МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Механіко-технологічний факультет

Кафедра ОПХВ імені професора Ф.Ю. Ялпачика

ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ХАРЧОВОЇ І ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

Методичні вказівки до практичної роботи на тему:

"Дослідження процесу насичення води вуглекислим газом на абсорбційній установці"

для здобувачів ступеня вищої освіти "Доктор філософії"
механіко-технологічного факультету
спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
ОНП "Галузеве машинобудування"

м. Мелітополь - 2021

ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ХАРЧОВОЇ І ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ. Методичні вказівки до практичної роботи на тему: **"Дослідження процесу насичення води вуглекислим газом на абсорбційній установці"** для здобувачів ступеня вищої освіти «Доктор філософії» механіко-технологічного факультету зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» - Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2021. – 26 с.

Розробники Самойчук К.О., д.т.н., проф.
Бойко В.С., к.т.н., доцент

Рецензент: Мілько Д.О., д.т.н., професор кафедри машиновикористання в землеробстві

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри ОПХВ імені професора Ф.Ю. Ялпачика

Протокол № 1 від 27 серпня 2021 року.

Затверджено методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 10 від 31 серпня 2021 року.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАСИЧЕННЯ ВОДИ ВУГЛЕКИСЛИМ ГАЗОМ НА АБСОРБЦІЙНІЙ УСТАНОВЦІ

Мета роботи: Визначити основні параметри і ступінь їх впливу на процес насичення води вуглекислим газом на експериментальної абсорбційної установці для газування напоїв.

Час виконання роботи 4 год.

1 Порядок виконання роботи

- розглянути будову та принцип дії експериментальної установки для газування напоїв;
- розрахувати основні параметри процесу насичення води вуглекислим газом;
- провести експериментальні дослідження процесу абсорбції вуглекислого газу в воду;
- обробити статистично результати експерименту;
- побудувати графіки основних залежностей параметрів процесу;
- сформулювати висновки за результатами роботи.

2 Завдання для самопідготовки

У процесі підготовки до заняття студент повинен:

- повторити:

1) основні загальні питання процесу абсорбції, теоретичні основи процесів насичення рідин газом;

2) основні способи і машини які застосовуються для приготування харчових газованих напоїв;

- знати:

1) застосування процесу абсорбції у харчовій промисловості;

2) місце абсорбційного обладнання в технологічних лініях харчових виробництв, класифікацію основних конструкцій абсорберів;

3) основні переваги та недоліки процесу абсорбції;

- вміти: проводити налаштування експериментальної установки, користуватися контрольно-вимірювальними приладами, проводити визначення аналітичних та графічних залежностей за темою досліджень.

3 Загальні відомості про насичення рідини газом

3.1 Процес абсорбції та його основні закономірності

Абсорбцією називають процес поглинання газу рідким поглиначем, у якому газ розчинний у тому або іншому ступені.

У абсорбційних процесах беруть участь дві фази – рідка і газова та відбувається перехід речовини з газової фази в рідку Таким чином, абсорбційні процеси є одним з видів процесів масопередачі.

На практиці абсорбції піддають здебільшого не окремі гази, а газові суміші, складові частини яких (одна або декілька) можуть поглинатися даним поглиначем у певних кількостях. Складові частини, що абсорбуються називають абсорбативами або просто компонентами, а складові частини, які не поглинаються – інертами.

Рідка фаза складається з поглинача (абсорбенту) і компонента, що абсорбується. У багатьох випадках поглинач являє собою розчин активного компонента, що вступає в хімічну реакцію з компонентом, що абсорбується, при цьому речовина, в якій розчинений активний компонент є розчинником.

Протікання абсорбційних процесів характеризується їх статикою і кінетикою.

Статика абсорбції, тобто рівновага між рідкою і газовою фазами, визначає стан, який встановлюється при досить тривалому контакті фаз. Рівновага між фазами визначається термодинамічними властивостями компонента та поглинача і залежить від складу однієї з фаз, температури та тиску.

Кінетика абсорбції, тобто швидкість процесу масообміну, визначається рушійною силою процесу (тобто ступенем відхилення системи від рівноважного стану), властивостями поглинача, компонентів і інертного газу, а також способом контактування фаз (будовою абсорбційного апарата і гідродинамічним режимом його роботи).

У абсорбційних апаратах рушійна сила, як правило, змінюється по їх довжині і залежить від характеру взаємного руху фаз (пряма те-

чія, протитечія, перехресні струмені і т. д.). При цьому можливе здійснення безперервного або ступеневого контакту.

