

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів та виробництв

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: Розроблення автоматизованої системи управління технологічним процесом виготовлення газованих напоїв

Виконали: студенти 4 курсу, групи КА-41

Спеціальність 151

“Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”

(шифр і назва спеціальності)

Кравчук М.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Явний В.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Медвідь В.Р.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Козбур І.Р.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Золотий Р.З.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль – 2022

Анотація

Дана кваліфікаційна робота на тему «Розроблення автоматизованої системи управління технологічним процесом виготовлення газованих напоїв» містить такі розділи:

– «Аналітичну частину», де проводиться опис актуальності модернізації установок та обладнань та огляд літератури в якому проведено опис базового варіанту, а також вирішення недоліків базового варіанту та їх усунення за допомогою модернізації;

– «Проектну частину», в якій наведено опис роботи модернізованого сатуратора та його системи керування, представлено розрахунок збірника на стійкість та розраховано систему керування виконавчим пристроєм на стійкість за критерієм Найквіста;

– «Спеціальну частину» в якій представлено алгоритм та програму розрахунку запобіжного клапану сатуратора.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 103 сторінки.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Аналітична частина	10
1.1 Аналіз базового варіанту сатуратора, що підлягає модернізації	10
1.2.Обґрунтування актуальності модернізації сатуратора автоматичної лінії виготовлення газованих напоїв	17
2 Проектна частина	18
2.1 Характеристика обладнання та його призначення	18
2.2 Опис принципу роботи установки	19
2.3 Контроль технологічного процесу виробництва безалкогольних напоїв	21
2.4 Контроль та регулювання продуктивності насоса-дозатора	31
2.5 Опис будови модернізованого сатуратора автоматичної лінії по виготовленню газованих солодких напоїв	34
2.6 Розрахунок на стійкість збірника насичення і змішування	39
2.7 Опис роботи системи керування модернізованим сатуратором	51
2.8 Опис пульта управління модернізованого сатуратора	53
2.9 Розробка системи керування виконавчим пристроєм та опис роботи	55
2.10 Розрахунок передаточних коефіцієнтів і постійних часу елементів силового ланцюга і датчиків регулювання	58
2.11 Основні показники роботи системи та розрахунок регуляторів ...	60
2.12 Розрахунок запобіжника електродвигуна	73
4 Спеціальна частина	76
4.1 Розробка блок-схеми роботи програми	76
4.2 Розробка програми для розрахунку запобіжного клапану	77

4.3	Опис роботи програми для розрахунку запобіжного клапану сатуратора.....	79
4.	Безпека життєдіяльності, основи хорони праці.....	81
4.1.	Залежність розмірів осередків ураження від маси продуктів вибуху, їхнього тиску, метеоумов і місцевості.....	81
4.2.	Пожежна профілактика в цеху виготовлення газованих напоїв ...	87
4.3.	Правила безпеки при експлуатації обладнання в цеху виготовлення газованих напоїв.....	93
4.4.	Гігієнічні вимоги до санітарно-побутових приміщень і пристроїв цеху виготовлення газованих напоїв	95
	Висновки.....	101
	Перелік посилань.....	102

Вступ

Сучасний стан і найближчі перспективи автоматизації технологічних процесів перш за все пов'язані із переходом від створення окремих машин і верстатів до розробки систем автоматичних машин, що охоплюють різні стадії виробничого процесу - від заготівельних до складальних, із оптимізацією технічних рішень.

Центр ваги розробок переноситься із масового на серійне виробництво з широким розвитком автоматизації допоміжних процесів, із реалізацією не тільки технологічних, але й організаційно-технологічних функцій управління.

Комплексна автоматизація базується на неперервному удосконаленні технічних засобів (від найпростіших механізмів до складних електронних схем: числового програмного керування, електронних обчислювальних машин та ін.); на широкому використанні загальних методів і засобів автоматизації на різних стадіях виробничого процесу; на застосуванні методів уніфікації.

Це значно розширює (у порівнянні із неавтоматизованим виробництвом) варіантність можливих рішень в конкретних умовах. Тому однією із рис сучасного науково-технічного прогресу є розвиток наукових основ формування інженерних рішень при проектуванні та експлуатації різних установок.

Все більше технологічних, конструктивних, компоувальних рішень повинно вибиратися не тільки з позиції забезпечення певних властивостей (кінематики чи міцності, або по конструктивним міркуванням), але в першу чергу на основі наукових досліджень і експериментів при високій кваліфікації розробників - конструкторів і технологів. Стираються грані між

проектантами та дослідниками; вміння проводити наукові дослідження стають для інженера необхідністю.

До спеціалістів по комплексній автоматизації виробництва ставляться наступні вимоги:

- вміння вирішувати проектно-конструкторські задачі на рівні автоматичних систем машин з комплексним охопленням основних технологічних і допоміжних процесів, включаючи обробку деталей, контроль і складання виробу, їх транспортування і складування, ремонт та обслуговування;

- вміння реалізувати весь процес створення нової техніки – від технічного завдання на проектування до отримання акта про впровадження;

- вміння вибрати оптимальну ступінь автоматизації та механізації проєктованих систем в кожному конкретному випадку, володіння сучасними методами техніко-економічного обґрунтування, порівняльного аналізу та оптимального вибору проектних рішень;

- володіння навиками проведення наукових досліджень, методами наукового обґрунтування технічних рішень.

Розробка локальних технологічних процесів, розрахунок і конструювання цих механізмів і пристроїв вирішуються на основі знань технології, опору матеріалів, механіки та ін., що дозволяє виконати технологічні, кінематичні, а також розрахунки на міцність.

Для вирішення задач проектування експлуатації автоматизованого технологічного обладнання, особливо систем машин, вказані критерії вже недостатні.

Більшість технологічних, конструктивних, компоновальних та експлуатаційних параметрів автоматизованих систем машин вибирають таких розділів наук про машини, як теорія продуктивності машин, теорія надійності машин, інженерна теорія економічної ефективності, теорія

автоматичного керування і регулювання, теорія структурної побудови машин-автоматів і їх систем і т.д., які в сукупності складають науково-теоретичні основи комплексної автоматизації.

1 Аналітична частина

У виробництві безалкогольних напоїв користуються трьома основними способами насичення рідини вуглекислотою, які в свою чергу зумовили і конструкції застосовуваних для цього сатураторів.

Перший спосіб - змішування всієї маси газованої води разом з вуглекислотою при проходженні їх у вигляді протилежних потоків в резервуарі сатуратора.

Другий спосіб - змішування з вуглекислотою, що розпилена в дрібні частинки води у вільному просторі сатуратора над насадкою.

Третій спосіб - комбінований, з використанням перших двох способів насичення в різних комбінаціях.

Для всіх способів застосовують деаеровану воду (звільнену від кисню). Це пов'язане з тим, щоб різні ароматичні барвники та кислоти не окислювалися. Окислення ароматичних барвників надавало б газованим напоям мильний присмак .

Сатуратор, який знаходиться в цеху безалкогольних напоїв є комбінованим, марки 35АОО.

1.1 Аналіз базового варіанту сатуратора, що підлягає модернізації

Сатуратор 35АСО призначений для безперервного насичення двоокисом вуглецю і змішування з екстрактом слідуєчим чином:

1. Деаерація води;
2. Насичення води двооксидом вуглецю;
3. Дозування екстракту в воду в потрібній пропорції;

4. Подача готового продукту - газованих напоїв під постійним тиском до розливочної машини.

Вище перелічені процеси проходять автоматично і не потребують постійного нагляду.

Обладнання може застосовуватися також тільки для насичення без дозування, наприклад для насичення газованої води.

Технічна характеристика:

Максимальна продуктивність	4500 л/год.
Відношення змішування екстракт-вода (максимальне)	1:3
Точність дозування	+1%
Максимальний тиск насичення	0,06 МПа
Габаритні розміри:	
довжина	2300мм
ширина	1500мм
висота	3250мм
Маса	1600кг

Обладнання поставляється в наступних вузлах:

1. Основа з вмонтованими збірниками, насосом, трубними з'єднаннями, вентилями і пультом керування;
2. Збірник насичення;
3. Шафа з електричною оснасткою і автоматикою;
4. Вакуумний насос;
5. Частини арматури і оснастки.

