

УДК 663.26

К.А. КОВАЛЕВСЬКИЙ, М.І. ВАЛЬКО,
Т.О. КУЗЬМИНА, О.І. МАМАЙ, О.Д. ШАНИН
Херсонський національний технічний університет

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛОДОВИХ, КОНЬЯЧНИХ СПИРТІВ ТА СПИРТУ-РЕКТИФІКАТУ

Описана конструкція і принцип дії апаратів для переробки виноматеріалів із винограду і плодів, а також відходів виноробства та інших продуктів бродіння на спирт. Запропонована удосконалена перегінна установка, що працює під вакуумом, для отримання високоякісних спиртів. Наведені результати лабораторних і виробничих випробувань.

Ключові слова: виноматеріали, плоди, відходи, продукти бродіння, перегінна установка, вакуум, коньячні спирти, спирт-ректифікат.

К.А. КОВАЛЕВСКИЙ, Н.И. ВАЛЬКО,
Т.О. КУЗЬМИНА, О.И. МАМАЙ, А.Д. ШАНИН
Херсонский национальный технический университет

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОВЫХ, КОНЬЯЧНЫХ СПИРТОВ И СПИРТА-РЕКТИФИКАТА

Описана конструкция и принцип действия аппаратов для переработки виноматериалов из винограда и плодов, а также отходов виноделия и других продуктов брожения в спирт. Предложена усовершенствованная перегонная установка, работающая под вакуумом, для получения высококачественных спиртов. Приведены результаты лабораторных и производственных испытаний.

Ключевые слова: виноматериалы, плоды, отходы, продукты брожения, перегонная установка, вакуум, коньячные спирты, спирт-ректификат.

К.А. KOVALEVSKY, M.I. VALKO,
T.O. KUZMINA, O.I. MAMAI, A.D. SHANIN
Kherson National Technical University

EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF FRUIT, COGNAC SPIRITUS AND RECTIFIED SPIRIT

The article describes the structure and operation principle of apparatuses for processing wine grapes and fruit, as well as wine and other waste products of fermentation into alcohol. An improved distillation unit operating under vacuum, to produce high quality alcohols. The results of laboratory and field tests.

Keywords: wine materials, fruit, waste, products of fermentation, distillation apparatus, vacuum cognac spirits, alcohol rectified.

Постановка проблеми

Коньячні спирти отримують з білих виноматеріалів шляхом їх дистиляції на перегінних установках. До складу спирту в коньячному виробництві пред'являються певні вимоги, тому технологія його отримання повинна бути орієнтована на можливе виключення ректифікації (складної перегонки). Спирт повинен бути отриманий простою перегонкою і простою дефлегмацією.

Однак, сучасні технології отримання коньячних спиртів, а також спирту з вторинних ресурсів виноробства, передбачають використання ректифікаційних колон. У зв'язку з вищевикладеним, доцільна розробка нового обладнання, що дозволяє отримувати високоякісні дистиляти, а також ректифікований етиловий спирт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відома ціла низка апаратів і установок безперервної й періодичної дії для одержання коньячного спирту [1,3,7,8], але всі вони складні у виготовленні й експлуатації, призначені для спеціалізованих підприємств великої продуктивності, складні для монтажу на малих підприємствах і фермерських господарствах, що вирощують виноград, плоди і ягоди. Вирощена продукція не вся може бути реалізована, залишки якої необхідно переробляти на місці. Крім цього при переробці плодів і ягід на соки і вино залишаються відходи і некондиційна сировина, які зброджують.

При переробці виноградної вичавки, вітамінних автолізатів з винних дріжджів первинні продукти мають в своєму складі спирт. Для його уловлювання при використанні установок [1,2], відомих у виноробстві, мають місце великі втрати продуктів.

Для переробки коньячних виноматеріалів і вторинних ресурсів виноробства проводилися наукові дослідження з метою розробки перегінної установки для вилучення спирту з продуктів бродіння. Були проведені досліді на чеській вакуум-перегінній установці фірми Simax [3] виконаної зі скла. Дана установка показала хороші результати, проте є лабораторною моделлю і використовувати її у виробництві нерационально.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи було розробити просту конструкцію апарата для перегонки і ректифікації коньячних виноматеріалів і вторинної сировини на малих підприємствах, інших продуктів бродіння, а також розробка та удосконалення вакуум-перегінної установки для забезпечення промислового виробництва високоякісних коньячних спиртів, а також спирту етилового з вторинних ресурсів виноробства та інших продуктів бродіння.