У абсорбера з безперервним контактом характер руху фаз не змінюється по довжині апарата і зміна рушійної сили відбувається безперервно. Абсорбери зі ступінчастим контактом складаються з кількох ступенів.

Розрізняють хімічну абсорбцію і фізичну.

При фізичній абсорбції розчинення газу у воді не супроводжується хімічною реакцією (або, принаймні, ця реакція не робить помітного впливу на процес).

У даному випадку над розчином існує більш-менш значний рівноважний тиск компонента і поглинача, у останнього відбувається лише до тих пір, поки його парціальний тиск в газовій фазі вищий за рівноважний тиск над розчином. Повний витяг компонента з газу при цьому можливий тільки при протитоку і подавання до абсорбера чистого поглинача, який не містить інших компонентів.

При хімічній абсорбції компонент, що абсорбується зв'язується в рідкій фазі у вигляді хімічної сполуки. При незворотній реакції рівноважний тиск компонента над розчином мізерно малий і можливе повне його поглинання. При оборотній реакції над розчином існує помітний тиск компонента, хоча і менший, ніж при фізичній абсорбції.

3.2 Вимоги, що пред'являються до питної води

Для отримання якісної мінеральної газованої води треба щоб вода відповідала наступним фізико-хімічні властивостям:

Колір. Забарвлення води може вказувати на характер порід, по яких вона рухається. Чиста питна вода не повинна мати забарвлення.

Прозорість. Це одна з вимог, яка висувається до питної води. Згідно з нею, питна вода може містити завислі речовини в дуже незначній кількості. Оскільки всяке помутніння впливає на смакові якості, мутна вода шкідлива для здоров'я.

За ступенем прозорості воду умовно поділяють на прозору, слабо прозору, слабо каламутну, каламутну і сильно каламутну. Прозо-

рість води, яка використовується для лікувальних ванн, так само, як і колір, нормами не регламентується.

Запах. Запах води має важливе значення. Він вказує на можливе забруднення її різними речовинами органічного і мінерального походження, на більший вміст в ній заліза; запах сірководню свідчить про те, що вода піднімається з великих глибин. Питна вода не повинна мати ніякого запаху, особливо запаху гнилі, оскільки він робить її непридатною для споживання. Неприємний також болотний, рибний запах і багато інших. Ці вимоги висуваються звичайно до води, яка використовується з метою питного водоспоживання.

Смак. Смак води має велике значення для пізнання генезису підземних вод. Солонуваті або солені підземні води дають можливість говорити про їх зв'язок з соленосними відкладами або з породами, які містять підвищений вміст солей, чи показують на глибинне походження вод. Кислий смак води може вказувати на наявність у воді вільних кислот (сіркової або вугільної).

Густина, як відомо, дистильована вода при температурі 4°С має густину, рівну одиниці.

Але природна підземна вода завжди містить в собі деяку кількість мінеральних речовин, які попадають в неї з повітря разом із атмосферними опадами і в результаті розчинення і вилуговування порід, з якими вона стикається при русі в надрах земної кори. Тому її густина завжди більша за одиницю, причому чим більше в ній розчинених речовин, тим більша її густина.

Температура. Температура води має велике значення. Постійна температура підземної води вказує на те, що вода піднімається з досить великих глибин, на які не впливають зміни температури повітря за порами року; дуже низька температура підземної води характерна для областей розвитку зон багаторічних мерзлих порід; температура води, близька до температури повітря певного пункту, вказує на неглибоке її залягання від поверхні землі. Виходи на поверхню теплих або гарячих підземних вод майже завжди свідчать про походження на схожих ділянках зон розривних порушень. Нарешті, температура підземної води,

близька до температури поверхневих водотоків, вказує на тісний взаємозв'язок їх між собою і на живлення ґрунтових вод річковими.

Питна вода вважається смачною і має освіжаючі властивості, якщо її температура в межах 7...11°С, не нижча за 5°С і не вища за 15°С.

Концентрація водневих іонів (pH). Концентрація водневих іонів в підземних водах невелика, але її значення велике. Вона дозволяє визначати форми стану у воді вуглецевої, кремнієвої, сірководневої і фосфорної кислот, насиченість води слабими основами; з'ясувати умови розвитку біологічних і хімічних процесів, які відбуваються у водомістких товщах земної кори.