Вимоги до трубопроводу:

– обладнання повинно бути встановлено в такому місці, яке забезпечує доступ зі всіх сторін для консервації і обслуговування;

– шафа з електричною арматурою повинна бути встановлена поблизу установки і видима обслуговуючому персоналу з регулювання машини з метою візуального контролю сигналізації і показів вимірювальних приладів;

– приєднання трубопроводів води, екстракту, двоокису вуглецю повинні відповідати діаметрам представлених на кресленні.

Вимоги до води:

– вода повинна відповідати умовам питної води;

– температура води не більше ніж 15С°;

– тиск води 200-300 кПа.

Вимоги до двоокису вуглецю:

– придатний для харчових цілей;

– приведений до 10кг.

Екстракт поставляється гравітаційно з такими параметрами:

– максимальна висота 3м;

– температура на 1-2С° менше від температури води .

Технічний опис сатуратора.

Обладнання складається із наступних вузлів:

1. Основа;
2. Збірник деаерованої води;
3. Живильний трубопровід;
4. Збірник екстракту;
5. Збірник насичення і змішування ;
6. Вакуумний насос;
7. Водяний насос;
8. Насос - дозатор;

9. Водяний бак;
10. Трубопроводи;
11. Проводка CO₂;
12. Електрична мережа.

Основа

Виготовлена в виді сталюї плити, укріплена рейками, які служать для переміщення під час транспортування.

На плиті закріплено крім вакуумного насосу і електрошафа та інші вузли.

Основа має відгвинчувані ноги, які дозволяють встановити установку в горизонтальному положенні.

Вакуумний збірник води.

Вакуумний збірник води виготовлений в вигляді котельного барабану. Верхня частина виготовлена в вигляді ковпака. Всередині збірника знаходиться водяна труба разом з соплами, труба яка відводить повітря, а також два поплавкових датчика рівня води.

Дно збірника оснащено штуцерами підводу води із живильника для з'єднання з вакуумним насосом , а також відводу води до водяного насосу.

На ковпаку змонтований зворотній клапан. На кожусі збірника знаходиться оглядове вікно. Кожух теплоізолюваний. Весь збірник встановлений на трьох трубах-ногах, прикріплених до основи.

Живильний трубопровід.

Живильний трубопровід з'єднує вакуумний збірник і водяний насос з насосом-дозатором. Трубопровід має розгалуження, яке дозволяє відвести

залишок води назад в вакуумний збірник. На цьому трубопроводі змонтований вентиль для зупинки (гасіння) течії води.

Збірник екстракту.

Збірник екстракту (сиропу) виготовлений в вигляді закритого днища барабана котла. У верхньому днищі знаходиться контрольний люк який і загвинчується кришкою.

На крищі знаходиться повітрівідвідний клапан. В нижньому днищі встановлений штуцер для підводу сиропу, другий для відводу сиропу. Всередині збірника знаходиться поплавковий повітрівідвідний клапан, також поплавковий датчик рівня рідини .

Збірник насичення і змішування .

Збірник насичення і змішування виготовлений в вигляді котлового барабану. Верхня частина збірника оснащена ковпаком, з'єднаним із збірником манжетою на болтах.

Нижня частина збірника через штуцер з манжетою з'єднана з накопичувальним збірником. В манжеті змонтовані насичуючі сопла, а збоку манжети підведений штуцер вуглекислого газу. З боку накопичувального збірника підведений штуцер води від насоса-дозатора.

З боку збірника підведений штуцер трубопроводу сиропу (екстракту) (насоса-дозатора), який далі проходить по центру до верху збірника.

На колонку насичення надіті навпроти дві колонки змішування і вторинного насичення. На поверхневій колонці надіта тарілка. Дно поверхневої колонки оснащено зливним поплавковим клапаном.

На колонці насичення знаходиться-запобіжний клапан, зворотній клапан оснащений трубою яка підводить вуглекислий газ, трубопровід для відведення вуглекислого газу з насичувальними соплами, штуцер для

відводу вуглекислого газу, також шприцювальна установка промивки (полоскання).

Всередині збірника змонтовані поплавкові датчики рівня рідини. На кожусі збірника знаходиться контрольне вікно, а також штуцер для термометра, кожух теплоізоляції. Збірник встановлений на трьох ногах-трубах, прикріплених до основи.

Вакуумний насос.

Для усунення впливів шуму на всю установку, насос являється окремою одиницею яку можна змонтувати в окремому приміщенні.

Насос має свій привід від електродвигуна. Оснащений переливним збірником води для її рециркуляції, і штуцер для з'єднання еластичним трубопроводом з вакуумним збірником води.

Насос представляє собою самостійний вузол змонтований на плиті для закріплення на підлозі або підошві фундаменту.

Водяний насос.

Водяний насос з'єднаний із збірником деаерованої води а потім з живильним трубопроводом. Насос прикріплений до основи.

Насос-дозатор.

Насос-дозатор складеться із трьох поршневих головок, що приведуться в рух від електродвигуна через зубчасту передачу. Кожна головка має пристрій для настройки кроку поршня.

Дві головки з'єднані загальним колектором і сторонами всмоктування приєднані до живильного трубопроводу, а зі сторони накопичування до збірника насичення і змішування. Одна головка з'єднана зі сторони

всмоктування із збірником екстракту, а зі сторони накопичування із збірником насичення і змішування. Насос прикріплений до основи.

Транспортуючий насос.

Транспортуючий насос з'єднаний відвідними штуцерами із збірником насичення і змішування і закінчується відвідним штуцером для транспортування трубопроводом до регулюючої машини. Насос прикріплений до основи.

Трубопроводи.

Збірники та насоси з'єднані трубопроводами за допомогою різьбових муфт. На трубопроводах знаходяться вентилі для підводу води, екстракту, а також з'єднуючі окремі ділянки, в залежності від функції змішування і насичення, або миття. В склад входять також колектори насоса-дозатора, а також спускний клапан.

Підвід вуглекислого газу.

Підвід вуглекислого газу здійснюється трубопроводами та спеціальною арматурою.

Електропроводка.

Електропроводка складається із шафи з електроарматурою, кнопок управління і сигнальних лампочок. Шафа з'єднана проводами окремо з приймальними і сигналізаційними пунктами. Шафа являється окремою частиною, не зв'язаною стаціонарно з основою.

На основі установки знаходиться затискна коробка для кабельних з'єднань із шафою та окремими приймачами установки.

1.2.Обґрунтування актуальності модернізації сатуратора автоматичної лінії виготовлення газованих напоїв

Сатуратор автоматичної лінії по виготовленню та розливу солодких газованих напоїв має деякі недоліки :

- піноутворення води в збірнику насичення і змішування;
- невелика продуктивність (порівняно із потребою солодких газованих напоїв особливо в жарку пору року);
- візуальний контроль технологічного процесу .

Всі перераховані вище недоліки привели до вирішення проблеми про модернізацію (вдосконалення) конструкції сатуратора, а також системи керування технологічним процесом виробництва солодких газованих напоїв.

2 Проектна частина

2.1 Характеристика обладнання та його призначення

Установка призначена для приготування солодких газованих напоїв та забезпечує наступні технологічні етапи:

- деаерація води (звільнення від кисню);
- насичення води двоокисом вуглецю;
- дозування екстракту в воду в потрібній пропорції;
- подача готового напою (продукту) під тиском до розливочної машини.

Вище представлені процеси проходять автоматично і не потребують постійного нагляду.

Установка може застосовуватися також тільки для насичення без дозування, наприклад для насичення мінеральної газованої води.

Технічні характеристики сатуратора:

Максимальна продуктивність	6000 л/год
Відношення змішування-екстракт-вода, максимальне	1:3
Точність дозування	±1
Максимальний тиск насичення	0,6мПа
Встановлена потужність	6,3кВт
Габаритні розміри:	
довжина	2300мм
ширина	1500мм
висота	3500мм
Маса	1650кг

2.2 Опис принципу роботи установки

Вода - основна частина безалкогольних напоїв. Для виробництва безалкогольних напоїв застосовують питтєву воду, яка відповідає вимогам ГОСТ2874-92. Від води залежить якість напою, смак, прозорість, колір, стійкість при зберіганні.

