристика расходных материалов

3.2.1 Дрожжи

Сухие хлебопекарные дрожжи являются основным расходным материалом в производстве спирта.

На стадии сбраживания сахаров используются сухие дрожжи двух типов:

- Дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) быстродействующие «Саф-момент» фасованные в пакеты массой нетто 11 г – ускоряют возбуждение сусла, начало главного спиртового брожения, но жизнедеятельность дрожжей угнетается при концентрации спирта в бражной смеси выше 6%об. Предотвращают чрезмерное вспенивание бражной смеси на стадии бурного брожения.
- Дрожжи активные «Саф-левюр» фасованные в пакеты массой нетто 50 г и 100 г – обеспечивают главное спиртовое брожение, так как жизнедеятельность этих дрожжей угнетается при концентрации спирта в бражной смеси выше 14%об. На стадии бурного брожения могут давать обильное вспенивание бражной смеси.

3.2.2 Дрожжевая подкормка

Минеральные удобрения (карбамид, азофоска и прочие) – белые кристаллы, или рассыпчатые гранулы диаметром $2 \div 3$ мм – служат основным источником азота, фосфора и калия необходимого для питания и развития дрожжей.

Аммиачная вода (раствор аммиака 20%-ный) – бесцветная жидкость с сильным и резким запахом аммиака, является источником азота в питании дрожжей аналогично карбамиду.

3.2.3 Химические реагенты

- Ортофосфорная кислота 70% ($\rho=1,565$ г/см³) – вязкая прозрачная жидкость. Едкое вещество. Используется в качестве катализатора при гидролизе сахарозы до глюкозы и фруктозы.
- Калия перманганат – фиолетовые кристаллы, является сильным окислителем. Используется в химической очистке спирта-сырца для окисления непредельных сопутствующих соединений, альдегидов и кетонов.
- Натрий гидрокарбонат (пищевая сода) – белые мелкие кристаллы. Растворы обладают щелочной реакцией. Используется в химической очистке спирта-сырца для нейтрализации свободных кислот и сдвига реакций этерификации в сторону исходных продуктов.

3.2.4 Фильтры обеззолненные

- Медленнофильтрующие – марка «Синяя лента». Фильтрующая способность – 1,13 мл×см²/с. Разделительная способность – задерживает осадки, такие как барий серноокислый.
- Быстрофильтрующие – марка «Красная лента». Фильтрующая способность – 4,35 мл×см²/с. Разделительная способность – задерживает осадки аналогичные свинцу серноокислому горячесоажденному.

3.3 Характеристика полупродуктов и сопутствующих примесей

3.3.1 Полупродукты (промежуточные продукты)

- Слабый спирт-сырец конц. 50%об. – прозрачная жидкость с небольшой опалесценцией и характерным кислым резким иногда неприятным запахом, обусловленным наличием промежуточных примесей (в основном спиртов сивушного ряда). Допустимо после химической очистки слабого спирта-сырца наличие желтовато-бурого оттенка жидкости в толстых слоях.
- Крепкий спирт-сырец конц. 85%об. – прозрачная жидкость без механических и коллоидных примесей с характерным специфическим запахом исходного сырья, обусловленного наличием промежуточных примесей (в основном эфиров).

3.3.2 Сопутствующие примеси (побочные продукты)

В процессе брожения и первой перегонки образуются побочные продукты - сопутствующие примеси этилового спирта. Примеси условно делят на четыре категории:

- Головные примеси – обладают большей летучестью, чем этиловый спирт при всех его концентрациях в водном растворе и *выходят с головной фракцией*.
- Хвостовые примеси – обладают меньшей летучестью, чем этиловый спирт при всех его концентрациях в водном растворе и *выходят с хвостовой фракцией или остаются в кубовом остатке*.
- Промежуточные примеси
 - верхние – при концентрациях спирта более 70%об. имеют характер хвостовых примесей и *выходят с хвостовой фракцией или остаются в кубовом остатке*.
 - нижние – при концентрациях спирта менее 70%об. имеют характер головных примесей и *выходят с головной фракцией*.
- Концевые примеси
 - при высоких концентрациях спирта имеют характер головных примесей и *выходят с головной фракцией*.
 - при низких концентрациях спирта имеют характер хвостовых примесей и *выходят с хвостовой фракцией или остаются в кубовом остатке*.

Всего идентифицировано более 20 различных примесей, сильно влияющих на качество готовой продукции по органолептическим и аналитическим показателям. Большинство из этих примесей в чистом виде являются весьма токсичными и ядовиты, поэтому задача очистки производимой продукции от сопутствующих примесей является первостепенной.

Характеристика основных сопутствующих примесей при первой перегонке, когда концентрация спирта из испаряемой жидкости возрастает в интервалах от 14%об. (в жидкой фазе в начале процесса дистилляции) до 21%об. (в паровой фазе в конце процесса дистилляции) представлена в таблице 5.

Таблица 5

Первая перегонка (дистилляция бражной смеси)

Наименование примесей	Брутто-формула	Молекулярная масса, г/моль	Температура кипения, °С	Органолептическая характеристика
Примеси головных фракций				
Уксусный альдегид	C_2H_4O	44,05	20,8	Резкий неприятный запах
Пропионовый альдегид	C_3H_6O	58,08	49,1	Резкий неприятный запах
Акролеин	C_3H_4O	56,06	52,4	Резкий запах
Муравьиноэтиловый эфир	$C_3H_6O_2$	74,08	54,4	Приятный аромат
Уксуснометиловый эфир	$C_3H_6O_2$	74,08	56,0	Нейтральный аромат
Изомасляный альдегид	C_4H_8O	72,10	64,0	Резкий неприятный запах
Уксусноэтиловый эфир	$C_4H_8O_2$	88,10	77,1	Приятный фруктовый аромат
Промежуточные примеси в теле слабого спирта-сырца				
Метиловый спирт	CH_4O	32,04	64,7	Нейтральный спиртовой запах
Изопропиловый спирт	C_3H_8O	60,09	82,4	Приятный острый аромат
Пропиловый спирт	C_3H_8O	60,09	97,2	Вкус и запах напоминающий серный эфир, без жгучести во вкусе
Изобутиловый спирт	$C_4H_{10}O$	74,12	108,0	Сильный запах, жгучий вкус
Изомасляноэтиловый эфир	$C_6H_{12}O_2$	116,16	110,1	Приятный фруктовый аромат
Изоамиловый спирт	$C_5H_{12}O$	88,15	132,1	Неприятный удушливый запах, жгучий вкус напоминающий масло корицы
Изовалерианоэтиловый эфир	$C_7H_{14}O_2$	130,18	134,8	Приятный аромат
Уксусноизоамиловый эфир	$C_7H_{14}O_2$	130,18	142,0	Приятный аромат
Изовалерианоизоамиловый эфир	$C_{10}H_{20}O_2$	172,26	194,0	Приятный аромат
Примеси хвостовых фракций и кубового остатка (барды)				
Метиловый спирт	CH_4O	32,04	64,7	Нейтральный спиртовой запах

Наименование примесей	Брутто-формула	Молекулярная масса, г/моль	Температура кипения, °С	Органолептическая характеристика
Ацеталь	$C_6H_{14}O$	102	102,9	Острый запах
Уксусная кислота	$C_2H_4O_2$	60,05	118,5	Резкий запах
Масляная кислота	$C_4H_8O_2$	88	162,8	Неприятный запах прогорклого масла
Фурфурол	$C_5H_4O_2$	96,08	164,7	Аромат горького миндаля
Изовалериановая кислота	$C_5H_{10}O_2$	102	177,0	Неприятный запах

Характеристика основных сопутствующих примесей при повторной перегонке слабого спирта-сырца, когда концентрация спирта из испаряемой жидкости возрастает в интервалах от 40%об. (в жидкой фазе в начале процесса дистилляции) до 70%об. (в паровой фазе в конце процесса дистилляции) представлена в таблице 6.

Таблица 6

Повторная перегонка (дистилляция слабого спирта-сырца)

Наименование примесей	Брутто-формула	Молекулярная масса, г/моль	Температура кипения, °С	Органолептическая характеристика
Примеси головных фракций				
Метиловый спирт	CH_4O	32,04	64,7	Нейтральный спиртовой запах
Пропиловый спирт	C_3H_8O	60,09	97,2	Вкус и запах напоминающий серный эфир, без жгучести во вкусе
Изобутиловый спирт	$C_4H_{10}O$	74,12	108,0	Сильный запах, жгучий вкус
Изоамиловый спирт	$C_5H_{12}O$	88,15	132,1	Неприятный удушливый запах, жгучий вкус напоминающий масло корицы
Уксусноизоамиловый эфир	$C_7H_{14}O_2$	130,18	142,0	Приятный аромат
Изовалерианоизоамиловый эфир	$C_{10}H_{20}O_2$	172,26	194,0	Приятный аромат
Промежуточные примеси в теле крепкого спирта-сырца				
Метиловый спирт	CH_4O	32,04	64,7	Нейтральный спиртовой запах
Изопропиловый спирт	C_3H_8O	60,09	82,4	Приятный острый аромат
Изомасляноэтиловый эфир	$C_6H_{12}O_2$	116,16	110,1	Приятный фруктовый аромат
Изовалерианоэтиловый эфир	$C_7H_{14}O_2$	130,18	134,8	Приятный фруктовый аромат
Нелетучие примеси кубового остатка				
Ацетат натрия (CH_3COONa), ацетат калия (CH_3COOK) после химической очистки слабого спирта-сырца.				

Характеристика основных сопутствующих примесей при ректификации, когда концентрация спирта из испаряемой жидкости возрастает в интервалах от 85%об. (в жидкой фазе в начале процесса ректификации) до 96,3%об. (в паровой фазе в конце процесса ректификации) представлена в таблице 7.

Таблица 7

<u>Ректификация крепкого спирта-сырца</u>				
Наименование примесей	Брутто-формула	Молекулярная масса, г/моль	Температура кипения, °С	Органолептическая характеристика
Примеси головных фракций				
Метиловый спирт	CH ₄ O	32,04	64,7	Нейтральный спиртовой запах
Примеси кубового остатка (лютерной воды), если температура кипения кубовой жидкости не превышает 96°С				
Изопропиловый спирт	C ₃ H ₈ O	60,09	82,4	Приятный острый аромат
Изомасляноэтиловый эфир	C ₆ H ₁₂ O ₂	116,16	110,1	Приятный фруктовый аромат
Изовалерианоэтиловый эфир	C ₇ H ₁₄ O ₂	130,18	134,8	Приятный фруктовый аромат

3.4 Характеристика ресурсов

3.4.1 Электроэнергия

Электроэнергия обеспечивает теплоту, необходимую для нагрева и испарения кубовой жидкости на стадиях дистилляции и ректификации.

3.4.2 Проточная вода

Проточная вода, отбираемая из сети холодного водоснабжения необходима для конденсации и охлаждения спирта-сырца и ректифицированного спирта в теплообменниках на стадиях дистилляции и ректификации, а также для создания вакуума в операциях, связанных с фильтрованием спирта-сырца и водно-спиртовых смесей.

4 Описание технологического процесса и схемы

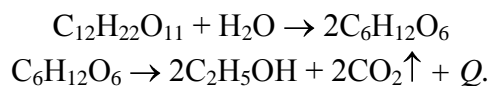
4.1 Описание технологического процесса

Производство спирта и дальнейшее производство водки и ликероводочной продукции – сложный многостадийный процесс, включающий в себя приготовление бражного сусла, его созревание, получение из зрелой бражки спирта-сырца, дальнейшую химическую очистку спирта-сырца, ректификацию очищенного спирта-сырца, получение ароматизированного спирта из плодово-ягодного сырья, разбавление спирта-ректификата до требуемой крепости и угольную очистку водно-спиртовых растворов, введение ароматизированных спиртов и пищевых добавок в водно-спиртовую смесь, сортировку и выдержку готовых смесей, мембранную очистку готовой продукции от микрочастиц пищевых добавок.

Брожение является основным этапом технологического процесса производства спирта из пищевого сырья. От того, как происходит сбраживание, зависит выход готового продукта и его качество.

Брожение – это сложная химическая реакция, требующая строгого температурного режима и определенной концентрации компонентов. Непосредственное сбраживание сахаров дрожжами не производится, сбраживанию подвергаются лишь продукты гидролиза сахаров (глюкоза, фруктоза). Гидролиз сахаров происходит в водных растворах в присутствии ионов водорода. Для ускорения гидролиза сахаров в их водных растворах, последние подкисляют путем введения в растворы разбавленной ортофосфорной или серной кислоты (концентрированные минеральные кислоты могут разрушать сахара).

Упрощенно реакции гидролиза сахарозы и брожения можно представить следующими уравнениями:



Оптимальная температура брожения 18÷29°C. При температуре ниже 5°C брожение практически прекращается, при температуре выше 38°C деятельность дрожжей угнетается, а при температуре выше 47°C, дрожжи начинают погибать. Для нормального роста и размножения дрожжей им необходима на начальной стадии подкормка азотом, фосфором и калием. Введение хлористого аммония и аммиачной селитры не желательно, так как дрожжами при их росте усваивается только аммонийный азот. Неусвоенный нитратный азот будет изменять кислотность среды, что негативно может сказаться на дальнейшем развитии дрожжей.

Оптимальная рН бражного сусла составляет 4,9÷5,2.

Оптимальная сахаристость бражного сусла составляет 20±2% масс. ($\rho=1,081\pm0,007$ г/см³ при 20°C), дает концентрацию спирта в зрелой бражке до 14% об. с остаточной сахаристостью несброженных углеводов не более 0,3 г/100 см³. Концентрация сахара в бражном сусле меньше 18÷20%, дает низкий выход спирта-сырца из зрелой бражки. Концентрация сахара в бражном сусле больше 20÷22%, не приводит к увеличению концентрации спирта в зрелой бражке, так как при концентрации спирта в зрелой бражке более 14% об., дрожжи начинают погибать, и излишне введенный в бражное сусло сахар останется не переработан и будет уходить в отходы производства.