Викладення основного матеріалу дослідження

На основі виробничого досвіду експлуатації перегінних установок для отримання спирту-сирцю, коньячного і плодового спирту із виноматеріалів та відходів виноробної промисловості, проведено експериментальні і дослідні роботи. З врахуванням нормативних матеріалів [2,4,9,10] був розроблений новий перегінний апарат для малих і середніх підприємств та фермерських господарств [5,6].

В основу наукових розробок було покладено завдання створити пристрої для одержання коньячних і плодових спиртів з виноматеріалів і відходів виноробної промисловості, придатних для виробництва міцних напоїв. Такий пристрій містить перегінний куб зі змійовиком, з'єднаним із джерелом пари, встановлені у верхній частині перегінного куба, зміцнювальну колону, дефлегматор і холодильник. Шляхом удосконалення конструкції вузлів і їхнього взаємного розташування пропонується забезпечити інтенсифікацію процесу ректифікації й тим самим підвищити якість спирту, знизити металоемність пристрою та енергоемність.

Поставлене завдання вирішується тим, що в пристрої періодичної дії для одержання спирту-сирцю, зміцнювальна колона, дефлегматор і холодильник виконані у вигляді єдиного блоку. Дефлегматор встановлений таким чином, що 60-70% тарілок зміцнювальної колони розміщені в охолоджувальній зоні дефлегматора. Джерело пари виконано у вигляді парогенератора, що входить у єдиний блок з перегінним кубом.

Проведені випробування на малій моделі апарата, показали її працездатність і належну якість спирту-сирцю, отриманого з дріжджових осадів і виноматеріалів. На основі проведених експериментальних робіт, виконаних на кафедрі харчових технологій ХНТУ було сконструйовано і виготовлено три промислових установки.

Установка складається з таких основних частин (рис.1): перегінного куба, зміцнювальної (ректифікаційної) колони, на якій змонтовані в одному блоці дефлегматор і холодильник.

Перегінний куб 1 виконаний у вигляді циліндричного резервуару з конічними днищем і кришкою. У середині куба 1 змонтовано змійовик 2 і барботер 3. У центрі днища куба встановлений випускний кран 4. На циліндричній частині куба зверху встановлений люк-лаз 5. Змійовик 2 і барботер 3 з'єднані з паровими колекторами вентилями 6 і 7 відповідно з джерелами (трубопроводами) пари різного тиску. Знизу змійовик 2 з'єднаний вентиляем 8 з пристроєм для відведення конденсату. З кубом 1 через кран 4 з'єднаний насос відкачки барди 9. Верхній паровий простір куба 1 з'єднано з гідрозатвором 10. Під кришкою куба встановлений ковпак 11, що виконує роль сепаратора для відділення від водно-спиртових парів твердих часток і піни, які можуть бути закинуті при бурхливому кипінні рідини, що переганяють. Колона 12 з кубом 1 з'єднана за допомогою фланцевого з'єднання, встановленого в центрі конічної кришки.

У колоні 12, що представляє собою циліндричну трубу, встановлені вихрові тарілки 13, змонтовані на стрижні 14, що кріпиться до кришки 15 колони.

На колоні 12 жорстко встановлений дефлегматор 16, який представляє собою циліндричний корпус з кільцевими кришками. У просторі, утвореним колоною 12 і корпусом дефлегматора 16, змонтована впускна труба 17 і зливальна трубка 18. Впускна труба 17 з'єднує верхню частину холодильника 19 з нижньою частиною дефлегматора 16. Зливальна трубка 18 виводить воду з верхньої частини дефлегматора назовні.