Отже вода відразу після хімічного очищення (пом'якшена до оптимального вмісту солей) охолоджується до 3-4°C в теплообміннику за допомогою аміачного розсолу. З теплообмінника вода поступає в дозатор-помпу. Після дозатора прохлорована вода йде на вугільну колонку звідси попадає в водонапірний бак сатуратора (Вб), який має теплоізоляцію.

Із водонапірного баку (Вб) вода поступає трубопроводом (який є також теплоізолюваний) до збірника деаерацій (Зд). Трубопровід в збірнику деаерацій (Зд) оснащений соплами-форсунками, що розпилюють воду. На підвідному трубопроводі для води встановлений водяний фільтр (Вф1), ручний клапан (Рк1), а також електромагнітний клапан (Ек1), який управляється за допомогою поплавкового датчика рівня рідини в збірнику.

Повітря із дрібно розпиленою водою відсмоктується вакуумним насосом (Вкн1) через трубопровід, бо присутність повітря знижує розчинність в ній вуглекислого газу. На трубопроводі знаходиться ручний клапан (Рк2), клапан запобіжний (Кз1), а також зворотній клапан (Зк1).

Вакуумний насос (Вкн1) наповнюється водою, підведеною із мережі. Насос має збірник для циркуляційного використання води (Зцв1). Вакууметричний тиск в збірнику деаерацій повинен бути 0,6мПа.

Деаерована вода (звільнена від кисню) із збірника перекачується водяним насосом в живильний трубопровід. Таким чином підтримується постійний тиск води на підводі до насоса-дозатора (Нд1) (тиск створюється насосом).

Екстракт із резервуару для зберігання гравітаційно подається в збірник екстракту (Зе1).

Насос-дозатор бере воду і екстракт із трубопроводів лінії живлення і збірника екстракту, і перекачує в збірник насичення і змішування (Знз1).

Відношення до екстракту можна регулювати шляхом ручної настройки руху кроку плунжера насосу екстракту.

Вода підводиться до нижньої частини (до накопичувального збірника), яка відділена від його верхньої частини за допомогою фланця з соплами. Вода протікаючи через сопла забирає вуглекислий газ (вуглекислий газ підведений до верхньої частини збірника і відповідає вимогам ГОСТ8050-76, відповідно до якого не повинен мати стороннього запаху) і далі рухається через центральну колонку вгору. Тут проходить насичення води внаслідок всмоктуючої дії в соплах і подальше з'єднання вуглекислого газу з водою під час руху через центральну колонку під додатковим тиском водяного стовба. Екстракт підводиться трубою в верхню частину центральної колонки, де проходить його змішування з насиченою водою.

Далі екстракт разом з водою рухається вниз і через внутрішню колонку вгору. Внаслідок довгого шляху протікання і підвищеного тиску, викликаного дією стовба води, проходить добре і сильне змішування насиченої води з екстрактом.

Вода, вийшовши із внутрішньої колонки, стікає по стінках в нижню частину збірника та протікає через сито для зменшення піни.

Нижня частина збірника виконує роль резервуара для готового напою. В збірнику знаходиться датчик рівня рідини, який включає або виключає насос-дозатор.

Готовий напиток відводиться трубопроводом під тиском насичення до розливочної машини. У випадку довгих ділянок можна під'єднати транспортуючий насос, що підвищує тиск.

Датчик рівня рідини, який знаходиться в нижній частині збірника, запобігає включенню насоса при відсутності напою в збірнику.

Вуглекислий газ підводиться із спеціальної мережі (потрібний тиск 0,6МПа). Вуглекислий газ стабілізується до потрібного тиску за допомогою редукторів.

Вуглекислий газ з стабілізованим тиском рухається через вказівник переливу у верхню частину збірника насичення і змішування (Зщ1). По розгалуженню трубопроводу через електроклапан (Ек2), вуглекислий газ поступає також в нижню частину збірника, але тільки під час роботи насоса-дозатора.

Виділяючись, під час насичення і змішування, залишки повітря із води і екстракту збираються в верхній частині збірника і відводяться по трубопроводах через електроклапан, а також дросельний клапан в атмосферу (тільки під час роботи насоса-дозатора).

Готовий напіток далі поступає до розливочної машини, яка розливає його в скляну тару. Потім пляшки за допомогою транспортера поступають до етикетувальної машини.

2.3 Контроль технологічного процесу виробництва безалкогольних напоїв

Контроль технологічного процесу виробництва безалкогольних напоїв здійснюється за допомогою таких вимірювальних приладів:

- термометр;
- вакуумметр;
- манометр;
- датчик рівня рідини.

Для вимірювання температури води, яка поступає в збірник насичення і змішування (Зн.з) із збірника деаерації використовуємо сигналізуючий електроконтактний термометр ТПГ-СК.

Термометри типу ТПГ-СК призначені для роботи:

– при температурі навколишнього середовища від -5°C до 50°C і відносній вологості до 80%.

– при температурі навколишнього середовища 35°C і відносній вологості до 98% та більш низьких температурах без конденсації вологи (тропічне виконання).

Термометри не призначені для роботи в вибухонебезпечних приміщеннях.

Границя вимірювання від -25 – $+35^{\circ}\text{C}$.

Довжина з'єднувального капіляру 1,6м, довжина занурення термобалону 125мм.

Клас точності – 2%.

Границя допустимої основної похибки показів і спрацювання сигналізуючого пристрою $\pm 3\%$.

Напруга живлення сигналізуючого пристрою - 220В постійного або змінного струму.

Зміна показів термометра і спрацювання сигналізуючого пристрою Δ (в процентах від діапазону вимірювання), викликана відхиленням температури навколишнього середовища від 20°C на $\pm 5^{\circ}\text{C}$ і не перевищує значення, визначеного по формулі:

$$\Delta = \pm(x + k \cdot \Delta t)$$

де x – величина допустимої непостійності показів, або сигналізуючого пристрою (в процентах), рівна половині абсолютної величини границі допустимої основної похибки;

Δt – абсолютне значення різниці температур, визначених по формулі:

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

де t_2 – текуче значення температур;

t_1 – значення температури $20 \pm 5^\circ\text{C}$;

k – температурний коефіцієнт на 1°C рівний 0,04;

$$\Delta t = 25 - 20 = 5^\circ\text{C}$$

тоді зміна показів термометрів і спрацювання сигналізуючого пристрою

$$\Delta = \pm(1,5 + 0,05 \cdot 5) = 1,75\%$$

Для термометра ТПГ-СК з діапазоном вимірювання від -25°C до 35°C

Δ рівне:

$$\Delta = \pm 60 \cdot 1,75\% = \pm 1,05^\circ\text{C}$$

Отже для того, щоб підтримувати температуру води, яка поступає в збірник насичення і змішування, а також сиропу, нерухомі граничні контакти термометрів настраюємо на позначки:

– для води (min – 3°C , max – 5°C);

– для сиропу (min – 5°C , max – 8°C).

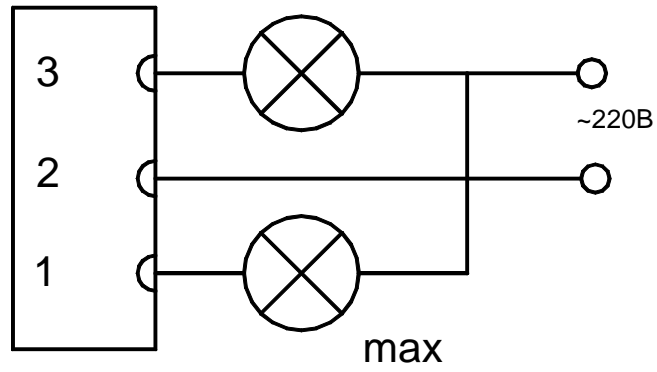


Рисунок 2.1 – Схема приєднання виводів до клем

Принцип дії термометра оснований на залежності тиску заповнення термосистеми від температури вимірювального середовища.