Концентрація водневих іонів залежить від температури води, ступеня її мінералізації, характеру розчинених в ній речовин, від співвідношення кількості вугільної кислоти та іонів НСОЗ та С023, дисоціації органічних кислот. У водах, які мають нейтральну реакцію, pH дорівнює 7, при кислій реакції pH менше 7, при лужній більше 7. За стандартну температуру при експериментальних визначеннях pH приймають 18°С, при якій нейтральна вода має pH=7,07.

Окислювально-відновлювальний потенціал (Eh) показує інтенсивність окислювальної чи відновлюваної дії системи і таким чином дає уявлення про природні умови формування підземних вод.

Для вод, які, без сумніву, мають лікувальний ефект, характерні від'ємні значенні Eh, що вказує на розвиток в них анаеробних процесів бактеріального руйнування органічної речовини, особливо процесу сульфатредукції, який обумовлює появу у воді сірководню.

Води, які характеризуються слабкими лікувальними властивостями, мають позитивне значення Eh (близько 100...300 мВ). Це вказує на те, що ці води формуються в перехідних окисно-відновних умовах.

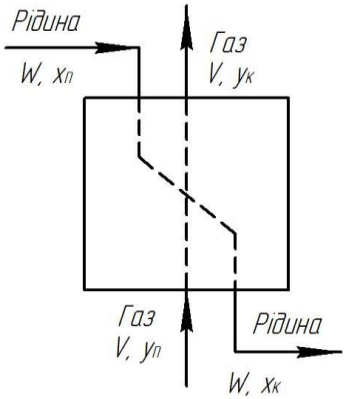
Крім того, мінеральні води характеризуються вмістом макроелементів (NaCI, $CaSO_4$, $CaCO_3$, $MgCO_3$, $FeCO_3$, глинозем, 8I02) та мікроелементів (Li+, Ba_2+, Sr_2+, Fe_2+, Fe_3+, Br-, I-, F-, As, Mn, HPO_4, HBO_2, SiO_2, Ra, Rn та ін.) хімічного складу; вмістом органічних речо-

вин (вуглеводні, феноли, бітуми, лізини, гумінові речовини, жирні кислоти та ін.), мікрофлори (бактерії), газів (CO_2, O_2, N_2, H_2S, CH_4 та ін.).

3.3 Теоретичні основи процесу абсорбції при газування води

У виробництві газованих вод абсорбція здійснюється протитечийних апаратах безперервної дії, в яких газ і рідина наводяться в тісний контакт (рисунок 1).

Інертний газ, що не поглинається (***V*** в кмоль/с), при вході в апарат містить деяку кількість компонента, який поглинається. Позначимо його концентрацію $\boldsymbol{y_n}$ (у кіломолях на 1 кмоль інертного газу).



При проходженні газової суміші через абсорбер кількість інертного газу не змінюється, а концентрація компонента, що поглинається зменшується до $\boldsymbol{y_к}$ кмоль/кмоль.

Рідкий поглинач надходить в абсорбер в кількості ***W*** кмоль/год. Вміст компонента, що поглинається в рідині: при її вході в абсорбер - $\boldsymbol{x_n}$ кмоль/кмоль чистого абсорбенту; при виході з апарату – $\boldsymbol{x_к}$.

Рисунок 1 – Схема взаємодії рідини і газу в процесі абсорбції.

На підставі закону збереження речовини можна скласти рівняння матеріального балансу абсорбційного процесу для компонента, що поглинається

$$\boldsymbol{V \cdot y_n + W \cdot x_n = V \cdot y_к + W \cdot x_к}. \qquad (1)$$

При складанні цього балансу ми нехтуємо можливими втратами при проведенні процесу.

З рівняння (1) маємо:

$$\boldsymbol{V(y_n - y_к) = W(x_к - x_n) = M}, \qquad (2)$$

де M - кількість компонента переданого з однієї фази в іншу кмоль/с.

З рівняння (2) випливає, що питома витрата абсорбенту (кмоль/кмоль)

$$m = \frac{W}{V} = \frac{y_п - y_к}{x_к - x_п}, \qquad (3)$$

де m - питома витрата абсорбенту;

W - кількість рідкого поглинача (абсорбенту), яка надходить в апарат кмоль/год.;

V - кількість газу, що не поглинається, яка проходить через апарат (кмоль/с);

$y_п$ - концентрація компонента, що поглинається, в газі на початок процесу;

$y_к$ - концентрація компонента, що поглинається, на виході з апарата;

$x_н$ - концентрація поглиненого компонента в рідини на вході в апарат;

$x_к$ - концентрація поглиненого компонента в рідині на виході з апарата.