Холодильник 19 виконано у вигляді циліндричного корпусу, який кільцевим днищем жорстко закріплений до корпусу дефлегматора 16. У просторі кільцевого перетину між корпусами холодильника 19 і дефлегматора 16 встановлений змійовик 20, зверху з'єднаний з колоною 12, а знизу зливальною трубою 22 – зі спиртовим ліхтарем 23. Знизу до корпусу холодильника приєднаний штуцер 21 з вентиляем подачі води, а зверху на корпусі встановлений штуцер 24 переливу води. На зливальній трубці 18 дефлегматора 16 встановлений вентиль 25 регулювання роботи дефлегматора. Переливний штуцер 24 і зливальна труба 18 з'єднані з резервуаром-накопичувачем бражки (виноматеріалу) 26, у якому встановлений змійовик 27. Резервуар-накопичувач 26 трубою 28 і краном 29 з'єднаний з кубом 1. Він

призначений для попереднього підігріву бражки перед подачею її в куб з одночасним використанням тепла води, що виходить з холодильника і дефлегматора.

У куб 1 через кран 29 і трубу 28 заливають бражку з резервуара-накопичувача 26. Куб заповнюють 75% його об'єму. Після цього кран 29 закривають. Куб герметично закривають, гідрозатвор 10 заповнюють водою. Через вентиль 7 подають пару на барботер 3, через вентиль 6 пару подають у змійовик 2 куба 1. Вентилем 8 з пристроєм для відведення конденсату з'єднують нижню частину змійовика з лінією конденсату.