Для более полной переработки сахара в спирт, его вводят в два этапа; сначала ~2/3 от всего количество перерабатываемого сахара в период бурного брожения, затем по истечении периода бурного брожения (обычно на 2 день), когда смесь перестает сильно пениться – наступает период главного брожения (который обычно длится в течение последующих 10 суток), и вводят оставшуюся ~1/3 часть сахара.

Весь цикл брожения при оптимальных условиях длится не более 12 суток.

По окончании периода главного брожения, зрелую бражку направляют на выделение спирта.

Выделение спирта, его очистка и концентрирование спирта проводится в несколько стадий. Сначала из зрелой бражки на периодически действующих перегонных аппаратах отгоняют слабый спирт-сырец. Слабый спирт-сырец подвергают химической очистки от сопутствующих ему примесей (альдегидов, кислот и сложных эфиров). При химической очистке применяются наиболее мягкие реагенты; щелочи (KOH, NaOH) полностью заменяются на гидрокарбонат натрия (NaHCO₃) во избежание окисления спирта до уксусного альдегида, придающего излишнюю горечь готовой продукции при избыточном введении щелочей, по той же причине полностью исключается замена перманганата калия (KMnO₄) на хромовокислый калий (K₂Cr₂O₇), а перманганат калия вносится в недостатке.

Химическая очистка спирта-сырца разбивается на несколько стадий – нейтрализация свободных кислот в спирте-сырце, окисление альдегидов в спирте-сырце, омыление сложных эфиров в спирте-сырце, снятие спирта сырца с осадка (фильтрация) и пастеризация.

Скорость прохождения реакции нейтрализации кислот при химической очистке спирта-сырца является наиболее быстрой. Среди сопутствующих органических кислот, основной является уксусная. Её содержание в спирте-сырце принимается равным 800 мг/л безводного спирта в соответствии с ГОСТ Р 51279-99.

Уравнение реакции нейтрализации будет иметь вид



Стадия реакции окисления альдегидов проводится после стадии нейтрализации свободных кислот в спирте-сырце. Реакцию окисления альдегидов, содержащихся в спирте-сырце рекомендуется проводить при температуре 5°C, так как при такой температуре полностью исключается возможность окисления спирта до уксусного альдегида избыточным количеством введенного перманганата калия. Среди сопутствующих альдегидов, основным является уксусный. Его содержание в спирте-сырце принимается равным не более 500 мг/л безводного спирта в соответствии с ГОСТ Р 52193-2003.

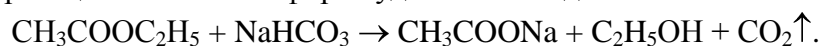
Уравнение реакции окисления альдегида будет иметь вид



Скорость прохождения реакции омыления сложных эфиров на стадии химической очистки спирта-сырца является наиболее медленной, и проходит после завершения реакции окисления альдегидов. Скорость реакции омыления повышается при нагревании. Среди сопутствующих сложных эфиров, основным является уксусно-этиловый. Его содержание в спирте-сырце принимается равным 700 мг/л безводного спирта в соответствии с ГОСТ Р 51279-99. Для проведения реакции омыления эфиров и сдвига реакции этерифи-

кации в сторону исходных веществ в спирт-сырец вводят небольшой избыток гидрокарбоната натрия против теоретически необходимого.

Уравнение реакции омыления эфира будет иметь вид



При таком подходе осуществляется основная очистка спирта-сырца от сопутствующих ему примесей, но полная очистка не обеспечивается. Недоочищенный спирт подвергается окончательной очистке путем ректификации и последующим улучшением вкусовых качеств готовой продукции путем угольной очистки.

Ректификация осуществляется на ректификационной установке периодического действия. Ректификационная установка состоит из куба-испарителя, колонны с внутренним распределительным устройством – спирально-призматической насадки, дефлегматора и холодильника дистиллята. Образовавшиеся в кубе-испарителе пары проходят через колонну снизу вверх, контактируя со стекающей жидкостью. Пар из колонны поступает в дефлегматор, откуда часть образовавшегося конденсата, называемого флегмой или орошением, возвращается в верхнюю часть колонны, а часть конденсата представляет собой конечный продукт – дистиллят (ректификованный спирт). Для получения на выходе из ректификационной колонны пара, содержащего практически чистый низкокипящий компонент разделяемой смеси, необходим контакт пара вместе с жидкостью примерно того же состава. Такой жидкостью является флегма, возвращающаяся на верхнюю тарелку колонны из конденсатора. Флегма стекает вниз, контактируя с паром, и попадает в куб-испаритель, где вновь испаряется. Пар барботируется через флегму на тарелке, при этом достигается, во-первых, испарение флегмы, так как пар имеет более высокую температуру, чем флегма, и прежде всего удаление из флегмы летучего компонента; во-вторых, пар частично конденсируется на тарелке под влиянием более холодной флегмы и притом за счет своего нелетучего компонента. В результате получается, что пар, прошедший через первую (считая сверху) тарелку, обогащается летучим компонентом; напротив, флегма, стекающая на вторую (сверху) тарелку, обогатилась нелетучим компонентом. Эта же флегма, получив тепло от пара, во всяком случае, несколько холоднее пара, притекающего снизу со второй тарелки; таким образом, и на второй тарелке происходит обогащение пара летучим, а флегмы – нелетучим компонентом, и так далее вниз колонны.

Число теоретических тарелок характеризует трудность разделения смеси и зависит от конфигурации линии равновесия, диапазона концентраций и от флегмового числа. С увеличением флегмового числа, число потребных физических тарелок уменьшается.

Диаграмма равновесия фаз системы этанол-вода с рабочими ступенями разделения по стадиям первой, второй перегонок (дистилляции) и ректификации приведена на рис.2.

Диаграмма равновесия фаз ЭТАНОЛ-ВОДА с рабочими ступенями разделения

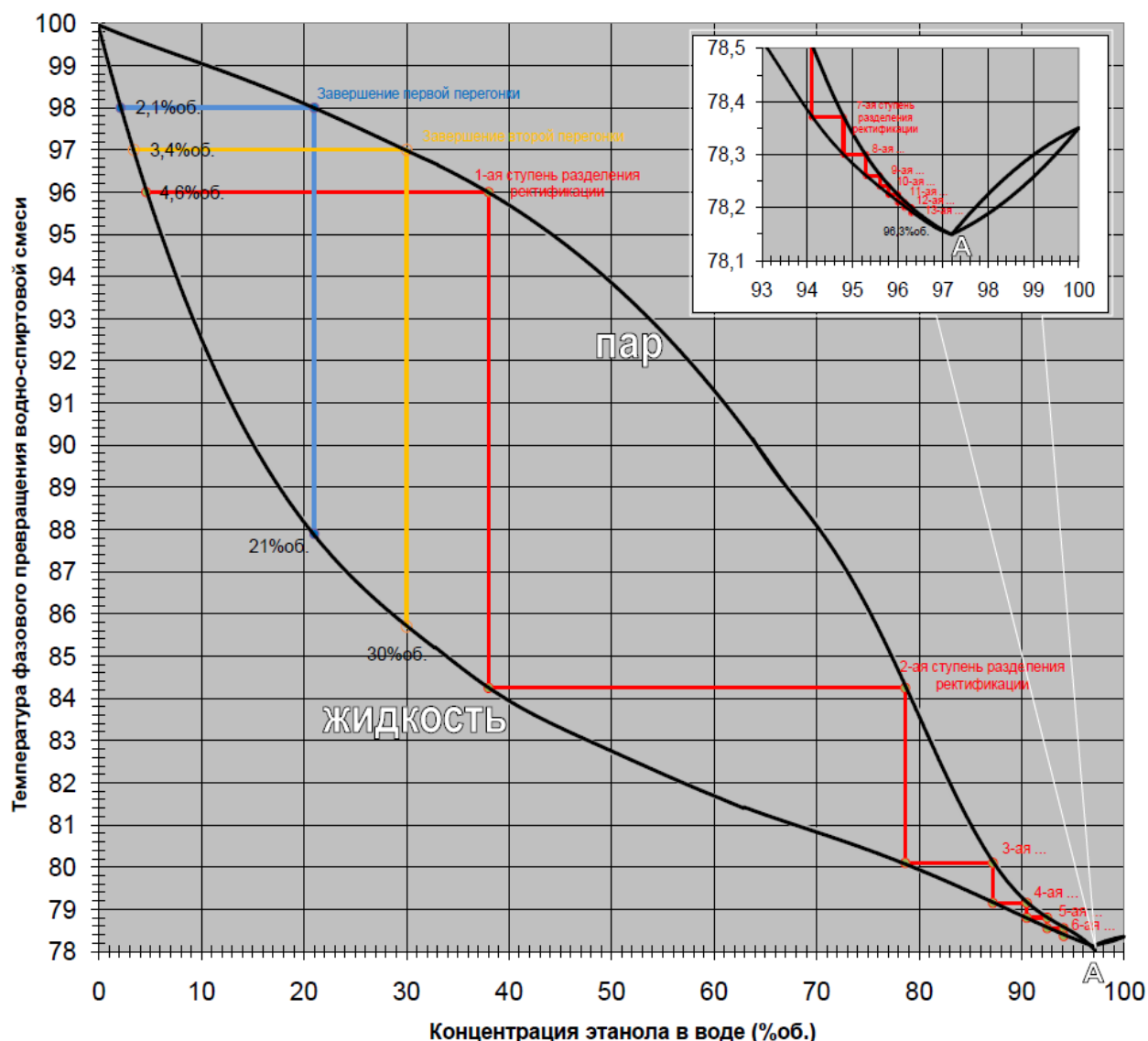


Рис.2

При периодической ректификации, вся разделяемая жидкость загружается в куб-испаритель ректификационной установки. По мере отбора дистиллята кубовая жидкость обедняется низкокипящим компонентом – спиртом. В связи с этим для получения дистиллята постоянного состава необходимо непрерывно увеличивать флегмовое число, вследствие чего притом же числе ступеней равновесия, несмотря на непрерывное обеднение кубовой жидкости, дистиллят сохраняет постоянный состав.

Насадочная ректификационная колонна способна работать в пленочном режиме, турбулентном режиме и режиме захлебывания.

Пленочный режим реализуется при малой интенсивности нагрева куба-испарителя и как следствие малых плотностях орошения и малых скоростях паровой фазы. В этом режиме орошающая жидкость движется по орошаемой насадке в виде пленок и капель, перемещающихся от одного элемента насадки к другому. Контакт между паром и жидкостью происходит на поверхности жидкости, смачивающей насадку. Пар движется в этом режиме непрерывным сплошным потоком, заполняя свободный объем насадки. Дисперс-

ной фазой при этом режиме является жидкость, а сплошной фазой – пар. При высоком содержании спирта (на отборе головной фракции и стабилизации колонны) увеличивается плотность орошения и скорость паровой фазы, наблюдается промежуточный режим, в котором начинает сказываться тормозящее действие пара на жидкий поток. Пленки и струи в этом режиме взаимодействуя с паром, заставляют его образовывать вихри, однако сплошной фазой по-прежнему является пар. При дальнейшем увеличении скорости пара возникает турбулентный режим.

Турбулентный режим характеризуется турбулизацией жидкой фазы, но её течение сохраняет струйно-пленочный характер. Наблюдается при более интенсивном нагреве куба-испарителя и как следствие более высоких скоростях пара, при которых пар препятствует стоку жидкости и вызывает подвисяние жидкости в насадке. Взаимодействие фаз происходит на поверхности турбулизованной пленки жидкой фазы. Сплошной фазой остается паровая фаза.

Турбулентный режим переходит в эмульгационный при высоких концентрациях спирта в кубе-испарителе и является наиболее эффективным. При этом режиме работы колонны, уже нельзя определить, какая из фаз является сплошной, а какая – дисперсной. Фазы непрерывно инвертируют, меняясь ролями. Происходит интенсивное перемешивание фаз. В обеих фазах возникают многочисленные вихри.

Режим захлебывания реализуется при чрезмерном подводе тепла к кубу-испарителю и как следствие увеличению скорости паровой фазы, которая увлекает собой вверх орошающую жидкость. Жидкость выбрасывается из колонны, при этом разделяющая способность колонны снижается, так как орошающая жидкость не смачивает насадку.

Учитывая, что наиболее эффективно разделяющая способность колонн близка к режиму захлебывания, а сепарирование зрелой бражки не производится, то на практике во избежание забивки распределительных устройств колонны нерастворимыми осадками непосредственно ректификация зрелой бражки не производится.

До ректификации спирт-сырец концентрируется путем повторной перегонки с частичной дефлегмацией паров слабого спирта-сырца на периодически действующих дистилляторах. Необходимость повторной перегонки спирта-сырца с его укреплением перед ректификацией обусловлена тем, что в слабом спирте-сырце после химической очистки присутствуют следы не растворимого оксида марганца (IV) (MnO_2), растворимые нелетучие примеси – ацетаты натрия и калия (CH_3COOK , CH_3COONa), и избыток гидрокарбоната натрия, который может омылять оставшиеся эфиры при кипении спирта-сырца в кубе-испарителе на протяжении всего процесса ректификации, и тем самым образовывать промежуточные примеси на протяжении всего процесса, а уносимые спиртовыми парами мельчайшие частицы оксида марганца (IV), могут осаждаться в насадке колонны, что отразится на чистоте конечного продукта.

При подобном подходе с одной стороны, все промежуточные и концевые примеси сопутствующие спирту будут иметь характер либо головных либо хвостовых примесей и на различных стадиях по мере укрепления спирта выводится с головными фракциями либо оставаться в кубе-испарителе, с другой стороны, это избавляет от постоянного разбавления спирта до 40÷45%об. и ниже перед каждой его очисткой, и как следствие чрезмерно высоких потерь спирта при его остаточном содержании в кубовых остатках.