Рівняння (2) графічно зображується прямою лінією, побудованою в координатах ***x-y***, на рисунку 2 ця лінія позначена ***AB***. Кутовий коефіцієнт цієї лінії дорівнює m тобто $tg\alpha = m$.

Лінія АВ називається робочою лінією. За допомогою цієї лінії встановлюється зв'язок між складом рідини і складом газу для будь-якого перетину апарата. Так, якщо в якомусь перерізі апарата вміст в газі компонента, що поглинається y_c, то вміст цього компонента в рідині буде складати x_c. Робоча лінія дозволяє встановити умови, за яких процес абсорбції стане можливим.

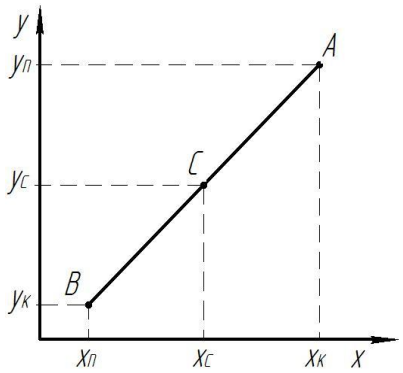


Рисунок 2 – Графік робочої лінії абсорбції

Розглянемо рівновагу газу і абсорбенту (рідини).

Застосуємо для цього правило фаз

$$S = K - f + 2, \tag{4}$$

де S - число ступенів свободи;

K - число компонентів системи;

f - число фаз системи.

У розглянутому випадку ми маємо дві фази (газ і рідина) і три компоненти (компонент, що поглинається, інертний газ і рідина). Визначальними параметрами будуть тиск, температура і концентрація. Поглинається один компонент газової суміші.

$$S = 3 - 2 + 2 = 3$$

Цими трьома ступенями свободи є склад однієї з фаз, тиск і температура. Вміст компонента в іншій фазі не може бути вибраний довільно. Він визначається трьома обраними параметрами.

Для ідеальних розчинів, в яких сили взаємодії між молекулами компонентів системи однакові, умови рівноваги визначаються законом Генрі „При постійній температурі розчинність газу в даній рідині прямо пропорційна парціальному тиску цього газу над розчином“.

$$P = E \cdot X, \tag{5}$$

де P - парціальний тиск газу, рівноважний з розчином, що має концентрацію X;

E - константа Генрі (константа газової рівноваги)

або

$$X = P/E \tag{6}$$

При розгляді виробничих апаратів (абсорберів) важливо знати кількості речовини, які передається з однієї фази в іншу за одиницю часу.

Основне рівняння масопередачі при абсорбції можна представити в наступному вигляді:

$$M = K \cdot S \cdot \Delta C \cdot \tau, \tag{7}$$

де M - маса речовини передається з газової фази в рідку, кг;

S - площа поверхні контакту фаз, м^2;

K - коефіцієнт абсорбції, визначається експериментально;

ΔC - рушійна сила (різниця концентрації або різниця тисків, Па);

τ - тривалість процесу, год.

3.4 Основи процесу виробництва газованих напоїв

Одним з основних показників, що характеризують якість газованих безалкогольних напоїв, є вміст в них двоокису вуглецю. Напої, ним насичені, мають чудовий смак та ефективно угамовують спрагу.

Двоокис вуглецю вигідно доповнює смак напоїв, підсилює виділення ароматичних речовин і, крім того, є прекрасним консервантом, пригноблюючим розвиток мікроорганізмів і рідині.

Для насичення напоїв зазвичай вживають рідкий двоокис вуглецю і проводять цю операцію в спеціальних апаратах сатураторах та установках синхронного змішування.

Міра насичення напоїв і води двоокисом вуглецю залежить від його спроможності розчинятися в компонентах напою, від температури напою, тиску, при якому проводиться процес насичення, тривалості контакту, поверхні обміну, наявності повітря у двоокисі вуглецю і воді, конструкції обладнання, яке вживається для насичення.

Вводити діоксид вуглецю в напої можна двома способами: 1) насиченням охолодженої і деаерованої води з подальшим введенням її в пляшки, залиті певною дозою купажного сиропу, і 2) насиченням суміші деаерованої води і купажного сиропу з подальшим розливом вже насиченого напою.