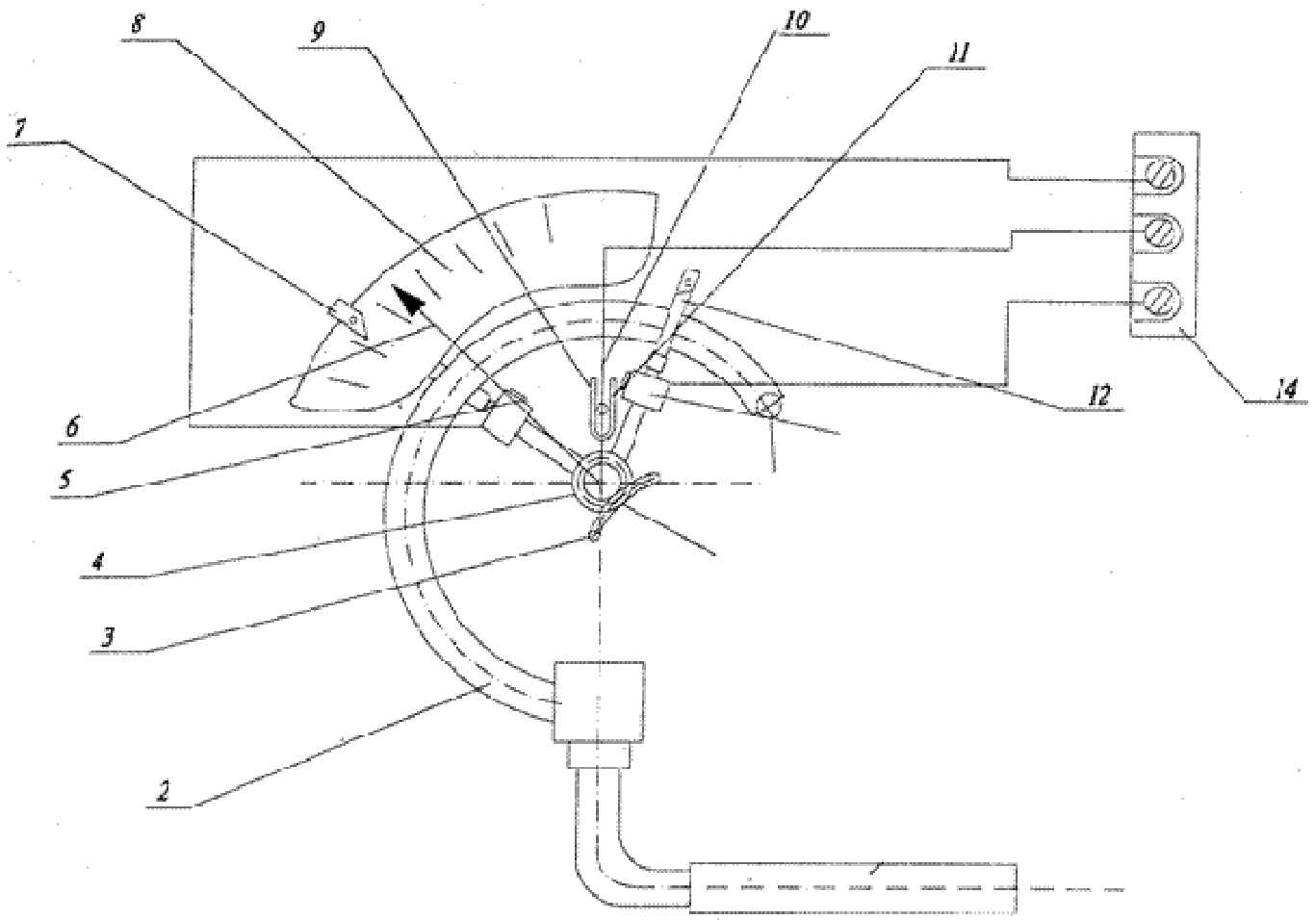


Рисунок 2.2 – Схема принципу роботи термометра ТПГ-СК

В якості датчиків електричного сигналу використовуються два нерухомих граничних контакти. Один із них 6 видає сигнал мінімального значення води (3°C), а другий 13 – максимального значення води (6°C), яка поступає в водонапірний бак, а також в збірник насичення і змішування.

Так, як трубопроводи і водонапірний бак в нашому випадку є теплоізольовані тому вплив навколишнього середовища на зміну температури буде мінімальним.

Для покращення теплопередачі гільзу з термобалоном заповнюють машинним маслом, або спиртом. Для забезпечення правильності показів температури необхідне повне занурення термобалона в вимірюване середовище. Глибина занурення термобалону залежить від його довжини і змінюється, а також регулюється, зміною місця затиску жорсткого хвостовика капіляра. На хвостову частину термобалону накладено теплову ізоляцію. Схема установки показана на рисунку 2.3.

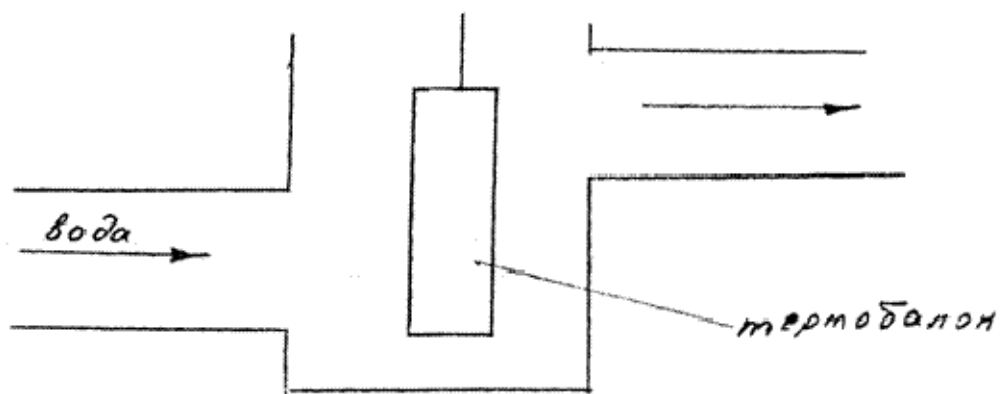


Рисунок 2.3 – Схема установки термобалону

Для вимірювання тиску води використовуємо манометр МП-У. Принцип дії приладів оснований на зрівноважуванні вимірюваного тиску силою пружності деформації манометричної пружини.

Вимірюваний тиск подається по внутрішній площині манометричної пружини 1 (рисунок 2.4). Один, кінець якої жорстко закріплений в держаку,

другий – вільний. При подачі тиску, переміщення вільного кінця пружини, через важіль 3 і сектор 4, передається на зірочку 5, на вісь якої посаджена показуюча стрілка 6. Показники знімаються з кругової шкали 2.

Для вимірювання вакууму, використовуємо вакуумметр типу ВПЗ-У. Принцип роботи якого аналогічний принципу роботи манометра МПУ.

Місце встановлення приладів повинно забезпечувати зручність обслуговування і добру видимість шкали.

Для контролю рівня рідини (води або сиропу) використовуємо рівнемір буйків типу 15. Клас точності 1,5%.

Рівнемір буйків складається із вимірювального блоку та уніфікованого пневмоперетворювача. Принцип дії рівнеміра базується на принципі пневматичної силової компенсації.