Ниже приводится описание схемы полной цикловой нагрузки из расчета переработки в спирт 2700 г сахара (3 пакета массой 900 ± 100 г).

4.2 Описание технологической схемы

4.2.1 Приготовление бражного сусла и брожение

4.2.1.1 Гидролиз сахарозы

Бак емкостью 3 л наполняется 1000 мл воды (поток 1), отобранной из сети холодного водоснабжения. Вода в баке нагревается до температуры кипения. При закипании воды в баке нагрев прекращают и в горячую воду при непрерывном перемешивании начинают вести дозировку сахара массой 1800 ± 200 г (2 пакета сахара массой 900 ± 100 г) (поток 2). Температура поддерживается на уровне 95°C .

Одновременно в колбе емкостью 25 мл готовят водный ортофосфорной кислоты, необходимый для подкисления сиропа. Мерным цилиндром отмеряют 3 мл воды (поток 3). Отмеренную воду переносят в колбу, в которую затем прибавляют 0,4 мл концентрированной ортофосфорной кислоты ($\rho = 1,565 \text{ г/см}^3$ при 20°C) (поток 4). При отсутствии чистой ортофосфорной кислоты, допускается применение серной или соляной кислот. Содержимое колбы интенсивно перемешивают и выливают в подготовленный горячий сироп (поток 5), в котором уже полностью растворился сахар. Сироп перемешивают и доводят температуру до его закипания. В момент начала закипания сиропа нагрев прекращают.

4.2.1.2 Дрожжевая разводка

Стакан емкостью 2000 мл наполняется 500 мл воды, отобранной из фильтра обратного осмоса (поток 7). К 500 мл воды в стакан добавляют 50 мл приготовленного сиропа (поток 6). Содержимое стакана перемешивают и доводят температуру до $38 \pm 2^\circ\text{C}$. По достижении указанной температуры в стакан высыпают засевные дрожжи – 50 г сухих активных дрожжей типа «Саф-левюр» (1 пакетик) и 11 г сухих быстродействующих дрожжей типа «Саф-момент» (1 пакетик) (поток 8). (При отсутствии сухих активных дрожжей типа «Саф-левюр», или их аналогов, разрешается производить их замену на свежие прессованные дрожжи, при этом эквивалентное количество прессованных дрожжей составляет 200 г. Во избежание недоброда не допускается полная замена активных дрожжей, быстродействующими дрожжами типа «Саф-момент»). Содержимое стакана перемешивают до полного смачивания дрожжей, разбивая сухие комочки. Содержимое стакана выдерживают в течение 10 мин. при температуре не выше $38 \div 40^\circ\text{C}$. По истечении указанного времени в дрожжевую закваску вносят дрожжевую подкормку – азофоску (нитроаммофоску НРК) в количестве 3 г (поток 9). (При отсутствии азофоски допускается введение карбамида в том же количестве или 20%-ного раствора аммиака в количестве $4 \div 6$ мл).

4.2.1.3 Приготовление бражного сусла и его возбуждение

Бродильный чан емкостью 20 л наполняется 9300 мл воды, отобранной из фильтра обратного осмоса (поток 11). К 9300 мл воды в бродильный чан добавляют весь сироп, приготовленный на стадии гидролиза сахарозы (поток 10), за исключением 50 мл ушедшего на приготовление дрожжевой разводки. Содержимое перемешивают и доводят до температуры $24 \div 29^\circ\text{C}$, затем в бродильный чан вносят всю дрожжевую разводку приготовленную ранее. Полученное бражное сусло перемешивают и оставляют в открытой емкости при температуре $24 \div 29^\circ\text{C}$.

4.2.1.4 Стадия бурного брожения

Наступает обычно не позднее 12 часов после внесения в бражное сусло дрожжевой разводки. Бурное брожение проводят в открытом бродильном чане (без гидрозатвора) обеспечивая аэрацию (дыхание) дрожжевого сусла. Бурное брожение обычно продолжается не более 2 суток с момента заражения дрожжами. Оптимальная температура бурного брожения $24\div 29^{\circ}\text{C}$.

4.2.1.5 Стадия главного брожения

По окончании бурного брожения в бродильный чан производится дозировка 900 ± 100 г сахара (1 пакет) (поток 12). (На этой стадии допускается полная замена всего сахара на другое осажаренное сырье, в количестве содержащим 900 ± 100 г сбраживаемых сахаров.) При дозировке сахара бражное сусло перемешивается до полного растворения сахара. После окончания дозировки и перемешивания на бродильный чан устанавливается гидрозатвор, препятствующий доступу воздуха к бражному суслу для предотвращения повышения содержания органических кислот в период главного брожения. Главное брожение обычно продолжается не более 10 суток с момента окончания бурного брожения. Оптимальная температура главного брожения $18\div 24^{\circ}\text{C}$.

Об окончании главного брожения свидетельствует осветление бражного сусла и увеличенный цикл пробулькивания пузырьков углекислого газа через гидрозатвор (не чаще 1 раза в минуту). Когда содержание спирта в зрелом бражном сусле достигает 14%об., а содержание сахара не превышает $0,3$ г/100 см³, главное брожение переходит в тихое брожение.

По окончании стадии главного брожения, зрелое бражное сусло снимается с дрожжевого осадка путем декантации или фильтрации и направляется на обычную фракционную перегонку для извлечения спирта-сырца.

4.2.2 Перегонка бражного сусла и получение слабого спирта-сырца

Снятое с дрожжевого осадка бражное сусло загружается в бражный куб-испаритель емкостью 20 л (поток 14). Куб-испаритель оснащается шлемовой трубой с холодильником конденсата. К кубу-испарителю подводится тепло, необходимое для нагрева бражного сусла до температуры кипения, а к холодильнику конденсата через нижней штуцер подводится охлаждающая вода. Охлаждающая вода отбирается из сети холодного водоснабжения. Нагретая в теплообменнике вода сбрасывается в сточную канализацию через верхний штуцер холодильника конденсата.

До начала процесса перегонки, в бражное сусло вводят избыток гидрокарбонат натрия в количестве 3,4 г (поток 15) для нейтрализации свободных кислот образовавшихся в процессе брожения, в том числе нейтрализации ортофосфорной кислоты введенной на стадии гидролиза сахарозы и предотвращения образования эфиров в процессе нагрева браги.

При отгонке спирта-сырца из зрелого бражного сусла, бражный куб испаритель подвергают интенсивному нагреву до момента закипания сусла в кубе. К моменту начала кипения сусла в кубе-испарителе, интенсивность нагрева снижают в 1,5 раза во избежание вспенивания сусла и заброса жидкости в холодильник конденсата через шлемовую трубу.

Головную фракцию полученного дистиллята в количестве 55 мл (поток 16), обогащенную легкокипящими примесями собирают в отдельную ёмкость и в дальнейшем воз-

вращают в цикл на вторичную переработку путем добавления к новой партии зрелого бражного суслу перед первой перегонкой.

Первую перегонку завершают в тот момент времени, когда концентрация спирта в дистилляте по ареометру приближается к 21%об. (не ниже 0,972 г/см³ при 20°C). При этом расчетная концентрация спирта в остатке кубовой жидкости составляет 2,1%об. (t_{кип.}=98°C). Кубовый остаток (барда) с остаточным количеством спирта подлежит утилизации.

Практический выход слабого спирта-сырца крепостью 50%об. ~2944 мл (поток 17).

Кубовый остаток (барда) с остаточным количеством спирта подлежит утилизации (поток 18).

Полученный слабый спирт-сырец направляется на химическую очистку (поток 17).

4.2.3 Химическая очистка спирта-сырца

Тело спирта-сырца после первой перегонки, а также некондиционные ликероводочные изделия сомнительного качества и происхождения подвергают химической очистке. Процесс химической очистки состоит из следующих стадий:

- 1) Нейтрализация избыточного содержания органических кислот, образованных в процессе брожения и попавших в спирт-сырец после первой перегонки.
- 2) Окисление содержащегося в спирте-сырце уксусного альдегида образованного в начальный период брожения и попавшего в спирт-сырец после первой перегонки, путем превращения его в нелетучие соли - ацетаты. Параллельно происходит окисление других органических легкоокисляемых примесей образованных в процессе жизнедеятельности дрожжевых бактерий.
- 3) Омыление сложных эфиров, образованных в процессе первой перегонки спирта-сырца при реакциях этерификации содержащихся в браге органических кислот со спиртом.
- 4) Снятие спирта-сырца с осадка и пастеризация.

4.2.3.1 Стадия нейтрализации свободных кислот в спирте-сырце

Для гарантированной полной нейтрализации свободных кислот, в 2944 мл спирта-сырца (поток 17) вводят 1,7 г гидрокарбоната натрия (поток 20). При этом потребное необходимое количество гидрокарбоната натрия предварительно растворяют в 250 мл умягченной воды (поток 19). Раствор с гидрокарбонатом натрия выливают в спирт-сырец, тщательно перемешивают и выдерживают для завершения реакций нейтрализации в течение 20 минут. По истечении указанного времени проводят окисление альдегидов.

4.2.3.2 Стадия окисления альдегидов в спирте-сырце

Для проведения реакции окисления альдегидов в охлажденный до 5°C спирт-сырец вводят 1,7 г перманганата калия (поток 22). При этом потребное количество перманганата калия предварительно растворяют в 250 мл умягченной воды (поток 21). Раствор с перманганатом калия выливают в спирт-сырец, тщательно перемешивают и выдерживают до завершения реакций окисления в течение 6÷12 часов при температуре 5°C. Признаком завершения реакций окисления в спирте-сырце, является наличие выпавшего осадка оксида марганца (IV) (поток 23) и осветление спирта-сырца. Введение перманганата калия в спирт-сырец лучше проводить в два приема с интервалом 20 минут.

4.2.3.3 Стадия омыления сложных эфиров в спирте-сырце

Для проведения реакции омыления эфиров и сдвига реакции этерификации в сторону исходных веществ в спирт-сырец вводят 1,7 г гидрокарбоната натрия (поток 25). При этом потребное количество гидрокарбоната натрия предварительно растворяют в 250 мл умягченной воды (поток 24). Раствор с гидрокарбонатом натрия выливают в спирт-сырец, тщательно перемешивают, взмучивая выпавший ранее осадок оксида марганца (IV). После осаждения взмученного осадка, спирт-сырец направляют на фильтрацию от оксида марганца (IV) на мембранный фильтр. Отфильтрованный при этом осадок, частично увлекает с собой тяжелые спирты, составляющие основу сивушного масла.

4.2.3.4 Снятие спирта-сырца с осадка и пастеризация

Освобождение спирта-сырца от выпавшего осадка оксида марганца (IV) проводится путем фильтрации спирта через двойной слой мелкопористой фильтровальной бумаги под вакуумом.

Для осуществления этой операции собирается типичное устройство, изображенное на рис.3.

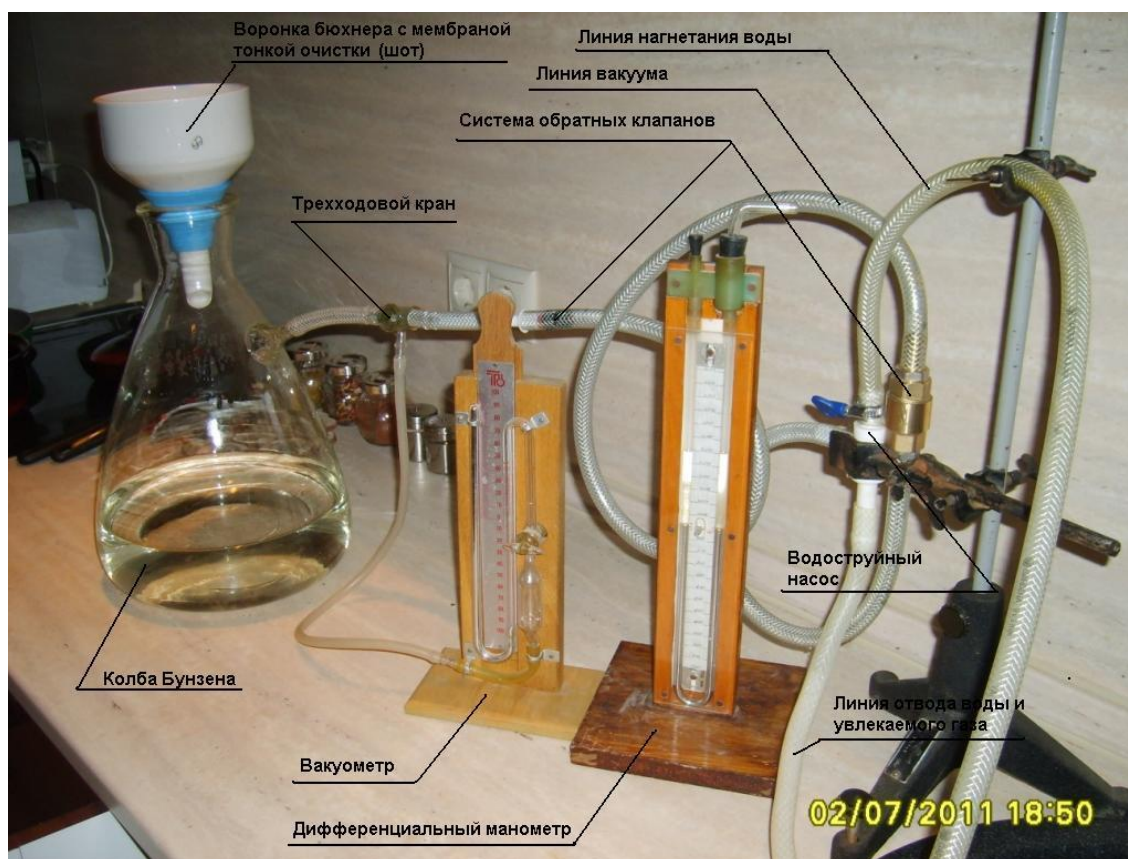


Рис.3 Мембранная очистка водно-спиртовой смеси на нуч-филт্রে

В воронку Бюхнера аккуратно укладывается фильтровальная бумага, смоченная в чистой воде (дистиллированной или отобранной из фильтра обратного осмоса). Края бумажного фильтра не должны заминаться, так как в места заломы возможно проникновение неотфильтрованного спирта-сырца. После того как в воронку положен первый слой фильтра, его придавливают атмосферным давлением путем подачи напора воды через водоструйный насос и откачки воздуха из приемной емкости. После того, как придавлен

первый слой фильтра операцию повторяют, уложив второй слой фильтра. Лишняя продавленная вода в приемную колбу (колбу Бунзена) в результате давления атмосферы на влажный фильтр сливается из колбы. После установки и опрессовки фильтрующих мембран на воронке Бюхнера, создают рабочий вакуум в колбе Бунзена путем подачи напора воды через водоструйный насос, затем начинают наполнение воронки Бюхнера фильтруемым спиртом-сырцом. Рабочее давление (вакуум) контролируют с помощью вакуометра. Не допускается создавать рабочий вакуум ниже 70 мм рт.ст., так как при давлении ниже 70 мм рт.ст. существенно увеличивается скорость улетучивания спирта, при низком вакууме спирт-сырец может закипеть.