Температура води (або напою) в процесі насичення її двоокисом вуглецю не повинна перевищувати 6 °С. Охолоджена вода повинна проходити найбільш коротку дорогу від холодильника до сатуратора щоб уникнути нагрівання.

4 Оснащення робочого місця лабораторної роботи

Для проведення дослідження за темою заняття застосовується установка, яка дає можливість змінювати температуру води при її газуванні, схема якої показана на рисунку 3.

Працює установка за принципом холодильної машини, але її головною відмінністю є те, що у випарнику 5 встановлений резервуар з водою, у який подається вуглекислий газ і вода по трубах через зворотні клапани 9. Також у випарнику встановлена мішалка 8, яку приводить в дію електродвигун. Вона дозволяє рівномірно розподіляти газ по об'єму води.

Для зручності експлуатації з резервуару виведена, трубка рівня, за допомогою якої визначають ступень насичення резервуара водою. Також резервуар оснащений краном для газованої води.

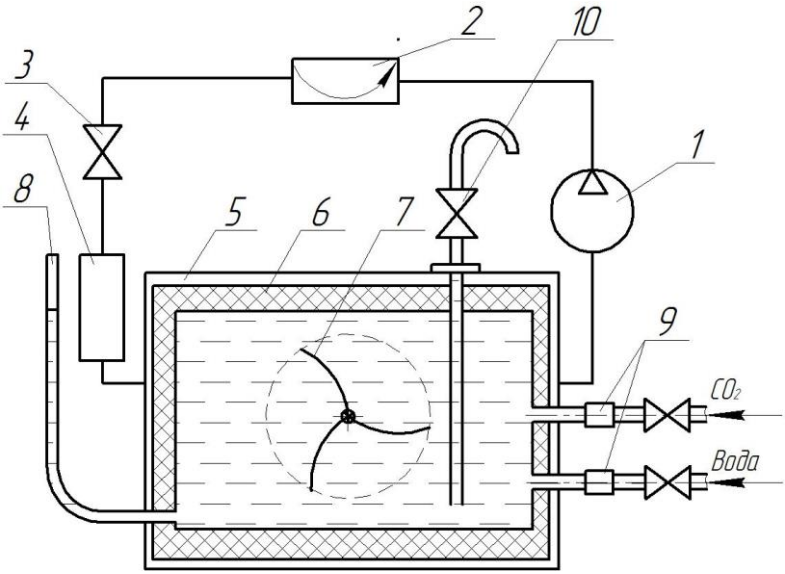


Рисунок 3 – Схема установки для газування води

1 - компресор; 2 - конденсатор; 3 - терморегулюючий вентиль; 4 - фільтр; 5 - випарник; 6 - термоізоляція; 7 - мішалка; 8 - покажчик рівня води; 9 - зворотній клапан, 10 - кран газованої води.

Для виміру тиску води в баку установки використовується манометр індукційно-трансформаторного типу з границею виміру 6 МПа.

Температура води вимірюється за допомогою універсального цифрового мультиметра марки DT838, оснащеного термопарою (рисунок 4). Електроди термопари поміщені в герметичний гнучкий кабель з мінеральною ізоляцією. Точність вимірів температури мультиметром ± 0,5 %.

Рисунок 4 – Цифровий мультиметр DT838

5 Методика експериментального дослідження

1) Відкрити кран підведення води до фільтра і заповнити його водою.

2) Відкрити вентиль випуску повітря з камери для газування.

3) Відкрити жовтий кран подачі води в камеру для газування і заповнити її до встановленого рівня. Рівень води в камері перевіряється за допомогою трубки 8 (рисунок 4). Рівень води встановлюється з таким розрахунком, щоб над поверхнею води в сатураторі утворилася газовий простір, рівний 10% об’єму сатуратора.

4) Ввімкнути холодильну установку і охолодити воду до необхідної температури $\boldsymbol{t}$ °С.

5) Закрити вентиль випуску повітря з сатуратора.

6) Ввімкнути мішалку за допомогою тумблера розташованого на панелі установки.

7) Відкрити вентиль газового балона і подавати газ до тих пір поки тиск у сатураторі не досягне 0,3...0,4 МПа. Після цього вимкнути подачу вуглекислого газу. Зафіксувати час газування $\boldsymbol{\tau}$.

8) Вимкнути мішалку через 1...2 хвилини після відключення подачі вуглекислого газу.

9) Встановити пляшку з газованою водою в пристосуванні для вимірювання тиску в газовому середовищі над напоєм (рисунок 6).