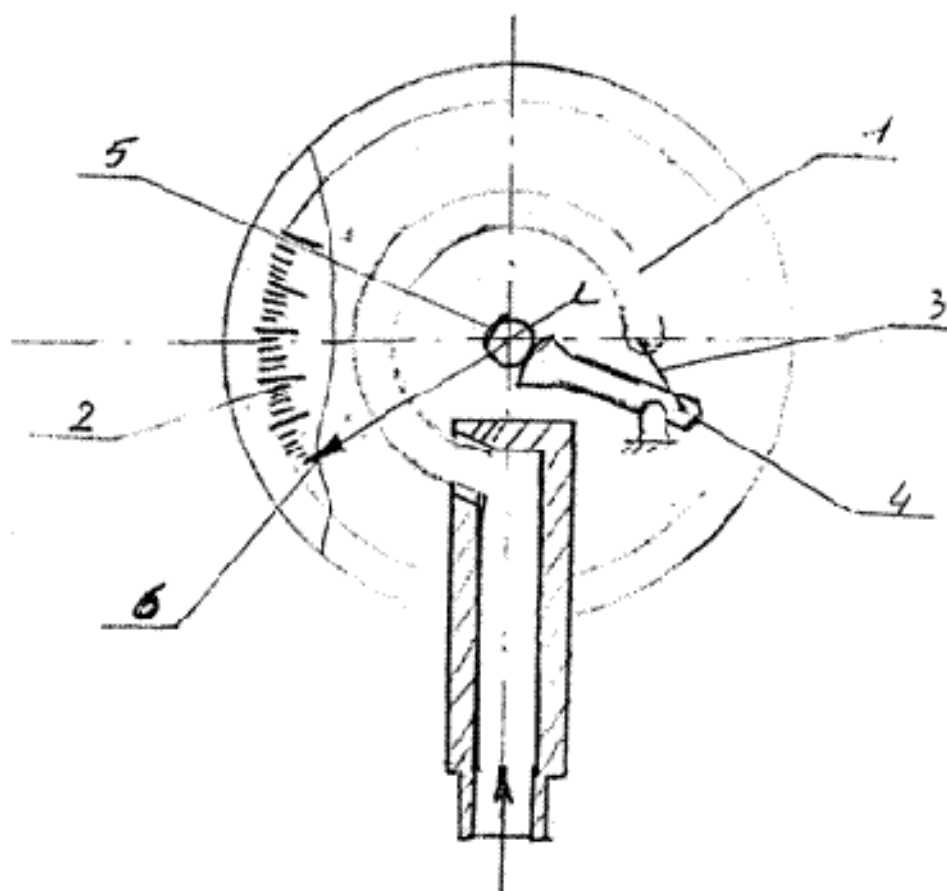


Рисунок 2.4 – Схема принципу роботи манометра:

1 – пружина; 2 – шкала; 3 – важіль; 4 – сектор; 5 – шестерня; 6 – стрілка.

Принципова схема рівнеміра представлена на рисунку 2.5. При зміні вимірюваного рівня рідини, на чутливому елементі (буйка) 1 вимірного блоку виникає зусилля, яке через систему важелів і тяг переміщає засувку 2 пневмоперетворювача.

Тиск живлення подається в камеру «а», повітря через відкритий кульковий клапан 11 поступає в камеру «б» і через дросель 10 - в камеру «2». У випадку наближення засувки 2 до сопла 3, тиск в камері «в» зростає і під його дією кулька 6 прикриває верхнє сідло, а кулька 7 привідкриває нижнє сідло. Тиск в камері «б» також зростає.

Цей тиск являється вихідним сигналом рівнеміра. Одночасно він поступає в сильфон зворотнього зв'язку 8, який створює момент на Г-подібному важелі 9, врівноважуючи момент від відштовхувальної сили, яка виникає в результаті зміни рівня рідини.

Рівнемір буйковий пневматичний типу УБ-П призначений для роботи в системах автоматичного контролю, управління та регулювання параметрів виробничих технологічних процесів з метою видачі інформації у вигляді стандартного пневматичного сигналу про рівень рідини або границі розділу рідини, яка знаходиться під тиском.

Рівнемір повинен експлуатуватись в умовах, встановлених для виконання «У» категорії розміщення 2 по ГОСТ15150-91.

Так, як збірник насичення і змішування (Зкз) складається із нижньої (накопичувальної) і верхньої частин тому для сигналізації рівня рідини використовуємо поплавковий датчик рівня рідини.

Принципова схема показана на рисунку 2.6. В якості первинного перетворювача рівноміра використовується тіло (поплавок), звичайної циліндричної форми, що плаває на поверхні рідини і має постійне осідання.

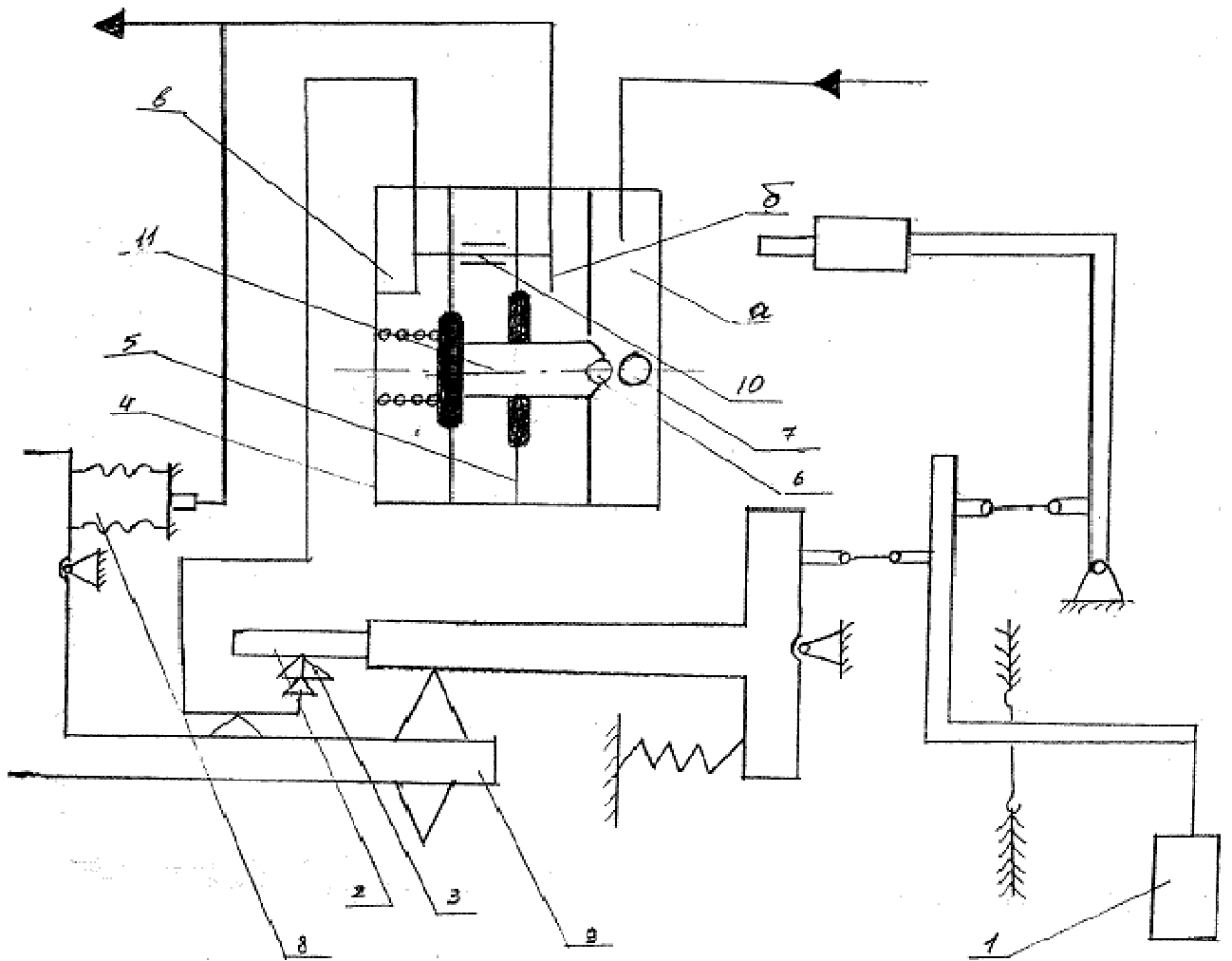


Рисунок 2.5 – Принципова схема рівнеміра

- 1 – чутливий елемент (буйок);
- 2 – засувка;
- 3 – сопло;
- 4 – пневмопідсилювач;
- 5 – мембрана;
- 6, 7 – кульки;
- 8 – сільфон;
- 9 – важіль.
- 10 – дросель;
- 11 – клапан кульковий.

Поплавок під дією відштовхуючої сили переміщається разом з рівнем рідини. Положення поплавка, фіксується вторинним перетворювачем, перетворюється в електричний сигнал, і подається до системи керування.

Похибка вимірювання рідини поплавковим датчиком становить ± 1 мм при діапазоні вимірювання до 20мм.

Для автоматичного контролю тиску води, яка поступає в збірник насичення і змішування (Зиз) використовуємо реле тиску.

При встановленні тиску води 0,6МПа, який підтримується вакуумним насосом реле тиску, подає сигнал на систему керування. Також на систему керування поступають сигнали при високому, чи низькому тиску.