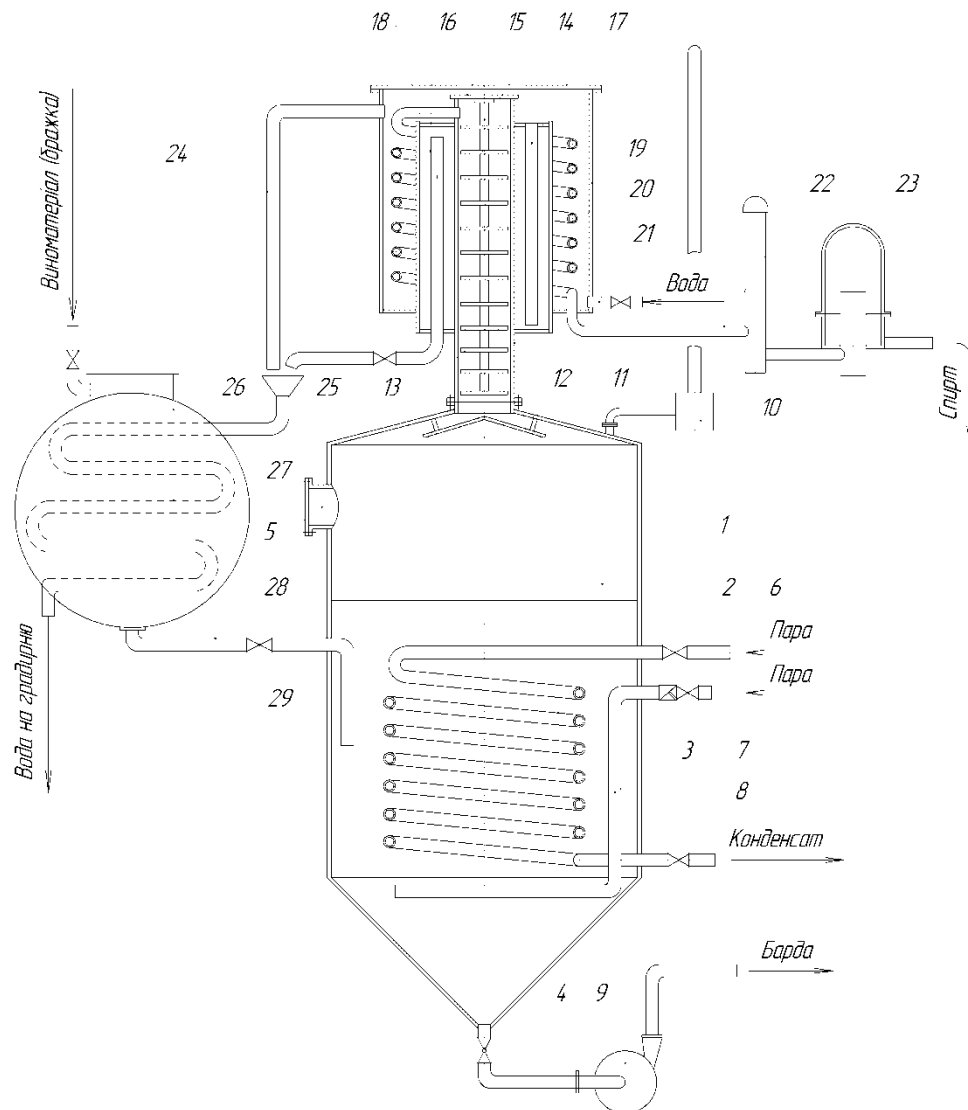


Рис. 1. Перегінна установка для одержання спирту-сирцю, коньячних і плодкових спиртів:
 1 – куб апарата; 2 – змійовик; 3 – барботер; 4 – кран; 5 – люк; 6 – вентиль подачі пари у змійовик; 7 – вентиль зі зворотним клапаном подачі пари у барботер; 8 – вентиль відведення конденсату; 9 – насос для барди; 10 – гідралічний запобіжний клапан; 11 – ковпак для гасіння піни; 12 – перегінна колена; 13 – тарілка вихрова; 14 – стержень; 15 – кришка колони; 16 – дефлегматор; 17 – трубка впуску води дефлегматора; 18 – труба зливу води з дефлегматора; 19 – холодильник; 20 – змійовик; 21 – штуцер подачі води у холодильник; 22 – труба зливу спирту; 23 – ліхтар спирту; 24 – труба переливу води; 25 – вентиль подачі води у холодильник; 26 – резервуар накопичення і підігріву бражки (виноматеріалу); 27 – змійовик підігріву бражки; 28 – труба зливу бражки у куб; 29 – кран прохідний.

Після того, як бражка почне кипіти, подачу пари через барботер 3 вентилем 7 припиняють. При цьому заповнюють водою холодильник 19 через штуцер 21. При відкритому крані 25 зливної трубки 18 дефлегматора 16 відкривають подачу води в холодильник 19 через штуцер з вентилем 21. Вода, заповнивши об'єм холодильника до рівня отвору зливного патрубку 17 дефлегматора 16, заповнює останній і починає зливатися через вентиль 25. Вентиль 25 закривають і при початку зливу

води через зливальний штуцер 24 холодильника подачу води припиняють, перекривши її надходження вентилем штуцера 21.

Після того, як матеріал, що переганяють, (вино, бражка, спирт) закипить у кубі, водно-спиртові пари витиснуть повітря з колони, що виходить через змійовик 20 і патрубок зливу спирту 22 у спиртовий ліхтар 23. Після прогріву колони 12 і води в дефлегматорі включають подачу води в холодильник через штуцер із краном 21, відкривши повністю вентиль 25 зливального штуцера дефлегматора 18. Подачу води регулюють так, щоб усі спиртові пари затримувалися в колоні, конденсуючись повністю у дефлегматорі і зливалися по тарілках 13 колони 12. При цьому флегма (сконденсовані водно-спиртові пари) зливаючись вниз по тарілках, буде зміцнювати пари, що піднімаються з куба. По висоті колони на тарілках будуть розташовані фракції спиртів з різною температурою кипіння. Самою верхньою буде фракція ефірів і альдегідів.

Після невеликої витримки (15-20 хв.), тобто роботи апарата в режимі повної конденсації парів у дефлегматорі, на верхніх тарілках сконцентруються водно-спиртові суміші. Для того, щоб пара почала надходити в змійовик 20 холодильника 19 вентилем 25 перекривають вільний вихід води з дефлегматора і регулюють його потік так, щоб температура стінок дефлегматора підвищилася. При цьому починають відбір ефіроальдегідної головної фракції спирту в окрему ємкість. Кількість ефіроальдегідної фракції складає 2-4% від вмісту абсолютного алкоголю, що надійшов у куб.