При достижении рабочего вакуума 70÷100 мм рт.ст. из спирта начинают интенсивно испаряться легкие фракции, в том числе метанол и уксусный альдегид, спирт подвергается пастеризации.

После окончания снятия спирта-сырца с осадка и его пастеризации, спирт сырец направляется на повторную перегонку с частичной дефлегмацией паров (поток 2б).

После завершения стадии химической очистки, крепость спирта-сырца (с учетом дополнительно введенной вместе с гидрокарбонатом натрия и перманганатом калия воды и потерь спирта в процессе снятия спирта-сырца с осадка и пастеризации) должна составлять не менее 40%об. ($\rho=0,948 \text{ г/см}^3$ при 20°C), его объем ~3692 мл.

Химически очищенный слабый спирт-сырец направляется на повторную перегонку.

4.2.4 Перегонка слабого спирта-сырца с укреплением паров и получение крепкого спирта-сырца

Химически очищенный слабый спирт-сырец, содержащий нелетучие соединения образованные после стадии химической очистки и избыток гидрокарбоната натрия направляется на повторную перегонку (поток 2б). При повторной перегонке в спирте-сырце завершаются окислительные реакции и реакции омыления сложных эфиров. Образованные при химической очистке нелетучие соли и введенный ранее избыток гидрокарбоната натрия остаются в кубовой жидкости, отогнанный при этом дистиллят обогащен спиртом и обеднен сопутствующими спирту примесями.

Процесс повторной перегонки спирта-сырца проводится на периодически действующем дистилляторе с дефлегматором. Аналогичное устройство изображено на рис.4.

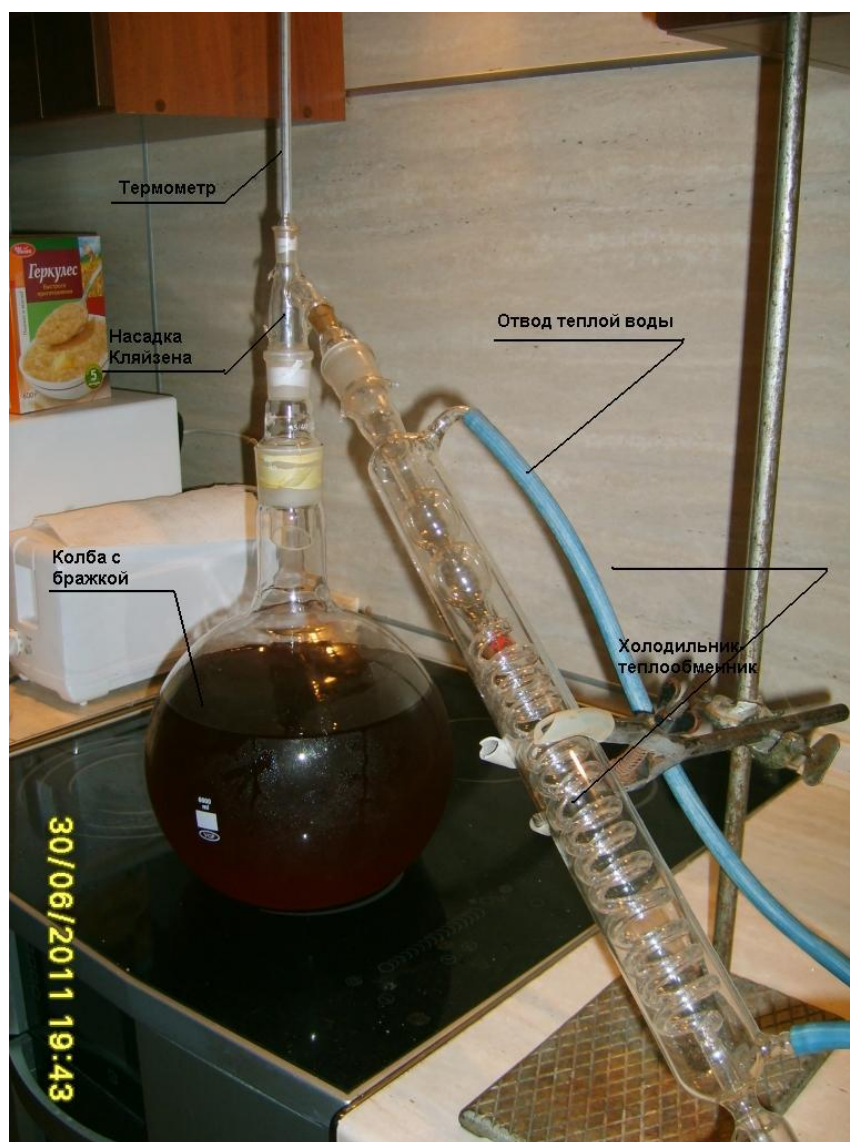


Рис. 4 Типичный перегонный аппарат

В плоскодонную колбу ёмкостью 6 литров загружается слабый спирт-сырец прошедший химическую очистку в количестве ~3692 мл (**поток 26**). Колба оснащается холодильником, дефлегматором, насадкой Вюрца и термометром с ценой деления 1°C. Через нижний штуцер к холодильнику конденсата подводится охлаждающая вода, отбираемая из сети холодного водоснабжения. Нагретая в теплообменнике вода сбрасывается в сточную канализацию через верхний штуцер холодильника конденсата. Во избежание гидроударов при кипении жидкости, в колбу засыпаются керамические кольца Рашига, слоем покрывающим дно колбы.

Колба со слабым спиртом-сырцом нагревается. К моменту начала кипения спирта, интенсивность нагрева снижают в 1,5 раза и начинают отбор головной фракции.

Головную фракцию в количестве 41 мл (**поток 27**), обогащенную легкокипящими примесями собирают в отдельную ёмкость и в дальнейшем возвращают в цикл на вторичную переработку путем добавления к новой партии спирта-сырца перед повторной перегонкой или к следующей партии зрелого бражного сусла непосредственно перед первой перегонкой.

Повторную перегонку завершают в тот момент времени, когда концентрация спирта в дистилляте по ареометру приближается к 30%об. (не ниже 0,962 г/см³ при 20°C). При этом расчетная концентрация спирта в остатке кубовой жидкости составляет 3,4%об. ($t_{кип.}=98^{\circ}C$).

Практический выход крепкого спирта-сырца крепостью 85%об. ~1609 мл (поток 28).

Кубовый остаток с остаточным количеством спирта подлежит утилизации (поток 29).

Полученный крепкий спирт-сырец направляется на ректификацию (поток 28).

4.2.5 Получение спирта-ректификата

Ректификация производится в периодически действующей ректификационной установке при постоянном флегмовом числе. Ректификация проводится до остаточного содержания спирта в кубе-испарителе 4,6% об., что соответствует температуре кипения чистой водно-спиртовой смеси 96°C. До этой остаточной концентрации спирта в кубовом остатке обеспечивается неизменная высокая разделяющая способность колонны и выход спирта крепостью не менее 97,2%об.

Куб-испаритель ректификационной установки оснащен электроконтактным термометром, обеспечивающим автоматическую остановку процесса ректификации при превышении температуры в нижней части колонны выше 96°C. Электроконтактный термометр соединен с электрореле, которое отключает нагрев куба-испарителя ректификационной установки при превышении указанного выставленного значения. Электрореле питается от сетевого адаптера постоянного напряжения 6В.

Куб-испаритель оснащен так же ртутным контрольным термометром с диапазоном измерения 50÷100°C с ценой деления шкалы 0,2°C, позволяющим точно фиксировать температуру кипения кубового остатка.

Загрузка крепкого спирта-сырца в куб-испаритель производится через специальный загрузочный штуцер.

Нагрев куба-испарителя осуществляется посредством колбонагревателя с регулировкой мощности, где режим нагрева «I» соответствует пленочному режиму, режим «II» соответствует турбулентному режиму, режим «III» соответствует режиму захлебывания.

Ректификационная колонна выполнена на базе ёлочного дефлегматора внутренним диаметром не менее 22 мм с 22 рядами зубцов и засыпной спирально-призматической насадкой 2×2 мм из нержавеющей стали марки 08X18H10T. Высота засыпной части насадки 550 мм. Колонна имеет не менее 24 теоретических и не менее 13 фактических ступеней разделения при номинальной производительности колонны по спирту не более 250 мл/ч крепостью не менее 96,3%об. Фактическая производительность колонны 215 мл/ч спирта крепостью 97,2%об. Расчетная производительность не менее 200 мл/ч.

Ректификационная колонна оснащена насадкой Кляйзена с обратным холодильником выполняющего роль дефлегматора и термометром с диапазоном измерения 50÷100°C с ценой деления шкалы 0,2°C, обеспечивающего точный контроль температуры паров дистиллята в верхней части колонны.

Все шлифовые соединения установки уплотняются фум-лентой в 1,5÷2 оборота.

Типичная лабораторная ректификационная установка изображена на рис.5.



Рис. 5 Лабораторная ректификационная установка

Спирт-сырец крепостью 85%об. загружается в куб-испаритель ректификационной установки через загрузочный штуцер в количестве 1609 мл (**поток 28**) (максимальная загрузка не более 1750 мл).

Охлаждающая теплофикационная вода отбирается из водопроводной сети холодного водоснабжения и подается в холодильник дистиллята через нижний штуцер. Через верхний штуцер холодильника дистиллята теплофикационная вода отводится и направляется в дефлегматор ректификационной колонны через нижний штуцер. Нагретая теплофикационная вода отводится через верхний штуцер дефлегматора и сбрасывается в канализацию.

Колбонагреватель ректификационной установки подключается к электросети и после загрузки куба-испарителя спирта-сырцом, герметизации всех шлифовых разъемных соединений и подачи охлаждающей теплофикационной воды на установку пускается в работу на максимальную мощность (режим нагрева III).

При достижении в кубе-испарителе температуры 55°C по контрольному термометру куба-испарителя, мощность нагрева снижается (с III до II).

При достижении в кубе-испарителе температуры 75°C по контрольному термометру куба-испарителя, мощность нагрева снижается до минимальной (с II до I). Подход к заки-

панию и отбор головной фракции содержащей легкокипящие примеси осуществляется при минимальной мощности нагрева.

Головную фракцию в количестве 35 мл (поток 30), содержащую легкокипящие примеси собирают в отдельную ёмкость и в дальнейшем используют для технических целей в качестве растворителя.

После завершения отбора головной фракции, температура в верхней части колонны должна стабилизироваться и соответствовать температуре кипения азеотропной смеси при определенном атмосферном давлении (обычно 77,7°C при 748 мм рт.ст.), следует перейти на номинальную мощность нагрева (режим II) и не увеличивая в дальнейшем мощность, проводить ректификацию вплоть до автоматической остановки процесса по блокировке превышения температуры в нижней части колонны выше 96°C.

Практический выход ректификованного спирта крепостью 96,3%об. ~1376 мл (поток 31).

Оставшаяся в после завершения процесса ректификации в кубе-испарителе лютерная вода, с остаточным содержанием спирта 4,6%об. собирается в отдельную емкость и в дальнейшем возвращается в производственный цикл, путем добавления к следующей партии зрелого бражного суслу перед первой перегонкой (поток 32).

Полученный ректификованный спирт направляется на разбавление и дальнейшую угольную очистку или на получение ароматических спиртов (поток 31).

4.2.6 Получение ароматических спиртов

Ароматические спирты получают путем перегонки ректификованного спирта предварительно настоянного на душистых травах или ароматном плодово-ягодном сырье, не поддающегося быстрому тщательному фильтрованию. Перегонка осуществляется на обычных стеклянных лабораторных дистилляторах.

Количество вводимого растительного сырья в настои на спирте определяется специальными рецептурами и инструкциями.

В случае, если введенное в спиртовые настои пищевое сырьё склонно к разложению при повышении температуры более 85°C (типичным представителем является прополис), перегонку осуществляют под вакуумом.

4.2.7 Получение готовой водочной продукции и ликероводочных изделий

Требуемое количество полученного ранее ректификованного спирта (поток 31) разбавляют умягченной водой (поток 33) до крепости 42÷45%об.

Водно-спиртовую смесь крепостью 42÷45%об. подвергают угольной очистке путем пропускания через угольные колонны (поток 34). (Для угольной очистки хорошо себя зарекомендовали фильтры-кувшины оснащенные картриджами для мягкой воды, содержащие кокосовый активированный уголь с микроволокнами напыленного серебра. Серебро предотвращает размножение бактерий в фильтре после его использования в процессе консервации).

После угольной очистки в водно-спиртовую смесь согласно рецептурам вносятся ароматические спирты, настои и пищевые добавки. Далее смесь подвергается фильтрованию через двойной слой фильтровальной бумаги под вакуумом, аналогично описанному в пункте 4.2.3.4.