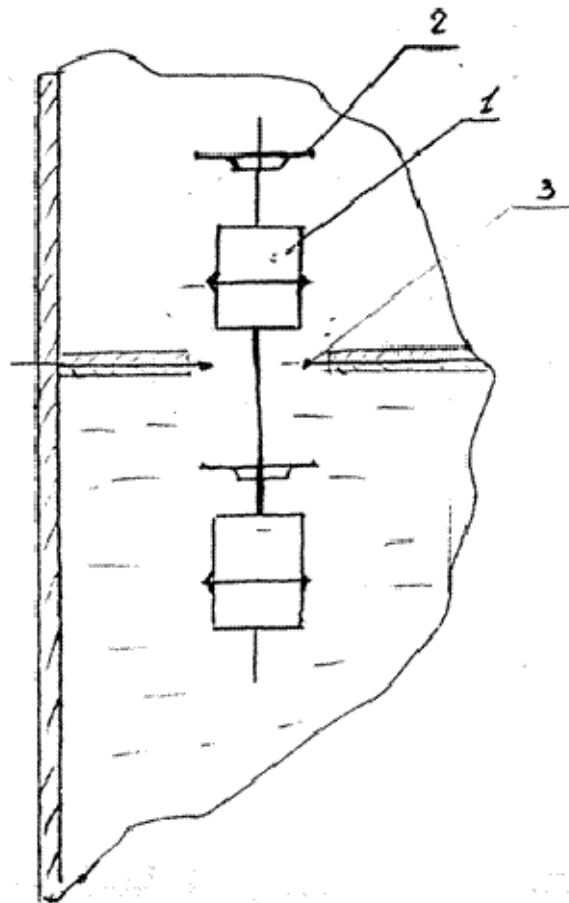


Рисунок 2.6 – Принципова схема поплавкового рівнеміра

- 1 – поплавок;
- 2, 3 – електроконтакти.

Отже для візуального контролю технологічного процесу модернізованого сатуратора використовуємо такі прилади:

- манометр;
- вакуумметр;

Для автоматичного контролю:

- термометр електроконтактний;
- реле тиску і датчики рівня рідини.

Принципова схема рівнеміра показана на рисунку 2.6. Зміна температури вимірюваної рідини (води) впливає на термосистему через термобалон 1 і перетворюється в зміну тиску, під дією якого манометрична пружина 2, через сектор 3 і трибку 4, переміщає показуючу стрілку 5 відносно шкали 7. Разом з показуючою стрілкою переміщається ведучий поводок 11.

Зв'язок показуючої стрілки і рухомих контактів здійснюється через спіральні волоски.

Такий зв'язок зумовлюється тим, що після спрацювання сигналізуючого пристрою, вимірювана температура може змінюватися в тому ж напрямку, який викликав появу сигналу і сигнал при цьому не повинен замкнутися, а показуюча стрілка слідкує за зміною параметру.

Термометри типу ТПГ-СК потрібно встановити на стенд, що забезпечує його вертикальне положення і не повинен піддаватися вібрації.

З'єднувальний капіляр підвішується на гачках з радіусом заокруглення капіляра в місцях згину не менше 50мм.

Встановлення термобалону у вимірюване середовище проводиться за допомогою штуцера на глибину 160мм.

2.4 Контроль та регулювання продуктивності насоса-дозатора

В установці використано чотирьохкамерний насос–дозатор. Кожна камера має незалежне регулювання продуктивності, шляхом встановлення кроку плунжера.

Крок (хід) плунжера можна встановлювати в границях від 0 до 60мм. Діаметри плунжерів у всіх камерах однакові – 80мм. Насос має сталу частоту обертання – 90об/хв.

Для дозування сиропу призначена одна камера, а для дозування води інші три камери.

Камери для дозування води повинні бути завжди відрегульовані на максимальну продуктивність (максимальний хід плунжера).

Хід плунжера регулюється обертанням штурвалу, який знаходиться на камері насоса, стрілка показує актуальний хід на шкалі.

Хід можна встановити під час роботи або зупинки насосу.

Співвідношення води до сиропу залежить від:

- вмісту цукру в приготовленому сиропі,
- потрібного вмісту цукру в напої.

З метою спрощення розрахунків для установки ходів плунжера розроблено графік відношення сиропу з водою, а також таблицю установки продуктивності насосу.

Приклад розрахунку:

- вміст цукру в приготовленому сиропі складає 60%;
- потрібний вміст цукру в напої 12%;
- продуктивність камер водяного насосу при максимальному встановлені ходу плунжера стала і рівна для насосу 6000л/год.
- по графіку (рис 2.7) для вмісту цукру, в сиропі 60% і потрібному вмісті в напої 12%, відношення замішування сиропу і води дорівнює 1:4.

– по таблиці 2.1 (рис.2.7), хід поршня камери дозуючої сироп дорівнює 30мм.

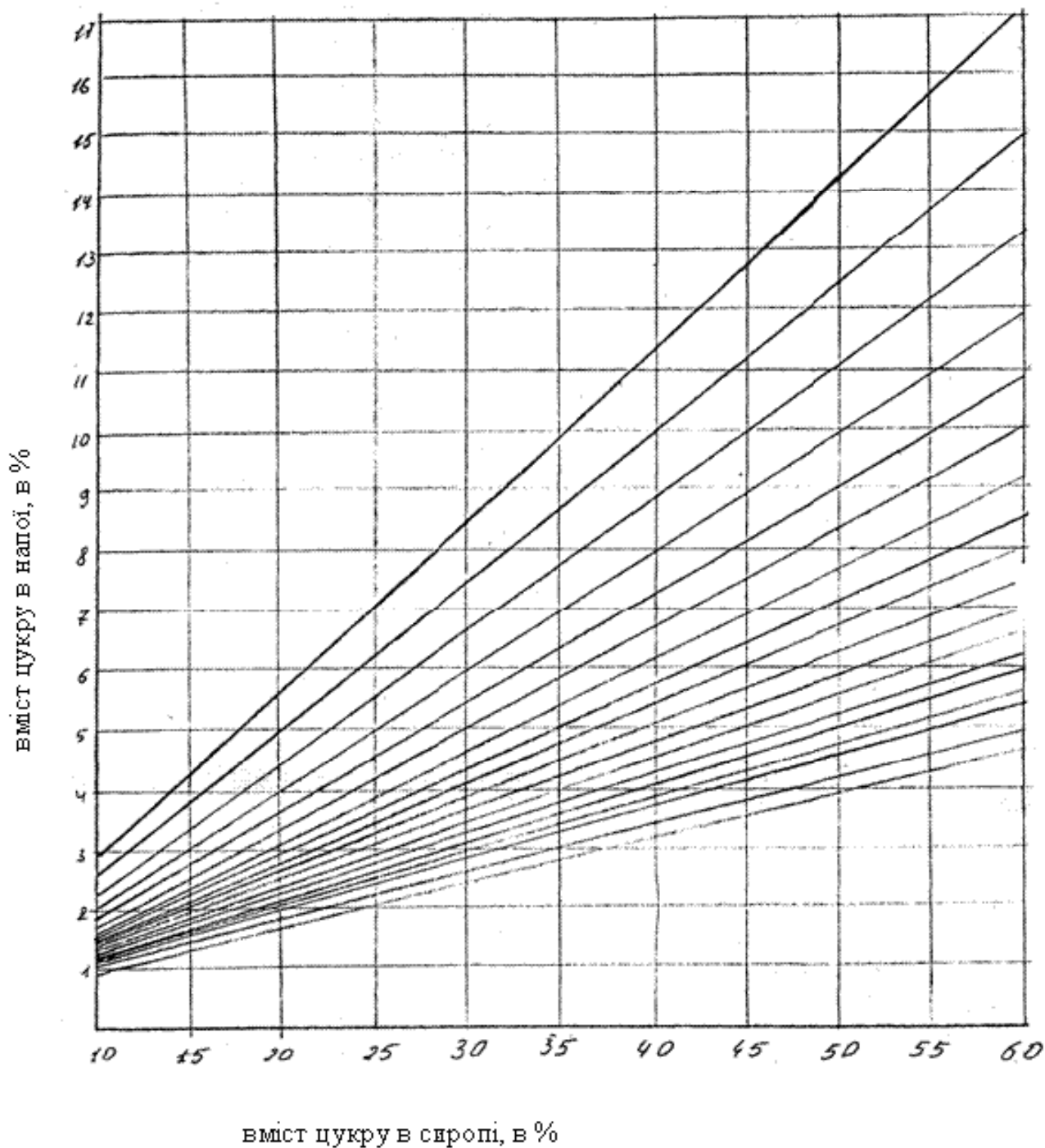


Рисунок 2.7 – Графік відношення сиропу з водою

Таблиця 2.1 – Визначення ходу плунжера насоса

Відношення змішування сироп : вода	Хід плунжера (мм)	Відношення змішування сироп : вода	Хід плунжера (мм)
1:2	60	1:7	15
1:2,5	50	1:7,5	14
1:3	42	1:8	13
1:3,5	35	1:8,5	12
1:4	30	1:9	11
1:4,5	28	1:9,5	10
1:5	22	1:10	9,5
1:5,5	20	1:10,5	9
1:6	18	1:11	8,5
1:6,5	16	1:12	8

Хід поршня камери дозуючої сироп дорівнює 30мм.