Після відбору ефіроальдегідної фракції приступають до відбору середньої основної фракції. Для зміцнення основної фракції після відбору головної роблять також невелику затримку (5-10 хв), тобто через дефлегматор пропускають таку кількість води, щоб усі пари спирту конденсувалися в дефлегматорі без виходу їх у холодильник. Цим буде підвищена міцність. Після затримки поступово підвищують температуру в дефлегматорі і спиртові пари будуть проходити в змійовик холодильника. Підтримуючи стабільно температуру за допомогою вентиля 25, домагаються одержання необхідної міцності при інтенсивному кипінні суміші в кубі. З падінням міцності суміші в кубі почне падати і міцність спирту, що виходить через зливальний штуцер спирту 22 холодильника в спиртовий ліхтар 23, тому для підтримки міцності спирту у визначених межах необхідно знизити інтенсивність кипіння в кубі і регулювати температуру вентилем 25. Відбір основної фракції ведуть до початку різкого зниження міцності спирту нижче 60-40% об. і відбору 80-85% спирту від його вмісту в кубі перед перегонкою. Візуально при закінченні перегонки середньої основної фракції прозорість спирту почне знижуватися і з'явиться запах не властивий чистому спирту. Відбір середньої фракції припиняють.

Після відбору основної фракції спирту приступають до відбору хвостових фракцій, що відганяють до міцності 2-5%. Кількість хвостових фракцій складає 10-17% від вмісту абсолютного спирту в кубі до початку перегонки. Головні фракції спирту (ефіроальдегідні) використовуються як технічний спирт або при великому накопиченні можуть бути передані для ректифікації.

Хвостові фракції спирту повторно переганяють разом з черговими партіями бражки чи виноматеріалу.

Для підвищення якості спирту після першої перегонки роблять повторну з фракційним відбором способом, зазначеним вище. При цьому хвостові фракції після повторної перегонки бажано використовувати тільки при первинній перегонці.

Для одержання спирту підвищеної якості (ректифікованого) установку обладнують додатковою ректифікаційною колоною, що вставляється між кубом і колоною 12.

При роботі промислових установок проводились дослідні роботи по визначенню ефективності їх роботи і якості отриманого спирту. Отримані данні на промисловій установці і на малому перегінному апараті показані в табл. 1 і 2 в порівнянні з відомим апаратом одинарної сгонки ПУ-500 [5, 6], та нормативним матеріалам [7, 8].

По даним аналізів можна відзначити, що зразки спирту, які отримані на запропонованому апараті, мають більше фурфуролу, терпенових спиртів і етилкаприлату, тобто характеризуються кращими показниками складу, порівняно з відомими даними відомих апаратів (табл. 1).

Леткі компоненти коньячного спирту визначали на газовому хроматографі „Кристалл-Люкс”. Вміст етилового спирту визначали ареометричним методом [11], вміст заліза – колориметричним методом по ГОСТ 13195-73, міді – по ГОСТ 26931-86.

Таблиця 1

Хімічний склад коньячних спиртів, одержаних на різних апаратах

Показники	ПУ-500 (дані з літературних джерел)	Запропонований апарат (дані отримані при випробуванні)
1	2	3
Вміст альдегідів, мг/100мл безводного спирту	12,9	13,6

Продовження таблиці 1

1	2	3
Вміст складних ефірів, мг/100мл безводного спирту	89,2	78,4
Вищі спирти, мг/100мл безводного спирту	332	313
Вміст летких кислот, мг/100мл безводного спирту	15,7	13,6
Фурфурол, мг/100мл безводного спирту	0,32	0,47
Ліналоол, мг/100мл безводного спирту	0,01	0,03
α -терпеніол, мг/100мл безводного спирту	0,04	0,07
Фарнезол, мг/100мл безводного спирту	0,06	0,08
Етилкаприлат, мг/100мл безводного спирту	1,92	2,46
Масляна кислота, мг/100мл безводного спирту	0,33	0,31
Метиловий спирт, % об.	0,06	0,05
Залізо, мг/дм ³	0,18	0,21
Мідь, мг/дм ³	0,36	0,42

З метою підвищення якості спиртів та зниження витрат на перегонку, співробітниками Херсонського національного технічного університету була спроектована вакуум-перегінна установка, що була випробувана в науковій лабораторії і в радгоспі-заводі «Янтарний» (м.Херсон). За основу установки прийнятий апарат для коньячних і плодкових спиртів одинарної сгонки, конструкція якого описана вище (рис.1).

В основу пропонованої конструкції прийнято: створення пристрою установки для коньячного і плодового спирту зі зниженням на 10-15% її металоємності, зниження на 15-20% витрат на виробництво спирту та поліпшення його якості за рахунок раціонального суміщення куба апарату з теплогенератором, поліпшення конструкції спиртоприймального пристрою.