Перед угольной очисткой и фильтрованием от взвешенных частиц, водно-спиртовую смесь рекомендуется охладить до температуры 5°C.

После фильтрования смесь доводится до стандартной крепости 40%об., либо другой заданной крепости путем добавления необходимого количества умягченной воды (поток 35). Готовая продукция разливается по бутылкам или в дубовые бочки на выдержку (поток 36).

Для приблизительной оценки необходимых пропорций воды и водно-спиртовых растворов известной концентрации при получении водно-спиртового раствора заданной концентрации, пользуются таблицами 8 и 9. В таблице 8 указано необходимое количество воды, которое необходимо добавить к водно-спиртовому раствору для получения раствора требуемой концентрации. В таблице 9 указан необходимый объем разводимой водно-спиртовой смеси в мл, который доводится до метки 100 мл чистой водой. (В числителе указан объем разбавляемой водно-спиртовой смеси, в знаменателе – объем воды, добавляемой к водно-спиртовой смеси).

Таблица 8

Содержание этилового спирта в растворе после разбавления	Содержание этилового спирта в растворе до разбавления									
	95%об.	90%об.	85%об.	80%об.	75%об.	70%об.	65%об.	60%об.	55%об.	50%об.
90%об.	6,4									
85%об.	13,3	6,6								
80%об.	20,9	13,8	6,8							
75%об.	29,5	21,8	14,5	7,2						
70%об.	39,1	31,0	23,1	15,4	7,6					
65%об.	50,1	41,4	33,0	24,7	16,4	8,2				
60%об.	67,9	53,7	44,5	35,4	26,5	17,6	8,8			
55%об.	78,0	67,8	57,9	48,1	38,3	28,6	19,0	9,5		
50%об.	96,0	84,7	73,9	63,0	52,4	41,7	31,3	20,5	10,4	
45%об.	117,2	105,3	93,3	81,2	69,5	57,8	46,0	34,5	22,9	11,4
40%об.	144,4	130,8	117,3	104,0	90,8	77,6	64,5	51,4	38,5	25,6
35%об.	178,7	163,3	148,0	132,9	117,8	102,8	87,9	73,1	58,3	43,6
30%об.	224,1	206,2	188,6	171,1	153,6	136,0	118,9	101,7	84,5	67,5
25%об.	278,1	266,1	245,2	224,3	203,5	182,8	162,2	141,7	121,2	100,7
20%об.	382,0	355,8	329,8	304,0	278,3	252,6	227,0	201,4	176,0	150,6
15%об.	540,0	505,3	471,0	436,9	402,8	368,8	334,9	301,1	267,3	233,6

Таблица 9

Содержание этилового спирта в растворе после разбавления	Содержание этилового спирта в растворе до разбавления										
	95%об.	90%об.	85%об.	80%об.	75%об.	70%об.	65%об.	60%об.	55%об.	50%об.	
90%об.	<u>94,0</u> 6,0										
85%об.	<u>88,3</u> 11,7	<u>93,8</u> 6,2									
80%об.	<u>82,7</u> 17,3	<u>87,9</u> 12,1	<u>93,6</u> 6,4								
75%об.	<u>77,2</u> 22,8	<u>82,1</u> 17,9	<u>87,3</u> 12,7	<u>93,3</u> 6,7							
70%об.	<u>71,9</u> 28,1	<u>76,3</u> 23,7	<u>81,2</u> 18,8	<u>86,7</u> 13,3	<u>92,9</u> 7,1						
65%об.	<u>66,6</u> 33,4	<u>70,7</u> 29,3	<u>75,2</u> 24,8	<u>80,2</u> 19,8	<u>85,9</u> 14,1	<u>92,4</u> 7,6					
60%об.	<u>59,6</u> 40,4	<u>65,1</u> 34,9	<u>69,2</u> 30,8	<u>73,9</u> 26,1	<u>79,1</u> 20,9	<u>85,0</u> 15,0	<u>91,9</u> 8,1				
55%об.	<u>56,2</u> 43,8	<u>59,6</u> 40,4	<u>63,3</u> 36,7	<u>67,5</u> 32,5	<u>72,3</u> 27,7	<u>77,8</u> 22,2	<u>84,0</u> 16,0	<u>91,3</u> 8,7			
50%об.	<u>51,0</u> 49,0	<u>54,1</u> 45,9	<u>57,5</u> 42,5	<u>61,3</u> 38,7	<u>65,6</u> 34,4	<u>70,6</u> 29,4	<u>76,2</u> 23,8	<u>83,0</u> 17,0	<u>90,6</u> 9,4		
45%об.	<u>46,0</u> 54,0	<u>48,7</u> 51,3	<u>51,7</u> 48,3	<u>55,2</u> 44,8	<u>59,0</u> 41,0	<u>63,4</u> 36,6	<u>68,5</u> 31,5	<u>74,3</u> 25,7	<u>81,4</u> 18,6	<u>89,8</u> 10,2	
40%об.	<u>40,9</u> 59,1	<u>43,3</u> 56,7	<u>46,0</u> 54,0	<u>49,0</u> 51,0	<u>52,4</u> 47,6	<u>56,3</u> 43,7	<u>60,8</u> 39,2	<u>66,1</u> 33,9	<u>72,2</u> 27,8	<u>79,6</u> 20,4	
35%об.	<u>35,9</u> 64,1	<u>38,0</u> 62,0	<u>40,3</u> 59,7	<u>42,9</u> 57,1	<u>45,9</u> 54,1	<u>49,3</u> 50,7	<u>53,2</u> 46,8	<u>57,8</u> 42,2	<u>63,2</u> 36,8	<u>69,6</u> 30,4	
30%об.	<u>30,9</u> 69,1	<u>32,7</u> 67,3	<u>34,7</u> 65,3	<u>36,9</u> 63,1	<u>39,4</u> 60,6	<u>42,4</u> 57,6	<u>45,7</u> 54,3	<u>49,6</u> 50,4	<u>54,2</u> 45,8	<u>59,7</u> 40,3	
25%об.	<u>26,4</u> 73,6	<u>27,3</u> 72,7	<u>29,0</u> 71,0	<u>30,8</u> 69,2	<u>32,9</u> 67,1	<u>35,4</u> 64,6	<u>38,1</u> 61,9	<u>41,4</u> 58,6	<u>45,2</u> 54,8	<u>49,8</u> 50,2	
20%об.	<u>20,7</u> 79,3	<u>21,9</u> 78,1	<u>23,3</u> 76,7	<u>24,8</u> 75,2	<u>26,4</u> 73,6	<u>28,4</u> 71,6	<u>30,6</u> 69,4	<u>33,2</u> 66,8	<u>36,2</u> 63,8	<u>39,9</u> 60,1	
15%об.	<u>15,6</u> 84,4	<u>16,5</u> 83,5	<u>17,5</u> 82,5	<u>18,6</u> 81,4	<u>19,9</u> 80,1	<u>21,3</u> 78,7	<u>23,0</u> 77,0	<u>24,9</u> 75,1	<u>27,2</u> 72,8	<u>30,0</u> 70,0	

5 Материальный баланс и нормы расходов

5.1 Базовый материальный баланс на 1 кг исходного сырья

ПРИГОТОВЛЕНИЕ БРАЖНОГО СУСЛА и БРОЖЕНИЕ

Общая масса бражного сусла	5000,0	г	4627,9	мл.
Массовое содержание сахара	20,0	%		
Содержание сахара	1000	г		
Содержание воды	4000,0	г		
Практический выход спирта	93,19	%		

ПЕРЕГОНКА ЗРЕЛОЙ БРАЖКИ

<u>Зрелая бражка на перегонку</u>				
Общая масса	4448,7	г	4539,5	мл.
Массовая концентрация спирта	11,27	%	14%об.	
Содержание воды	3947,4	г		
Содержание спирта	501,4	г		
<u>Головная фракция слабого спирта-сырца</u>				
Общая масса	17,9	г	20,6	мл.
Массовая концентрация спирта	70,06	%	77%об.	
Содержание воды	5,4	г		
Содержание спирта	12,5	г		
<u>Отогнанный слабый спирт-сырец</u>				
Отбираемое количество	1015	г	1090,2	мл.
Массовая концентрация спирта	42,53	%	50%об.	
Содержание воды	583,3	г		
Содержание спирта	431,7	г		
<u>Барда</u>				
Общая масса	3415,9	г		
Массовая концентрация спирта	1,67	%	2,1%об	1,67
Содержание воды	3358,7	г		
Содержание спирта	57,2	г		

ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА

<i>Слабый спирт-сырец до разбавления</i>			
Общая масса	1015	г	1090,2 мл.
Массовая концентрация спирта	42,53	%	
Содержание воды	583,3	г	
Содержание спирта	431,7	г	
Общее количество воды на разбавление			
	281,3	г	281,3 мл.
<i>Слабый спирт-сырец после разбавления</i>			
Общая масса	1296,3	г	1367,44 мл.
Массовая концентрация спирта	33,3	%	40%об.
Содержание воды	864,7	г	
Содержание спирта	431,7	г	

ДИСТИЛЛЯЦИЯ СПИРТА-СЫРЦА

<i>Слабый спирт-сырец на перегонку</i>			
Общая масса	1296,3	г	1367,4 мл.
Массовая концентрация спирта	33,3	%	40%об.
Содержание воды	864,7	г	
Содержание спирта	431,7	г	
<i>Головная фракция крепкого спирта-сырца</i>			
Общая масса	13,0	г	15,4 мл.
Массовая концентрация спирта	83,11	%	88%об.
Содержание воды	2,2	г	
Содержание спирта	10,8	г	
<i>Отогнанный крепкий спирт-сырец</i>			
Отбираемое количество	503,53	г	595,9 мл.
Массовая концентрация спирта	79,4	%	85%об.
Содержание воды	103,7	г	
Содержание спирта	399,8	г	
<i>Кубовый остаток</i>			
Общая масса	779,8	г	
Массовая концентрация спирта	2,70	%	3,4%об. 2,7
Содержание воды	758,7	г	
Содержание спирта	21,1	г	

РЕКТИФИКАЦИЯ

<u>Крепкий спирт-сырец на ректификацию</u>			
Общая масса	503,53	г	595,9 мл.
Массовая концентрация спирта	79,4	%	70%об.
Содержание воды	103,7	г	
Содержание спирта	399,8	г	
<u>Головная фракция ректификата</u>			
Общая масса	10,5	г	13,0 мл.
Массовая концентрация спирта	95,57	%	97,2%об.
Содержание воды	0,5	г	
Содержание спирта	10,0	г	
<u>Отогнанный ректифицированный спирт</u>			
Общая масса	410,8	г	509,7 мл.
Массовая концентрация спирта	94,15	%	96,3%об.
Содержание воды	24,0	г	
Содержание спирта	386,8	г	
<u>Лютерная вода</u>			
Общая масса	82,2	г	
Массовая концентрация спирта	3,66	%	4,6%об. 3,66
Содержание воды	79,2	г	
Содержание спирта	3,0	г	

РАЗВЕДЕНИЕ ПЕРЕД УГОЛЬНОЙ ОЧИСТКОЙ

<u>Ректифицированный спирт</u>			
Общая масса	410,8	г	
Массовая концентрация спирта	94,15	%	
Содержание воды	24,0	г	
Содержание спирта	386,8	г	
Общее количество воды на разбавление	612,4	г	612,4 мл.
<u>Водно-спиртовая смесь</u>			
Общая масса	1023,3	г	1089,75 мл.
Массовая концентрация спирта	37,8	%	45%об.
Содержание воды	636,5	г	
Содержание спирта	386,8	г	