На вибрані величини налаштовують хід поршня насосу. Після наповнення першого поршня перевіряється вміст цукру в напої за допомогою рефрактометра.

У випадку необхідності проводиться поправка відповідно з результатами вимірювання, збільшуючи або зменшуючи хід поршня, що перекачує сироп.

Вимірювальні і налагоджуючі операції слід проводити періодично під час роботи установки.

2.5 Опис будови модернізованого сатуратора автоматичної лінії по виготовленню газованих солодких напоїв

Загальний вигляд установки показано в графічній частині кваліфікаційної роботи.

Установка складається із наступних вузлів:

1. Основа;
2. Збірник деаерованої води;
3. Живильний трубопровід;
4. Збірник сиропу;
5. Збірник насичення;
6. Вакуумний насос;
7. Водяний насос;
8. Насос-дозатор;
9. Транспортуючий насос;
10. Трубопровід;
11. Проводка вуглекислого газу;
12. Електромережа;
13. Водяний бак.

Основа.

Основа модернізованого сатуратора виготовлена у вигляді сталевих плити зміцненої рейками, що призначені для переміщення під час транспортування.

На плиті закріплено, крім вакуумного насосу, електрошкафу та інші вузли. Основа має поворотні ноги, які дозволяють змонтувати установку горизонтально.

Вакуумний збірник води.

Вакуумний збірник води (деаерації) виготовлений у вигляді котлового барабану. Верхня частина збірника оснащена ковпаком. Всередині збірника знаходиться водяна труба разом з соплами, яка відводить повітря, а також два поплавкових датчика рівня рідини.

Дно збірника оснащено штуцерами підводу води із живильника для з'єднання з вакуумним насосом, а також відводу води до водяного насосу.

На ковпаку змонтований зворотній клапан, на кожусі збірника знаходиться вікно. Кожух теплоізолюваний. Весь збірник встановлений на трьох трубах-ногах, прикріплених до основи.

Живильний трубопровід.

Живильний трубопровід (рисунок 2.8) з'єднує вакуумний збірник (деаерації) і водяний насос з насосом-дозатором. Трубопровід має гілки, що дозволяють відводити залишок води назад в вакуумний збірник.

На цьому трубопроводі змонтовано вентиль для гасіння течії води. Живильний трубопровід також є теплоізолюваний.

Збірник сиропу.

Збірник сиропу виготовлений у вигляді закритого днищами барабану. У верхнім днищі знаходиться контрольний люк, який загвинчений кришкою.

На кришці знаходиться повітрівідвідний клапан. В нижньому днищі встановлений штуцер для відводу сиропу.

Всередині збірника знаходиться поплавковий датчик рівня рідини.

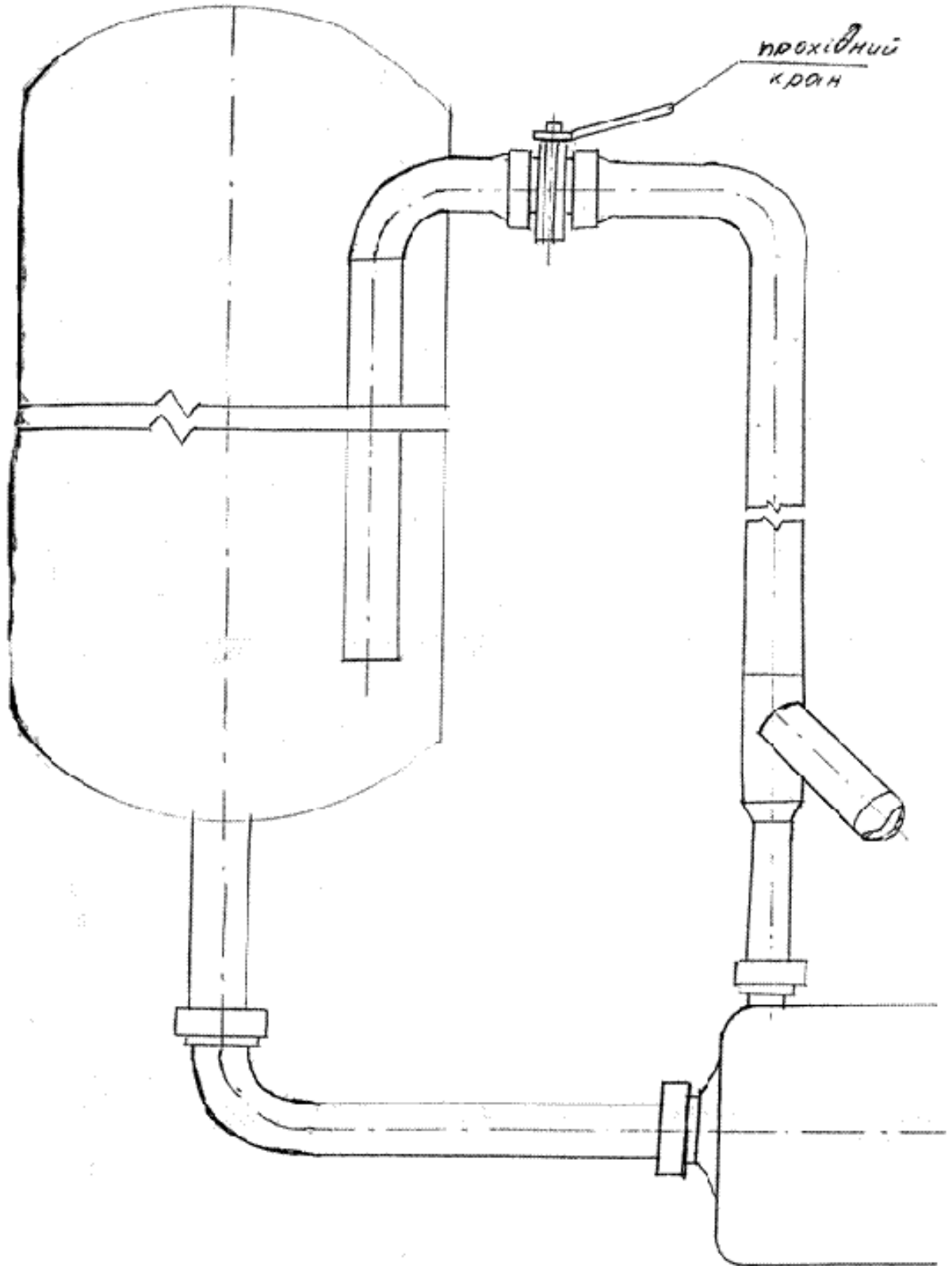


Рисунок 2.8 – Живильний трубопровід

Збірник насичення і змішування.

Збірник насичення і змішування виготовлений у вигляді котлового барабану. Верхня частина збірника поміщена в ковпак з'єднаний із збірником манжетою на болти.

Нижня частина збірника через штуцер з манжетою з'єднана з накопичувальним збірником. В манжеті змонтовані насичуючі сопла, а з боку манжети підведений штуцер вуглекислого газу. З боку накопичувального збірника підведений штуцер води від насоса-дозатора.

З боку збірника підведений штуцер трубопроводу екстракту (насоса-дозатора), що далі проходить по центру до верху збірника.

На колонці насичення розміщені одна навпроти одної дві колонки змішування і вторинного насичення. На верхній колонці надіта тарілка. Дно верхньої колонки оснащено зливним поплавковим клапаном.