Виконання суміщеної конструкції куба з теплогенератором і його конструкція у вигляді сорочки з нагрівальним елементом і додатковою поверхнею теплообміну у вигляді вертикальної труби, з'єднаної з верхньою та нижньою порожнинами теплогенератора, сприяє зниженню металоємності, оскільки відпадає необхідність в паропроводах і окремих джерелах утворення пари, зниження втрат тепла. Так як теплоносієм в пропонованому пристрої є вода, то при нагріві бражки не відбувається перегрів останньої і знижується можливість утворення компонентів, що погіршують якість спирту. Простота конструкції пристрою підвищує можливість її виконання у вигляді моделей різної продуктивності.

Виконання перегінної установки з використанням вакууму дасть можливість отримання спирту більш високої якості за рахунок зниження температури теплоносія і знизити втрати при виробництві коньячних спиртів та продуктів переробки вторинних ресурсів виноробства.

Таблиця 2

Вихід і якість спирту з продуктів виноробного виробництва

Вихідна сировина	Об'єм, дм ³	Головна фракція, дм ³ /% об.	Середня фракція, дм ³ /% об.	Хвостова фракція, дм ³ /% об.	Дегустацій на оцінка, бал.	Вихід спирту з наявності в сировині, %
Сухий виноматеріал, з суміші сортів винограду, міцністю 10% об.	45,0	0,1/89,2	4,5/88,0	4,9/5,5	8,0	96,6
Зброджені суслові осади, міцністю 8% об.	40,0	0,07/88,7	3,1/87,9	3,5/7,6	7,9	95,4
Яблучний дифузійний сік міцністю 7% об.	50,0	0,08/88,9	3,5/87,6	3,8/6,1	7,8	96,1

Висновки

Випробування нової конструкції перегінної установки і вакуум-перегінної установки на лабораторній моделі і малій моделі радгоспу-заводу «Янтарний» (м.Херсон) показали хороші результати за якістю і виходу спирту (див. табл. 2). Рекомендується впровадження даної установки у виробництво, для використання на малих підприємствах при отриманні спирту з відходів виноробства і від переробки плодово-ягідної сировини.

Нова конструкція колони, дефлегматора і холодильника, що являють собою єдиний блок, спрощує конструкцію, знижує габаритні розміри і металоємність апаратів. У той же час простий спосіб регулювання перегонки дає можливість одержання спирту високої якості і підвищеної міцності за одну перегонку.