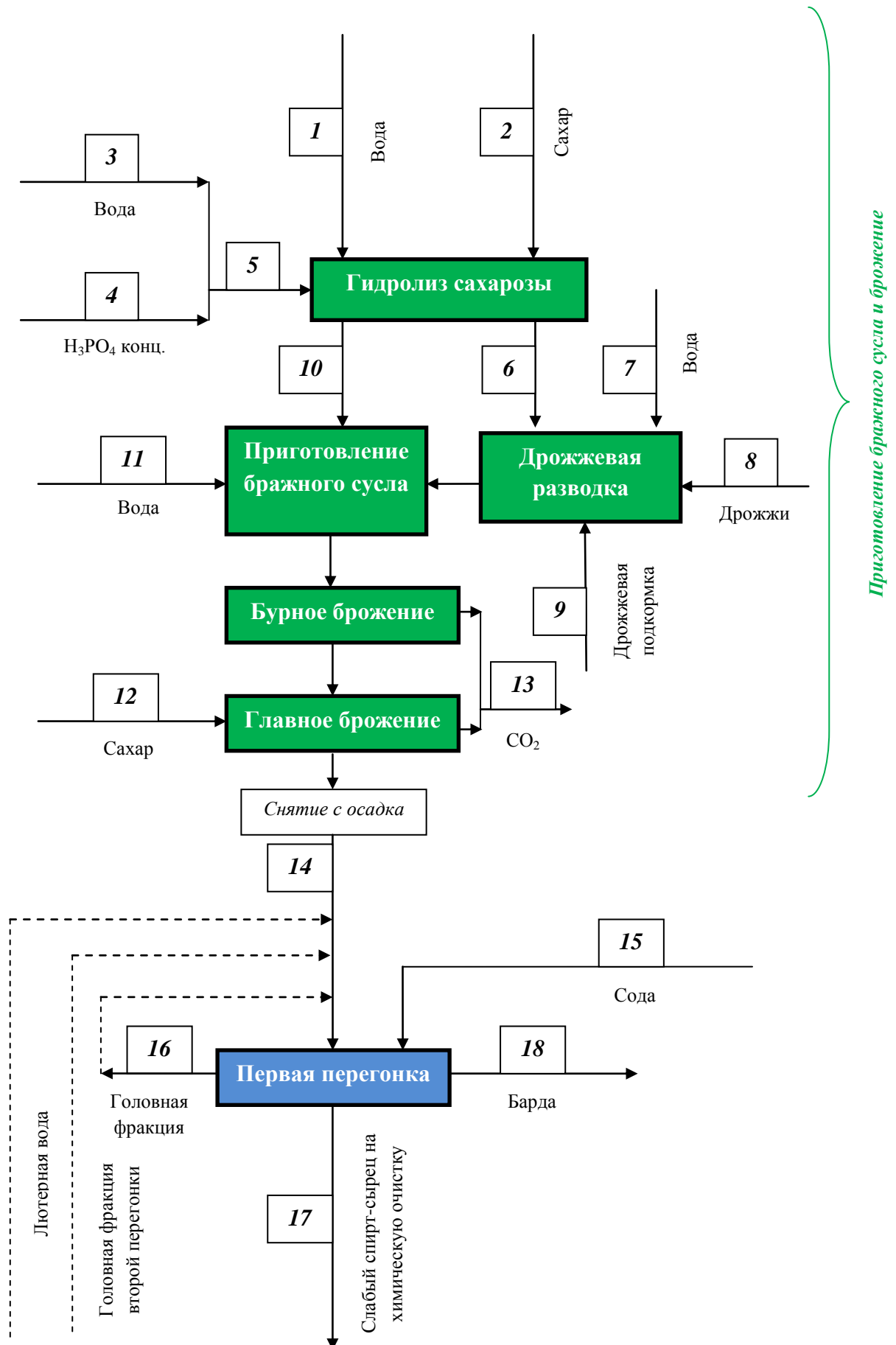
УГОЛЬНАЯ ОЧИСТКА

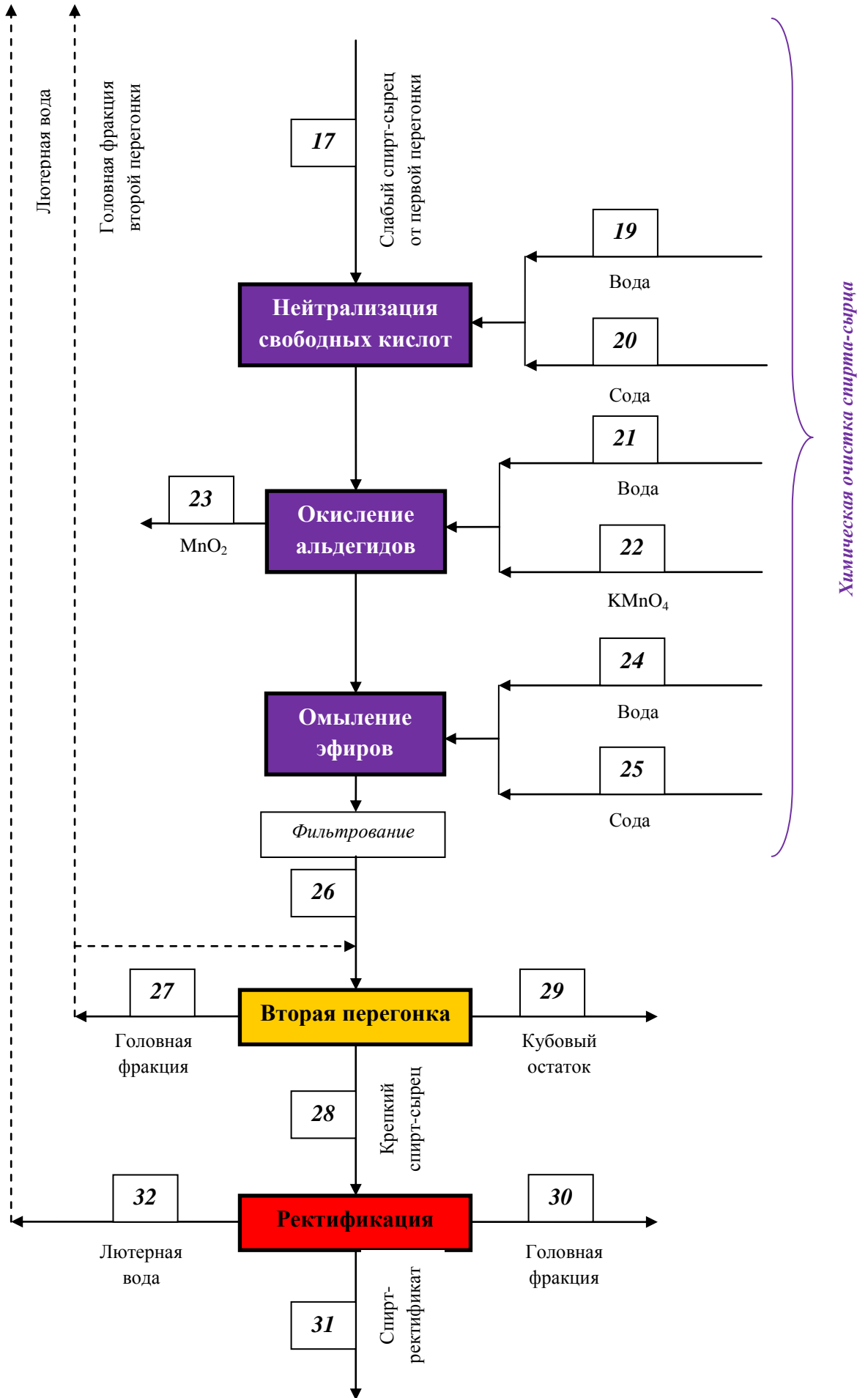
<i>Водно-спиртовая смесь до угольной очистки</i>			
Общая масса	1023,3	г	1089,7 мл.
Массовая концентрация спирта	37,8	%	45%об.
Содержание воды	636,5	г	
Содержание спирта	386,8	г	
<i>Водно-спиртовая смесь после угольной очистки</i>			
Общая масса	1023,3	г	1083,97 мл.
Массовая концентрация спирта	35,09	%	42%об.
Содержание воды	636,5	г	
Содержание спирта	359,1	г	

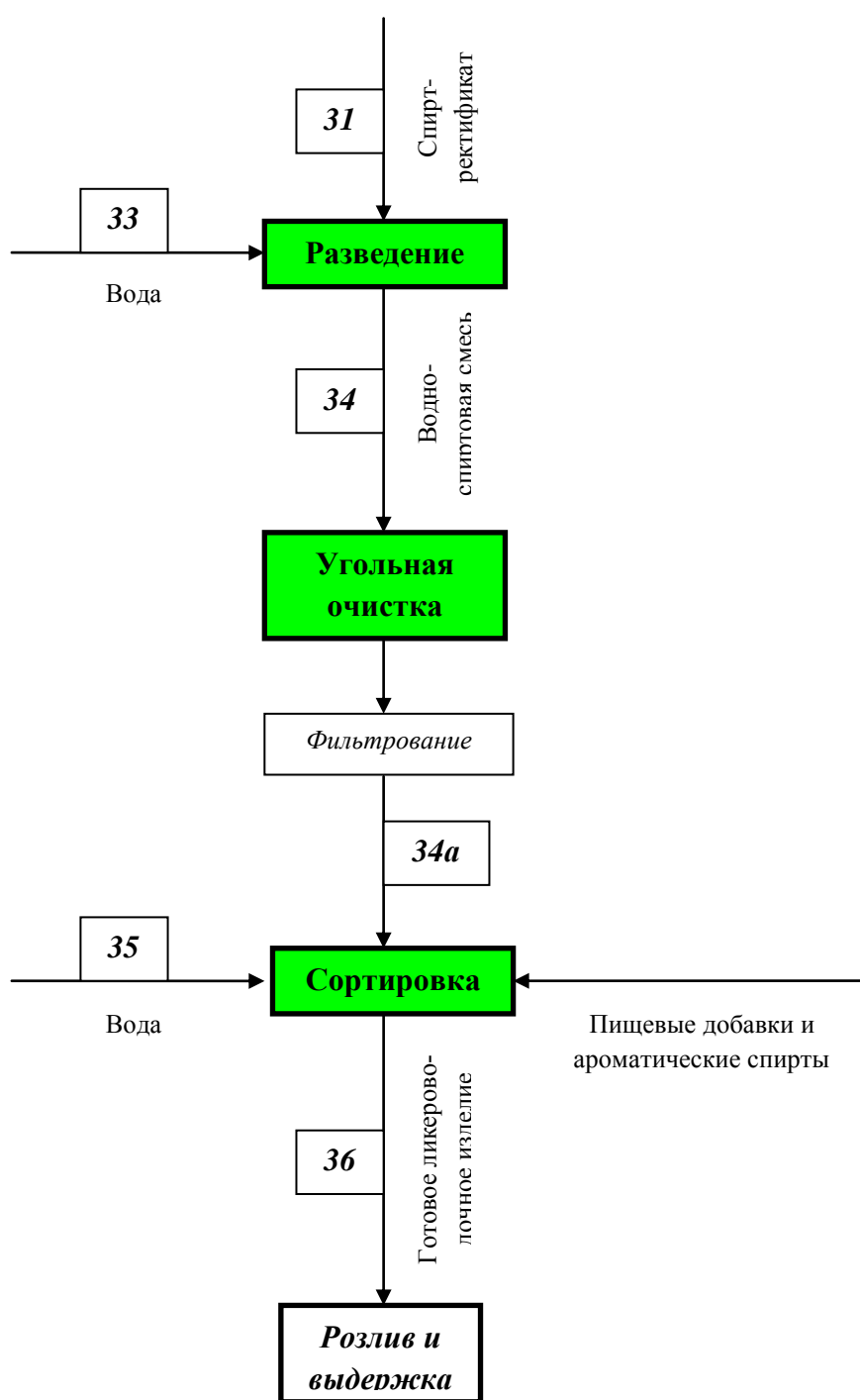
ДОВЕДЕНИЕ и СОРТИРОВКА

Общее количество воды на доведение	82,7	г	82,7 мл.
<i>Водка</i>			
Общая масса	1078,3	г	1137,42 мл.
Массовая концентрация спирта	33,3	%	40%об.
Содержание воды	719,2	г	
Содержание спирта	359,1	г	

5.2 Схема материальных потоков







Получение готовой водочной продукции и ликероводочных изделий

5.3 Сводная таблица материального баланса и достигнутые нормы расходов на 1 производственный цикл

№ потока	Наименование потока	Нормы расходов	Концентрация компонентов в потоке									
			H ₂ O	C ₂ H ₅ OH	Углеводы	Дрожжи	H ₃ PO ₄	NaHCO ₃	KMnO ₄	Азофоска	CO ₂	MnO ₂
1	Вода водопроводная	1000 мл	100% масс.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Сахарный песок	1800 г	0,1% масс.	-	99,9% масс.	-	-	-	-	-	-	-
3	Вода водопроводная	3,0 мл	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Ортофосфорная кислота	0,4 мл	30% масс.	-	-	-	70% масс.	-	-	-	-	-
5	Кислотный раствор	3,626 г	82,7% масс.	-	-	-	17,3% масс.	-	-	-	-	-
6	Сироп	50 мл	34,2% масс.	-	65,8% масс.	-	Не учтено	-	-	-	-	-
7	Вода умягченная	500 мл	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Дрожжи сухие	61 г	-	-	-	100%	-	-	-	-	-	-
9	Дрожжевая подкормка	3,0 г	-	-	-	-	-	-	-	100%	-	-
10	Сироп	2800 г	34,2% масс.	-	65,8% масс.	-	Не учтено	-	-	-	-	-
11	Вода умягченная	9300 мл	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Сахарный песок	900 г	0,1% масс.	-	99,9% масс.	-	-	-	-	-	-	-
13	Газы брожения	1426 г	1,8% масс.	0,8% масс.	-	-	-	-	-	-	97,4% масс.	-
14	Зрелое бражное сусло	12257 мл	86% об.	14% об.	0,3% масс.	>70 г	-	-	-	-	~15 г	-
15	Сода пищевая	3,4 г	-	-	-	-	-	100%	-	-	-	-
16	Головная фракция «I»	55 мл	23% об.	77% об.	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Спирт-сырец слабый	2944 мл	50% об.	50% об.	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Барда	9223 г	97,9% об.	2,1% об.	29,8 г	>70 г	-	<9,0 г	-	-	-	-
19	Вода умягченная	250 мл	100%	-	-	-	-	-	1,0% масс.	-	-	-
20	Сода пищевая	1,7 г	-	-	-	-	-	100%	-	-	-	-
21	Вода умягченная	250 мл	100%	-	-	-	-	-	0,05% масс.	-	-	-
22	Перманганат калия	1,7 г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Оксид марганца (IV)	0,9 г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%
24	Вода умягченная	250 мл	100%	-	-	-	-	-	1,0% масс.	-	-	-
25	Сода пищевая	1,7 г	-	-	-	-	-	100%	-	-	-	-
26	Спирт-сырец ХО	3692 мл	60% об.	40% об.	-	-	-	<4,0 г	-	-	-	-
27	Головная фракция «II»	41 мл	12% об.	88% об.	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Спирт-сырец крепкий	1609 мл	15% об.	85% об.	-	-	-	-	-	-	-	-
29	Кубовый остаток	2106 г	96,6% об.	3,4% об.	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Головная фракция «Р»	35 мл	2,8% об.	97,2% об.	-	-	-	-	-	-	-	-
31	Спирт-ректификат	1376 мл	3,7% об.	96,3% об.	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Лютерная вода	222 г	95,4% об.	4,6% об.	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Вода умягченная	1654 мл	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	Водно-спиртовая смесь	2943 мл	55% об.	45% об.	-	-	-	-	-	-	-	-
35	Вода умягченная	223 мл	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Водка	3071 мл	60% об.	40% об.	Не учтено	-	-	Не учтено	-	-	-	-

Примечание: жирным шрифтом выделены контролируемые параметры, технологические отделения условно разбиты на различные цвета.