Для визначення ступеня насичення води вуглекислим газом використовується метод заснований на вимірюванні тиску в газовому середовищі над напоєм в закритій пляшці і розрахунком масової частини двоокису вуглецю CO_2 в залежності від виміряного тиску і температури напою згідно ГОСТ-6687.0.

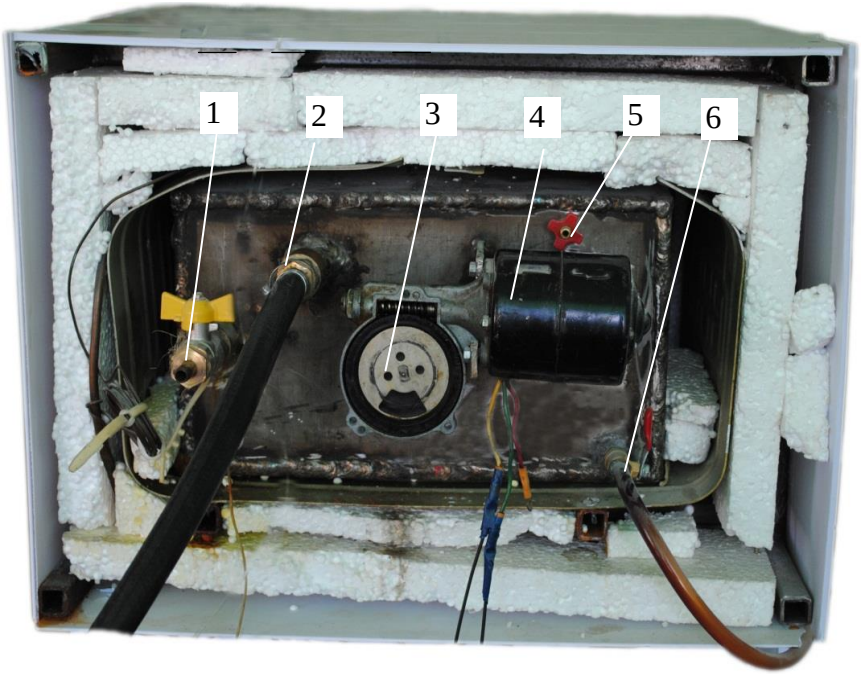
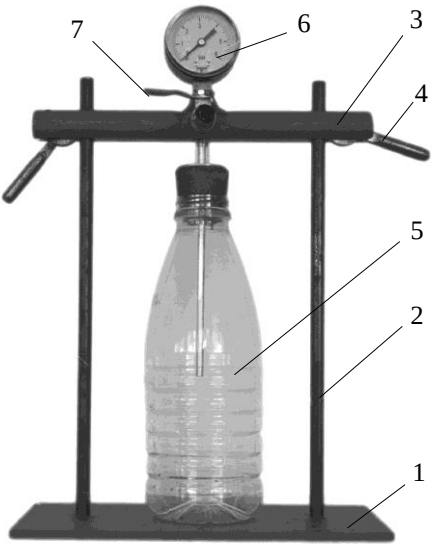


Рисунок 5 - Установка для газування води

1 - кран для подачі води; 2 - вихід підключення термопари; 3 - редуктор мішалки; 4 - електродвигун мішалки; 5 - кран випуску повітря та газу; 6 - кран для подачі газу в установку.

10) З'єднати кран для заправки пляшки газованою водою з краном подачі води з сатуратора за допомогою трубки і затискачів.

11) Відкрити краник випуску повітря з пляшки і заповнити пляшку газованою водою до певного рівня. закрити кран подачі газованої води і краник випуску повітря з пляшки.



12) Визначити тиск вуглекислого газу над газованим напоєм в пляшці за манометром пристосування.

13) Послабити натиснення траверси пристрою на пляшку і знизити тиск на манометрі до нуля. Зняти пляшку з пристрою.

14) За визначеним тиском і температурі напою визначити масову частку двоокису вуглецю в газованій воді (додаток А, таблиця А1).

Рисунок 6 – Пристосування для визначення тиску в пляшці

1 - підставка; 2 - стійка; 3 - траверса; 4 - фіксатор; 5 - пляшка; 6 - кран; 7 - манометр.

15) Експериментальні дані занести в таблицю 1.

16) Привести установку у вихідне положення, прибрати робоче місце.

Таблиця 1 – Експериментальні параметри процесу насичення води вуглекислим газом.