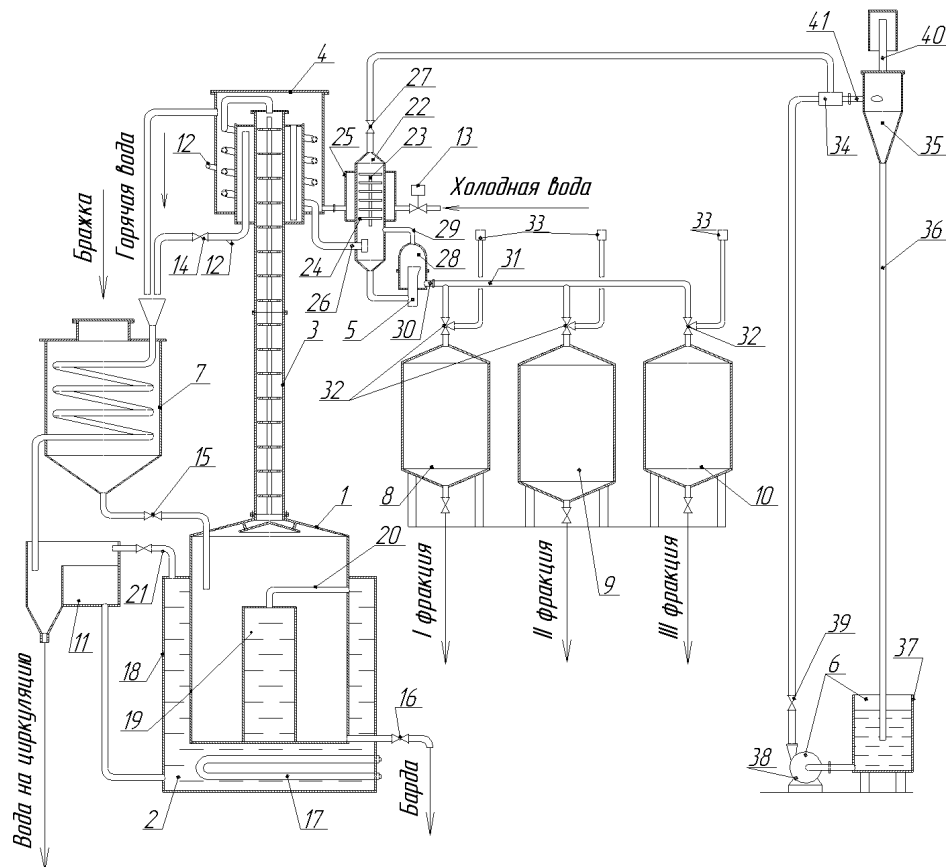


Рис. 2 Апаратурно-технологічна схема вакуум-перегінної установки:

1 - перегінний куб; 2 - теплогенератор; 3 - колона ректифікації; 4 - блок дефлегматора і холодильника; 5 - спиртоприймальний пристрій; 6 - вакуумна установка; 7 - підігрівач бражки (виноматеріалу); 8 - збірник головної фракції; 9 - збірник другої (основної) фракції; 10 - збірник третьої (хвостової) фракції; 11 - розширювальний бачок; 12 - датчики температури; 13,14 - крани автоматичної системи подачі води; 15 - кран подачі бражки в куб; 16 - вентиль випуску бражки; 17 - ТЕН теплогенератора (нагрівальний елемент); 18 - теплообмінна сорочка; 19 - вертикальна труба; 20 - труба циркуляції; 21 - повітряна труба; 22 - газовідділювачами; 23 - колона спиртоприймального пристрою; 24 - вихрові тарілки; 25 - теплообмінна сорочка; 26 - штуцер введення спирту; 27 - штуцер з'єднання з вакуумною установкою; 28 - спиртової ліхтар; 29 - штуцер з'єднання ліхтаря з вакуумом; 30 - штуцер з'єднання ліхтаря з колектором розподілу відгонів; 31 - колектор-розподільник; 32 - триходові крани; 33- воздушники; 34 - ежектор; 35 - газовідділювачі; 36 - зливна труба; 37 - збірник барометричної води; 38 - відцентровий насос; 39 - труба подачі води на ежектор; 40 - труба відводу газів; 41 - штуцер введення струменя ежектора в газовідділювачами.

Список використаної літератури

1. Аношин И.М., Мержаниан А.А. Физические процессы виноделия. – М.: «Пищевая промышленность», 1978. – С. 268-301.
2. Аношин И.М., Курносоев А.Г., Аванесьянц Р.В., Джуриная Т.Ф., Ковалевский К.А. Непрерывно действующий брагоперегонный аппарат с вихревым паровым потоком. – Виноделие и виноградарство СССР, №8, 1970, с. 45.
3. Виноградов В.А. Оборудование винодельческих заводов. Т. II. – Симферополь, 2003. – 353 с. (С. 102-125).
4. Технологические правила виноделия. у II томах. Под редак. Г.Г. Валуйко и В.А. Загаруйко. Т. II. – Симферополь: «Таврида», 2003. – С. 93-136.
5. Ковалевский К.А., Глухов П.В., Челидзе Т.Н. Установка для получения спирта-сырца. – Патент Грузинской республики №575 С 12 G3/12 28.04.93.
6. Ковалевський К.А., Глухов П.В., Челидзе Т.Н. Апарат для одержання коньячних та плодкових спиртів. - Патент України № 28148 А 16.10.2000.
7. Малтабар В.М., Фергман Г.И. Технология коньяка.– М.: Пищевая промышленность, 1971.– 344 с.
8. Мартыненко Э.В. Технология коньяка. – Симферополь, «Таврида», 2003. – 320 с. (С. 77–103)
9. Справочник по виноделию. под. ред. Валуйко Г.Г. и Косюры В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2006. – 624 с. (С. 184-187).
10. Ломидзе Т.В., Лахши А.Д., Маслов В.А.. Совершенствование технологии получения коньячного спирта на аппаратах периодического действия // Виноделие и виноградарство СССР. – 1984,- №8. – С. 12-15.
11. Методы теххимического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002. – 259 с.