6 Нормы расходов расходных материалов, электроэнергии и проточной воды

Наименование расходных материалов и ресурсов	Стадия производства	Норма расхода на 1 цикл
Фильтр обеззоленный (красная лента)	Снятие спирта-сырца с осадка и пастеризация	2 шт.
	Фильтрация после угольной очистки	1 шт.
ВСЕГО:		3 шт.
Фильтр обеззоленный (синяя лента)	Снятие спирта-сырца с осадка и пастеризация	2 шт.
	Фильтрация после угольной очистки	3 шт.
ВСЕГО:		5 шт.
Электроэнергия	Гидролиз сахарозы	$1 \text{ кВт/ч} \times 0,33 \text{ ч} = 0,33 \text{ кВт}$
	Нагрев бражного сула для отгонки слабого спирта-сырца	$1 \text{ кВт/ч} \times 5,5 \text{ ч} = 5,5 \text{ кВт}$
	Нагрев слабого спирта-сырца для отгонки крепкого спирта сырца	$1 \text{ кВт/ч} \times 4,79 \text{ ч} = 4,79 \text{ кВт}$
	Нагрев крепкого спирта-сырца на стадии ректификации	$1 \text{ кВт/ч} \times 7,5 \text{ ч} = 7,5 \text{ кВт}$
	Прочие операции	1,88 кВт
ВСЕГО:		~ 20,0 кВт
Проточная вода из сети холодного водоснабжения	Конденсация и охлаждение дистиллята на стадии перегонки бражного сула и получения слабого спирта-сырца	$0,1 \text{ м}^3/\text{ч} \times 3,75 \text{ ч} = 0,375 \text{ м}^3$
	Создание вакуума для снятия спирта-сырца с осадка и пастеризации	$0,5 \text{ м}^3/\text{ч} \times 1 \text{ ч} = 0,5 \text{ м}^3$
	Конденсация и охлаждение дистиллята на стадии перегонки слабого спирта-сырца с укреплением паров и получения крепкого спирта-сырца	$0,1 \text{ м}^3/\text{ч} \times 4,13 \text{ ч} = 0,413 \text{ м}^3$
	Конденсация и охлаждение флегмы и дистиллята на стадии ректификации	$0,05 \text{ м}^3/\text{ч} \times 7,25 \text{ ч} = 0,3625 \text{ м}^3$
	Создание вакуума для фильтрации водно-спиртовой смеси после угольной очистки	$0,5 \text{ м}^3/\text{ч} \times 2 \text{ ч} = 1 \text{ м}^3$
	Промывка оборудования и прочие операции	~0,1 м ³
ВСЕГО:		~ 2,75 м³

7 Нормы образования отходов производства

Все отходы разделены на две группы:

- Регенерируемые – отходы, которые могут быть возвращены в последующий производственный цикл. К таким отходам относятся головные фракции перегонки спирта а также лютерная вода стадии ректификации. Возвращаемые в производственный цикл отходы добавляются к новым партиям зрелого бражного суслу перед отгонкой слабого спирта-сырца или перед его химической очисткой или непосредственно перед повторной перегонкой спирта-сырца с укреплением паров, согласно методике изложенной в разделах 4.2.2; 4.2.4; 4.2.5.
- Не регенерируемые – отходы, которые подлежат утилизации; газообразные – выбрасываются в атмосферу; твердые – вывозятся на полигоны ТБО.

7.1 Приготовление бражного суслу и брожение

Тип	Наименование	Состав	Норма образования на 1 цикл
Не регенерируемые	Газообразные продукты брожения (поток 13)	Углекислый газ (CO ₂) со следами спирта и воды	1426 г.
	Полиэтиленовые мешки из под сахара нетто 900 г	Полиэтилен	3 шт.
	Пластиковая упаковка из под дрожжей	Пластик	2 шт.

7.2 Перегонка бражного суслу и получение слабого спирта-сырца

Тип	Наименование	Состав	Норма образования на 1 цикл
Не регенерируемые	Барда (поток 18)	Вода – 97,8%масс; Спирт и сивушное масло – менее 1,7%масс; Сухой остаток биомассы дрожжей – н/м 0,5%масс.	9223 г.
Регенерируемые	Головная фракция (поток 16)	Вода – 30%масс. Этанол, метанол, альдегиды, эфиры – 70% масс.	48 г (55 мл).

7.3 Химическая очистка спирта-сырца

Тип	Наименование	Состав	Норма образования на 1 цикл
Не регенерируемые	Марганца оксид (IV) <i>(поток 23)</i>	MnO ₂ , со следами сивушного масла	0,9 г.
	Использованная фильтровальная бумага	-	4 шт.

7.4 Перегонка слабого спирта-сырца с укреплением паров и получение крепкого спирта-сырца

Тип	Наименование	Состав	Норма образования на 1 цикл
Не регенерируемые	Кубовый остаток <i>(поток 29)</i>	Вода – 97,3%масс; Спирт и сивушное масло – 2,7%масс;	2106 г.
Регенерируемые	Головная фракция <i>(поток 27)</i>	Вода – 20,6%масс. Этанол, метанол, альдегиды, эфиры – 79,4% масс.	35 г (41 мл).

7.5 Получение спирта-ректификата

Тип	Наименование	Состав	Норма образования на 1 цикл
Не регенерируемые	Головная фракция <i>(поток 30)</i>	Вода – 4,43%масс. Этанол, метанол, альдегиды, эфиры – 95,57% масс.	28 г (35 мл).
Регенерируемые	Лютерная вода <i>(поток 32)</i>	Вода – 96,34%масс; Спирт и сивушное масло – 3,66%масс;	222 г.

7.6 Получение ароматических спиртов

Нормы образования отходов определяются исходя из рецептур и специальных технических условий на готовую продукцию.

7.7 Получение готовой водочной продукции и ликероводочных изделий

Тип	Наименование	Состав	Норма образования на 1 цикл
Не регенерируемые	Использованная фильтровальная бумага	-	4 шт.

8 Контроль, автоматизация производства и управление технологическим процессом

8.1 Контроль производства

Наименование стадий процесса, места измерения параметров или отбора проб	Контролируемый параметр	Частота измерений или снятия показаний	Нормы и технические показатели
Гидролиз сахарозы	Расход водопроводной воды на приготовление сиропа (поток 1)	1 раз/цикл	1000 мл
	Температура сиропа	Каждые 5 минут до полного растворения сахара	95°C
	Расход водопроводной воды на приготовление кислотного раствора (поток 3)	1 раз/цикл	3,0 мл
	Плотность концентрированной ортофосфорной кислоты (поток 4)	1 раз/партия	1,565 г/см ³
	Расход концентрированной ортофосфорной кислоты (поток 4)	1 раз/цикл	0,4 мл
Дрожжевая разводка	Расход умягченной воды на разводку (поток 7)	1 раз/цикл	500 мл
	Расход сиропа на разводку (поток 6)	1 раз/цикл	50 мл
	Температура разводки	Непрерывно в течение 10 мин.	38°C
	Масса азотосодержащего или карбамида, либо объем 20%-ного раствора аммиака (поток 9)	1 раз/цикл	3,0 г 5,0 мл
Приготовление бражного суслу	Расход умягченной воды на приготовление суслу (поток 11)	1 раз/цикл	9300 мл
	Температура браж-	1 раз/цикл	24÷29°C

Наименование стадий процесса, места измерения параметров или отбора проб	Контролируемый параметр	Частота измерений или снятия показаний	Нормы и технические показатели
	ного сусла		
Стадия бурного брожения	Температура бражного сусла	2 раза в сутки	24÷29°C
Стадия главного брожения	Температура бражного сусла	2 раза в сутки	18÷24°C
	Пробулькивание углекислого газа через гидрозатвор	1 раз в сутки	Не реже 1 раза в минуту
	Плотность зрелого бражного сусла	1 раз в 2 суток	Не более 0,982 г/см ³
Перегонка бражного сусла и получение слабого спирта-сырца	Расход гидрокарбоната натрия (поток 15)	1 раз/цикл	3,4 г
	Начало отгонки головной фракции	Каждые 5 минут	-
	Объем отогнанной головной фракции (поток 16)	1 раз/цикл	55 мл
	Плотность головной фракции (поток 16)	1 раз/цикл	0,867 г/см ³
	Плотность тела спирта-сырца на момент окончания перегонки (поток 17)	Каждые 15 минут	Не более 0,972 г/см ³
Стадия нейтрализации свободных кислот в спирте-сырце	Расход спирта-сырца (поток 17)	1 раз/цикл	2944 мл
	Плотность спирта-сырца (поток 17)	1 раз/цикл	0,931 г/см ³
	Расход умягченной воды для растворения гидрокарбоната натрия (поток 19)	1 раз/цикл	250 мл
	Расход гидрокарбоната натрия (поток 20)	1 раз/цикл	1,7 г
Стадия окисления альдегидов в спирте-сырце	Расход умягченной воды для растворения перманганата калия (поток 21)	1 раз/цикл	250 мл

Наименование стадий процесса, места измерения параметров или отбора проб	Контролируемый параметр	Частота измерений или снятия показаний	Нормы и технические показатели
	Расход перманганата калия (поток 22)	1 раз/цикл	1,7 г
Стадия омыления сложных эфиров в спирте-сырце	Расход умягченной воды для растворения гидрокарбоната натрия (поток 24)	1 раз/цикл	250 мл
	Расход гидрокарбоната натрия (поток 25)	1 раз/цикл	1,7 г
Снятие спирта-сырца с осадка и пастеризация	Разряжение в колбе Бунзена	Непрерывно на протяжении всего процесса фильтрации	Не менее 70 мм рт.ст.
	Плотность спирта-сырца после пастеризации (поток 26)	1 раз/цикл	Не менее 0,948 г/см ³
Перегонка слабого спирта-сырца с укреплением паров и получение крепкого спирта-сырца	Объем загружаемого слабого спирта-сырца в куб-испаритель (поток 26)	1 раз/цикл	3692 мл
	Объем отогнанной головной фракции (поток 27)	1 раз/цикл	41 мл
	Плотность головной фракции (поток 27)	1 раз/цикл	0,836 г/см ³
	Температура паровой фазы на момент окончания отгонки спирта-сырца (поток 28)	Каждые 15 минут	Не более 98°C
	Плотность тела спирта-сырца на момент окончания перегонки (поток 28)	Каждые 40÷50 мл	Не более 0,962 г/см ³
Получение спирта-ректификата	Объем загружаемого крепкого спирта-сырца в куб-	1 раз/цикл	1609 мл (н/б 1750 мл)

Наименование стадий процесса, места измерения параметров или отбора проб	Контролируемый параметр	Частота измерений или снятия показаний	Нормы и технические показатели
	испаритель (поток 28)		
	Плотность загружаемого спирта-сырца в куб-испаритель (поток 28)	1 раз/цикл	Не менее 0,845 г/см ³
	Температура нагрева спирта-сырца в режиме (III)	Каждые 3 минуты	Не более 55°C
	Температура нагрева спирта-сырца в режиме (II)	Каждые 3 минуты	Не более 75°C
	Температура нагрева спирта-сырца в режиме (I) и отгонка головной фракции	Каждые 3 минуты	Не выше 77,7°C при 748 мм рт.ст.
	Объем отогнанной головной фракции (поток 30)	1 раз/цикл	35 мл
	Температура отгонки тела спирта-ректификата (поток 31)	1 раз/час до момента остановки процесса по блокировке превышения температуры 96°C в нижней части колонны	77,7°C при 748 мм рт.ст.
	Плотность тела спирта-ректификата (поток 31)	1 раз/час до момента остановки процесса по блокировке превышения температуры 96°C в нижней части колонны	Не более 0,806 г/см ³
Разведение ректифицированного спирта перед угольной очисткой	Расход ректифицированного спирта на угольную очистку (поток 31)	1 раз/цикл	1376 мл
	Расход воды для	1 раз/цикл	1654 мл

Наименование стадий процесса, места измерения параметров или отбора проб	Контролируемый параметр	Частота измерений или снятия показаний	Нормы и технические показатели
	разведения ректификованного спирта (поток 33)		
Фильтрация водно-спиртовой смеси после угольной очистки	Разряжение в колбе Бунзена	Непрерывно на протяжении всего процесса фильтрации	Не менее 70 мм рт.ст.
Сортировка и доводка водно-спиртовой смеси	Расход водно-спиртовой смеси после угольной очистки и фильтрации (поток 34 а)	1 раз/цикл	2927 мл
	Плотность водно-спиртовой смеси после угольной очистки и фильтрации (поток 34 а)	1 раз/цикл	н/м 0,948 г/см ³
	Расход воды на доводку до стандартной крепости (поток 35)	1 раз/цикл	223 мл
	Плотность готовой продукции (поток 36)	1 раз/цикл	0,948 г/см ³
	Объем готовой продукции (поток 36)	1 раз/цикл	3071 мл

8.2 Автоматизированная система управления технологическим процессом ректификации

Подбор оптимального флегмового числа ведется в автоматическом режиме.

В процессе ректификации предусмотрена автоматическая остановка процесса при содержании спирта в нижней части колонны менее 4,6%об.

Исполнительным механизмом автоматики является электрореле параллельно соединенное с электроконтактными термометрами, размещенными в верхней и нижней частях ректификационной колонны (Рис. 6).

Электроконтактные термометры предварительно настроены на следующие температуры блокировки: верхний – на температуру кипения азеотропа; нижний на температуру начала интенсивного испарения сивушных масел. При превышении заданных температур оба термометра независимо друг от друга замыкают слаботочную сеть, которая посылает электрический импульс на электрореле. При замыкании слаботочной сети, электрореле размыкает силовую линию, питающую колбонагреватель и, он отключается. Таким обра-

зом, по верхнему термометру процесс ректификации сам себя термостатирует и подбирается оптимальное флегмовое число в зависимости от выставленной мощности нагрева колбонагревателя. При превышении температуры в нижней части колонны выставленного значения по нижнему электроконтактному термометру (когда концентрация спирта в парах куба-испарителя мала) происходит автоматическая остановка процесса ректификации.