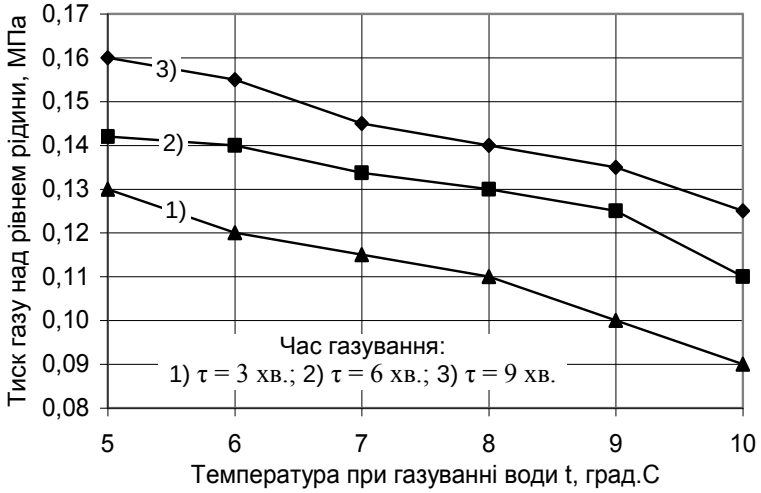
Номер досліду	Час подачі газу τ, *хв*	Температура води t, *°С*	Тиск газованої води *Па*	Масова частка двоокису вуглецю CO_2, %
1				
2				
3				
4				
5				

6 Вимоги безпеки

Під час проведення роботи додержуватись загальної інструкції з охорони праці, наведених в розділі „Загальні вимоги безпеки“.

7 Обробка результатів експерименту

1) За результатами дослідів побудувати графіки залежності тиску газу над напоєм від температури води $p = f(t)$ та часу насичення $P = f(\tau)$ (див. рисунок 7).



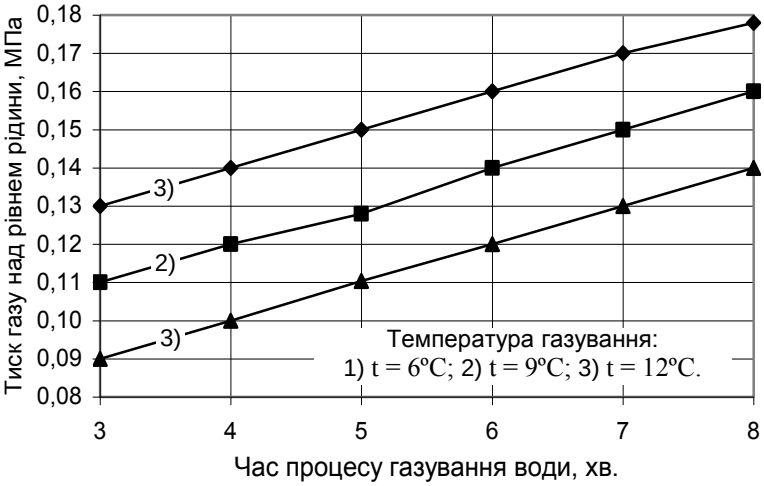


Рисунок 7 – Приклад оформлення графіків залежності тиску газу над рівнем води від температури води і часу газування

2) Провести докладний аналіз результатів досліджень.

3) Оформити звіт з роботи згідно з переліком етапів, рекомендованих у розділі „Загальні організаційно-методичні передумови“.

8 Контрольні питання

1 На якому явищі базується процес абсорбції?

2 У яких технологіях харчового виробництва використовується процес абсорбції?

3 Який процес називають процесом десорбції і як його можна використовувати у виробництві

4 Як називають газ, який розчиняється в рідкому поглиначі.

5 З яких основних елементів складається експериментальна установка для газування води?

6 Якими приладами вимірюється тиск газу і температура води при її газуванні?

7 Яким способом охолоджується вода в установці для газування?

8 Назвіть послідовність операцій при газуванні води.

9 Для чого використовують мішалку і на якій стадії процесу газування її вмикають.

10 Яким чином вимірюється тиск газу в пляшці.

9 Тестові завдання

1) Вкажіть на явище, яке описується терміном „абсорбція“

1 поглинання газу або рідини рідкою або твердою речовиною;

2 виділення газу або рідини з рідкої або твердої речовини;

3 поглинання рідкої або твердої речовини газом або рідиною.

2) Компонент (газ, пара), що абсорбується у рідині називають...

1 ...абсорбентом; 2 ...абсорбативом; 3 ...абсорбатом.

3) Як називають компонент (газ), що не поглинається рідиною при абсорбції?

1 абсорбатом; 2 інертом; 3 абсорбентом.

4) Вкажіть найбільш вірне формулювання закону В. Генрі, що пояснює принципи насищення рідини газом.

1 При постійній температурі розчинність газу в даній рідині прямо пропорційна парціальному тиску цього газу над розчином;

2 При постійній температурі розчинність газу в даній рідині зворотно пропорційна парціальному тиску цього газу над розчином;

1 При постійній температурі розчинність газу в даній рідині не залежить від парціального тиску цього газу над розчином.

5) Який вид залежності демонструє графік робочої лінії процесу абсорбції?

1 логарифмічну; 2 степеневу; 3 лінійну.

6) Яку речовину звичайно застосовують для виготовлення газованих напоїв?

1 двоокис сірки; 2 двоокис вуглецю;
3 двоокис кремнію

7) При яких значеннях тиску і температури рекомендують проводити процес газування води?

1 350...400 МПа при не менше 20...30 º С;

2 35...40 МПа при температурі не більше 22...23 º С;

3 0,35...0,4 МПа при температурі не більше 6...10 º С.

8) Яким способом в лабораторній установці проводять вимірювання температури води у процесі її газування?

1 термоелектричним (за допомогою термопари);

2 контактним (за допомогою спиртового термометра);

3 дистанційним (за допомогою пірометра);

9) Як коротко називають технологічний апарат для приготування газованих напоїв?

1 сепаратор; 2 сатуратор; 3 стерилізатор.

10) Наведіть найбільш повний і вірний перелік властивостей, що розглядаються при оцінці якості води для її газування.

1 колір, прозорість, запах, смак, густина, температура, концентрація водних іонів (pH), окислювально-відновлювальний потенціал (Eh);

2 колір, прозорість, запах, густина, температура, концентрація водних іонів (pH), окислювально-відновлювальний потенціал (Eh);

3 колір, прозорість, запах, смак, мутність, температура, концентрація водних іонів (pH), окислювально-відновлювальний потенціал (Eh)

Література

1 Мельник Б.Е. Технология переработки воды / Б.Е. Мельник. - М.: Агропромиздат, 1990. - 445 с.

2 Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производства / В.Г. Тихомиров.- М.: Колос, 1999. - 246 с.

3 Заяц Ю.А. Совершенствование технологических процессов в перерабатывающей промышленности / Ю.А. Заяц, А..Н. Прохоров, В.П. Яровой. - К.: Урожай, 1991. - 192 с.

4 Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум. За редакцією проф.. І.Ф. Малежика. К.: НУХТ, 2006. - 224 с.

5 Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий, Б.В. Васильев.- М.: Колос, 1999. - 551 с.

6 Горбатюк В.И. Процессы и аппараты пищевых производств / В.И. Горбатюк. М.: Колос. 1999, - 335 с.

7 Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств/ В.Н. Стабников, В.Д. Попов.- М.: Пищевая промышленность 1978 - 660 с.

Додаток А
(довідковий)

Таблиця А1 – Визначення масової долі двоокису вуглецю

Т, С	Тиск, МПа																
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
0	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,51	0,.54	0,57	0,60	0,03	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81
1	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,45	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81
2	0,30	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,72	0,75
3	0,29	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,51	0,53	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,73
4	0,27	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51	0,54	0,57	0,59	0,62	0,65	0,67	0,70
5	0,27	0,29	0,32	0,34	0.37	0,39	0,42	0,45	0,47	0,50	0,52	0,55	0,57	0,60	0,62	0,65	0.68
6	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,41	0,43	0,45	0,48	0,51	0,53	0,56	0,.58	0,60	0,63	0,65
7	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,40	0,49	0,51	0,54	0,5 6	o. 5 8	0.61	0.63
8		0,26	0,29	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61
9		0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59
10			0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,49	0,51	0,53	0,55
11			0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53
12				0,26	0,28	0,30	0.32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,41	0.44	0,46	0,48	0,50	0.51
13				0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50
14					0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,48
15					0,26	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,36	0,38	0,40	0,41	0,43	0,45	0,47
16					0,25	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,42	0,44	0,45
17						0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,43	0,44
18						0,25	0,27	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,40	0,41	0,43
19							0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,34	0,3.5	0,34	0,35	0,40	0,42