Рис. 6 Принципиальная электрическая схема нижнего уровня АСУ ТП ректификации

9 Возможные неполадки в работе и способы их ликвидации

Проблемы и неполадки	Возможные причины	Способы устранения проблем и неполадок
Стадия брожения		
Затор не бродит (не наблюдается выделение газа и его пробулькивание через гидрозатвор) или медленное брожение.	<p>1) Гибель или угнетение деятельности дрожжевых организмов в результате временного повышения температуры выше 40°C.</p> <p>2) Дрожжи внесены с истекшим сроком годности или в малом количестве.</p> <p>3) Низкая температура бражного суслу или ингредиенты в заторе не перемешаны.</p>	<p>1,2) Добавить новую порцию дрожжей (желательно дрожжей из другой партии или расы) в соответствии с нормами настоящего регламента.</p> <p>3) Повысить температуру затора (бражного суслу до температуры не более 28°C и интенсивно перемешать.</p>
Слишком бурное брожение затора, сусло пенится и частично выбрасывается из бродильного чана.	<p>1) Большая загрузка исходных реагентов в маленький бродильный чан.</p> <p>2) Нарушен технологический регламент – не внесены стабилизирующие дрожжи «Саф-момент».</p>	<p>1) Снизить температуру бражного суслу ниже 18°C, при возможности перелить сусло в бродильный чан большего объема.</p> <p>2) Растолочь печенье и загрузить в бродильный чан.</p>
Наблюдается недоброд бражного суслу	Нарушен технологический регламент – дрожжи «Саф-левюр» полностью заменены на дрожжи «Саф-момент».	В 300 мл бражного суслу подогретого до температуры не выше 40°C развести новую порцию активных дрожжей типа «Саф-левюр» или использовать прессованные дрожжи увеличив количество в 4 раза против необходимого количества сухих дрожжей. Дать постоять на воздухе для образования пены, затем добавить к общей массе бражного суслу.
Стадия перегонки бражного суслу и получения слабого спирта-сырца		
Выход дистиллята малой крепости с мутным погоном.	<p>1) Увеличена загрузка сверх нормы.</p> <p>2) Слишком интенсивное кипение бражного суслу в</p>	Уменьшить мощность нагрева до минимальной. Если дистиллят продолжает идти мутным – остановить про-

Проблемы и неполадки	Возможные причины	Способы устранения проблем и неполадок
	кубе-испарителе.	цесс, по охлаждении бражного суслу в кубе-испарителе, произвести разгрузку куба на 1/3, промыть шлемовую трубу и холодильник конденсата и вновь повторить стадию перегонки.
Выход горячего дистиллята	Недостаточный расход охлаждающей теплофикационной воды или полное его отсутствие.	Увеличить расход охлаждающей воды, при невозможности увеличения расхода – снизить интенсивность кипения бражного суслу, уменьшив мощность нагрева.
Выход дистиллята с маленькой крепостью.	Слишком интенсивное кипение бражного суслу в кубе-испарителе.	Снизить интенсивность кипения бражного суслу, уменьшив мощность нагрева.
Аномально большой выход дистиллята при очень малой крепости или полном её отсутствии.	Образование свища в холодильнике дистиллята.	Остановить процесс, выполнить капитальный ремонт холодильника, при невозможности выполнить ремонт холодильник подлежит замене.
Стадия химической очистки спирта-сырца		
1) Спирт-сырец не осветляется, не наблюдается выпадение осадка или осадок носит не типичную форму характерную для оксида марганца. 2) Спирт-сырец приобрел рыжую, ярко-желтую или зеленую окраску не соответствующую слабым растворам перманганата калия.	Перманганат калия содержится в себе примеси посторонних веществ.	Произвести дополнительную повторную перегонку спирта-сырца.
Ярко выраженный посторонний специфический запах не характерный для спирта.	Вместо гидрокарбоната натрия использованы крепкие щелочи, причем в большом избытке или содержащие в себе посторонние вещества.	Произвести дополнительную повторную перегонку спирта-сырца.

Проблемы и неполадки	Возможные причины	Способы устранения проблем и неполадок
Стадия перегонки слабого спирта-сырца с укреплением паров и получения крепкого спирта-сырца		
Выход горячего дистиллята	Недостаточный расход охлаждающей теплофикационной воды или полное его отсутствие.	Увеличить расход охлаждающей воды, при невозможности увеличения расхода – снизить интенсивность кипения спирта-сырца, уменьшив мощность нагрева.
Выход дистиллята с маленькой крепостью.	Слишком интенсивное кипение спирта-сырца в кубе-испарителе.	Снизить интенсивность кипения спирта-сырца, уменьшив мощность нагрева.
Стадия получения спирта-ректификата		
Нет выхода дистиллята после начала кипения жидкости в кубе-испарителе в течение более 30 минут.	Недостаточная мощность нагрева.	Увеличить мощность нагрева.
Захлебывание колонны и выход горячего дистиллята крепостью менее 96,3%об.	1) Слишком большая интенсивность нагрева. 2) Очень низкое атмосферное давление.	Снизить интенсивность нагрева куба-испарителя до минимального. Отогранный дистиллят при захлебывании колонны вернуть в ректификационную колонну через воздушник дефлегматора.
Наблюдаются гидроудары в колонне, вскипание жидкости в кубе-испарителе происходит рывками	Недостаточное количество или полное отсутствие колец Рашига в кубе-испарителе.	Остановить процесс, по охлаждению кубовой жидкости менее 50°C открыть загрузочный штуцер куба-испарителя и произвести дозагрузку колец Рашига.
Температура в кубе-испарителе перешла отметку выше 98°C, при этом не произошло автоматическое отключение колбонагревателя.	Неисправен электроконтактный термометр.	Немедленно отключить нагрев куба-испарителя. Проверить работоспособность электроконтактного термометра и при необходимости его заменить.
Стадия получения ароматических спиртов		
В настоящем разделе не рассматриваются		
Стадия получения готовой водочной продукции и ликероводочных изделий		
После разбавления спирта, водно-спиртовой раствор	Спирт разбавлен жесткой водой.	Поместить водно-спиртовую смесь в колбу снабженную

Проблемы и неполадки	Возможные причины	Способы устранения проблем и неполадок
стал мутным с опалесценцией.		обратным холодильником и нагреть до температуры близкой к кипению, но не кипятить, затем охладив смесь до температуры 0°C провести дополнительную фильтрацию через двойной бумажный фильтр под вакуумом.
Не удовлетворительная прозрачность и чистота фильтрата.	1) Очень мелкодисперсная не коагулированная пыль в продукте. 2) Мелкие механические повреждения фильтра.	Выдержать продукт при температуре не выше 5°C в течение 10 дней, затем провести повторную фильтрацию, увеличив число фильтров на 1.
Очень медленная фильтрация.	1) Недостаточное разрежение (вакуум) в колбе Бунзена. 2) Забивка фильтра плотным осадком или мелкодисперсной пылью.	1) Увеличить расход воды через водоструйный насос. 2) Заменить фильтр на более грубый, и провести фильтрацию сначала на грубом фильтре (красная лента), затем на двойном мелкопористом фильтре (синяя лента).
Появление пузырьков в отфильтрованной жидкости и её закипание в колбе Бунзена.	Слишком высокое разрежение (вакуум) с остаточным давлением менее 70 мм рт.ст.	1) Перекрыть или уменьшить расход воды через водоструйный насос. 2) Сбросить вакуум.

10 Безопасная эксплуатация производства. Опасные факторы и меры безопасности

10.1 Общие положения

10.1.1 Перегонка и ректификация спирта, являются операциями, повышенной пожароопасности, требующие особого внимания к безопасному ведению процесса.

10.1.2 Используемое оборудование должно стоять на устойчивом жестком основании.

10.1.3 Все электрооборудование используемое в технологическом процессе должно быть выполнено во взрывозащищенном исполнении и заземлено.

10.1.4 Категорически запрещается использовать неисправное оборудование с видимыми дефектами. Запрещается производить загрузки сверх норм, установленных в настоящем регламенте и эксплуатировать оборудование на сверх допустимых режимах.

10.1.5 К эксплуатации оборудования и установок допускается только обученный персонал, знающий особенности производства и владеющий навыками действий при нештатных ситуациях.

10.1.6 При разгерметизации оборудования с взрывоопасными средами, следует немедленно остановить процесс, отключив электропитание и подачу воды.

10.1.7 При поступлении горячих спиртовых паров из разгерметизировавшегося оборудования следует незамедлительно выключить все электроприборы и освещение, открыть окна и обеспечить естественную вентиляцию.

10.1.8 При возгорании спирта, место возгорания следует тушить порошковым или углекислотным огнетушителем или водой. При небольших площадях возгорания, место возгорания следует накрыть мокрой тряпкой.

10.1.9 Одежда персонала, занятого в производстве должна быть чистой. Перед и после операций связанных с контактом спирта и химических реагентов следует тщательно вымыть руки.

10.2 Операции связанные с приготовлением бражного сусли

10.2.1 Приготовление бражного сусли (затора) следует осуществлять в емкостях пригодных для пищевых продуктов.

10.2.2 Запрещается для приготовления бражного сусли (затора) продуктов сомнительного качества и происхождения.

10.2.3 Не следует загружать бродильные чаны и бражные перегонные кубы более 2/3 от их номинального объёма.

10.2.4 Категорически запрещается наглухо закрывать бродильные чаны, если на них не установлены гидрозатворы, дыхательные или предохранительные клапана.

10.3 Операции связанные с дистилляцией и ректификацией

10.3.1 Рабочее место должно быть оснащено первичными средствами пожаротушения.

10.3.2 Перед пуском в работу перегонного оборудования во избежание взрыва необходимо демонтировать заглушки установленные на воздушниках.

10.3.3 Не допускается перегиб гибких шлангов подвода-отвода охлаждающей теплофикационной воды и отвода продукта.

10.3.4 При внезапном отключении подачи охлаждающей теплофикационной воды, следует немедленно остановить процесс перегонки.

10.3.5 Перед демонтажем оборудования после остановки процесса, следует убедиться, что температура перегоняемой жидкости и стенок оборудования не превышает 45°C.

10.4 Операции связанные с работой оборудования под вакуумом

10.4.1 Не допускается использовать оборудование под вакуумом, не предназначенное для нагружения внешним атмосферным давлением (тонкостенные сосуды).

10.4.2 Используемое под вакуумом оборудование должно быть защищено от случайного опрокидывания и ударов и размещено за защитным экраном или кожухом, препятствующем разлету осколков при взрыве.

10.4.3. Во избежание обратного тока водопроводной воды в вакуумируемую емкость, запрещается использовать водоструйный насос, не снабженный обратным клапаном.

10.5 Операции связанные с приготовлением готовой продукции

10.5.1 При работе на заключительных стадиях приготовления готовой продукции следует соблюдать особую чистоту, не допускать попадание посторонних примесей, веществ и предметов в готовую продукцию.

10.5.2 Не следует добавлять в рецептуру ликероводочной продукции пищевых добавок и растений с неизвестным воздействием на организм человека.

11 Спецификация основного технологического оборудования и технические устройства

Наименование оборудования	Марка и техническая характеристика	Кол-во
<u>Перегонка</u>		
Колба плоскодонная	П-1-6000-45/40	1
Переход	П1-45-29 ТС	1
Насадка Вюрца	Н1-29/32-14/23-14/23	1
Термометр	СП-2П, 0...+100/60 С°	1
Холодильник	ХШ-1-400-29-14	1
Алонж	АИ-29/32-75 ТС	1
Колба коническая	КН-1-100-29/32	1
Колба коническая	КН-1-2000-29/32	1
Цилиндр	1-50-2 с носиком	2
Ареометр	АОН-1	набор из 19 шт.
Стакан лабораторный	В-1-250	1
Пробка	ПМ1 КШ 29/32	2
<u>Ректификация</u>		
Колбонагреватель	2000 мл. Мощность – W=1000 Вт. с регулировкой мощности.	1
Колба круглодонная четырехгорлая	КГП-4-2000-29/32-29/32-14/23-14/23	1
Термометр	ТР-2 №3, (+75 +85) точн изм.	1
Термометр	ТЛ-50 №9, 0...+100/80 14/23	1
Термометр	ТПК-М 3П, 0...+100/163 С°	1
Дефлегматор	500-19/26-29/32	1
Спирально-призматическая насадка	2×2 мм, проволока Ø0,2 мм из стали AISI 304 (отечественный аналог – сталь 08Х18Н10Т)	0,2 л
Переход	П1-219-29 ТС	1
Насадка Кляйзена	Н2-29/32-14/23	1
Холодильник	ХШ-1-200-19-14	1
Холодильник	ХПТ-1-200-14-14	1
Алонж	АИ-19/26-60 ТС	1
Колба коническая	КН-1-100-29/32	1
Колба коническая	КН-1-2000-29/32	1
Цилиндр	1-50-2 с носиком	2
Цилиндр	1-100-2 с носиком	1
Цилиндр	1-250-2 с носиком	1
Ареометр	АОН-1	набор из 19 шт.
Ареометр для спирта	АСП-1 90-100	1

Наименование оборудование	Марка и техническая характеристика	Кол-во
Пробка	ПП1 КШ 29/32	1
Пробка	ПМ1 КШ 29/32	2
Штатив лабораторный	В комплекте с лапками	2
<u>Очистка</u>		
Весы лабораторные аптечные	ВА-4М с набором гирь	1
Насос водоструйный	В комплекте с обратным клапаном и трехходовым краном	1
Колба Бунзена	1-2000 мл с тубусом	1
Воронка Бюхнера	№4 500 мл Ø120 мм	1
Фильтр обеззоленный	Ø11 см красная лента	2
Фильтр обеззоленный	Ø11 см синяя лента	2
Цилиндр	1-50-2 с носиком	2
Стакан лабораторный	В-1-100	3
Ареометр	АОН-1	набор из 19 шт.
Колба коническая	КН-1-2000-29/32	2
Фильтр угольный	-	1