На колонці насичення знаходиться запобіжний клапан, зворотній клапан з трубою, що підводить вуглекислий газ, трубопровід який відводить вуглекислий газ в манжету з насичувальними соплами, штуцер для відводу вуглекислого газу, шприцювальна установка промивки (полоскання).

Всередині збірника змонтовані поплавкові датчики рівня рідини. На кожусі збірника знаходиться контрольне скло, а також штуцер для термометра, кожух теплоізоляції. Збірник встановлений на трьох ногах-трубах, прикріплених до основи.

Вакуумний насос.

Для усунення впливів шуму на всю установку насос являється окремою одиницею з можливістю установки в окремому приміщенні.

Насос має свій привід від електродвигуна. Оснащений він переливним збірником води для циркуляційного використання, зворотнім

клапаном і штуцером для з'єднання еластичним трубопроводом з вакуумним збірником води.

Насос представляє собою самостійний вузол змонтований на плиті для закріплення на підлозі або підошві фундаменту.

Водяний насос.

Водяний збірник з'єднаний манжетою із збірником деаерованої води та живильним трубопроводом. Насос прикріплений до основи. Робота насоса управляється пультом управління.

Насос-дозатор.

Насос-дозатор складається із трьох портативних головок, що приводяться в рух від електродвигуна через зубчасту передачу. Кожна головка має пристрій для настройки кроку поршня, і в залежності від вмісту цукру в сиропі та потрібному його вмісту в напою, настраюється крок поршня. Дві головки з'єднані загальним колектором, із сторони всмоктування приєднані до живильного трубопроводу, а з другої – до накопичувального збірника насичення і змішування. Четверта головка з'єднана зі сторони всмоктування із збірником екстракту, а із накопичувальної сторони із збірником насичення і змішування. Насос прикріплений до основи.

Транспортуючий насос.

Транспортуючий насос з'єднаний із збірником насичення і змішування і закінчується відвідним штуцером в транспортуючий трубопровід до регулюючої машини. Насос прикріплений до основи.

Трубопроводи.

Збірники і насоси з'єднані трубопроводами (які є теплоізольовані) за допомогою різьбових муфт. На трубопроводах знаходяться вентиля для підводу води, екстракту, а також з'єднуючі окремі ділянки, в залежності від функції, наприклад змішування і насичення, або миття.

В склад трубопроводів входять також колектори насоса-дозатора, а також спускний клапан.

Підвід вуглекислого газу.

Підвід вуглекислого газу забезпечується станцією з арматурою, а також трубопроводами, що з'єднують відповідні пункти підводу і відводу вуглекислого газу. Станція прикріплена до основи за допомогою опори.

Електропроводка.

Електропроводка складається із шафи з арматурою, а також електроклапанів управління та сигнальних лампочок.

Шафа з'єднана з окремими приймаючими та сигналізуючими пристроями за допомогою проводів.

Водяний бак.

Водяний бак являється додатковим збірником води. У водяний бак поступає вода із теплообмінника і подається на фільтри. Водяний бак є теплоізольований.

2.6 Розрахунок на стійкість збірника насичення і змішування

В основу розрахунку покладено наступні дані:

– $P_p=400$ кПа – робочий тиск;

- $t=4-8$ °C – робоча температура;
- матеріали елементів збірника (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 - Матеріали елементів збірника

Найменування елементів збірника	Марка сталі	Допустиме напруження в кгс/см ²
Стінки	12x18Н9Т	1470
Днище	12X18Н9Т	1470
Фланець	Ст.3	1490
Гвинт	Ст.20	1670
Електрод	ЦЛ-9	2100

2.6.1 Розрахунок стінки збірника

Проведено розрахунок товщини стінки збірника насичення і змішування, модернізованого сатуратора ескіз ,якого показано на рисунку 2.9

$$S = \frac{P_p \cdot D}{2 \cdot \sigma \cdot \eta \cdot \varphi - P_p} + C + C_o + C_1$$

- де
- S – товщина стінки збірника насичення і змішування;
 - D – внутрішній діаметр збірника;
 - η – коефіцієнт, враховуючий клас і групу експлуатації (1);
 - φ – коефіцієнт гнучкості зварного шва; ($\varphi=0,7$)
 - C – добавка на корозію; ($C=0,1$ см)

C_0 – добавка на ближню товщину стандартного прокату;

C_1 – добавка по технологічним і конструктивним спряженням.

Для нашого випадку діаметр збірника насичення і змішування $D=550$ мм.

Прийmemo C_0 і C_1 рівним 0,06см, тоді:

$$S = \frac{4 \cdot 55,0}{2 \cdot 1470 \cdot 1 \cdot 0,7 - 4} + 0,1 + 0,06 + 0,06 = 0,326 \text{ см} = 3,26 \text{ мм}$$

Приймаємо $S=3,5$ мм.

2.6.2 Розрахунок найбільшого допустимого діаметру неукріпленого отвору

Згідно формули допустимий діаметр повинен бути рівний:

$$\alpha \leq 3,75 \cdot \sqrt[3]{D \left[(S - C) - \frac{P_p \cdot D}{2b - P_p} \right]}$$

Тоді підставивши дані у формулу отримаємо

$$\alpha \leq 3,75 \cdot \sqrt[3]{550 \left[(3,5 - 1) - \frac{4 \cdot 550}{2 \cdot 1470 - 4} \right]} = 35,6 \text{ мм}$$

Отже діаметр незакріпленого отвору повинен бути $d < 35,6$ мм.

Приймаємо $d=35$ мм.

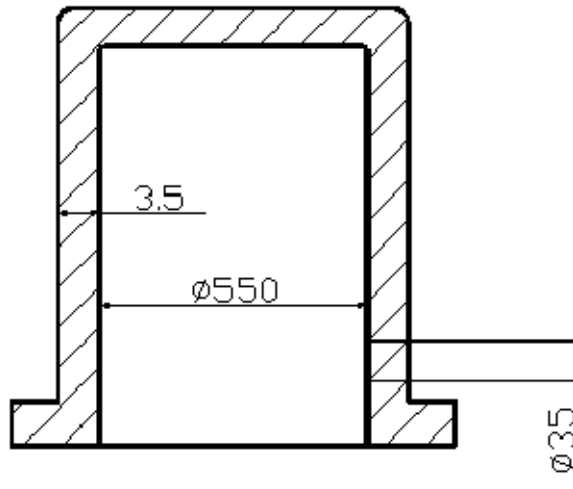


Рисунок 2.9 – Ескіз збірника насичення і змішування (верхня частина)

2.6.3 Розрахунок днища

Проведемо розрахунок дна збірника насичення і змішування ескіз якого показано на рисунку 2.9.

Розрахунок товщини стінки дна збірника.

$$S = \frac{4 \cdot P_p \cdot D}{4 \cdot \sigma \cdot \eta \cdot k \cdot \varphi \cdot z - P_p} \cdot \frac{D}{2h} + C + C_o + C_1,$$

де K – конструктивний коефіцієнт для дна при внутрішньому тиску;
($K=1$)

z – конструктивний коефіцієнт; ($z=1$)

C – добавка на корозію ($C=0,1\text{см}=1\text{мм}$);

Тоді S буде рівне згідно формули 4.2.3.

$$S = \frac{4 \cdot 550}{4 \cdot 1470 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 - 4} \cdot \frac{550}{2 \cdot 78} + 1 + 0,06 + 0,06 = 3,61 \text{ мм}$$

Приймаємо $S=4$ мм.

2.6.4 Розрахунок найбільшого допустимого діаметру неукріпленого отвору в днищі

Розрахунок найбільшого допустимого діаметра неукріпленого отвору в днищі збірника насичення і змішування модернізованого сатуратора проводимо згідно формули.

$$d \leq 0,95 \cdot D \left[1 - \frac{P_p}{4} \cdot \left(\frac{D}{S-C} \cdot \frac{D}{2 \cdot h} - 1 \right) \right]$$

Підставивши дані у формулу отримаємо

$$d \leq 0,95 \cdot 550 \cdot \left[1 - \frac{1470}{4} \cdot \left(\frac{550}{4-1} \cdot \frac{550}{2 \cdot 78} - 1 \right) \right] = 25,8 \text{ мм}$$

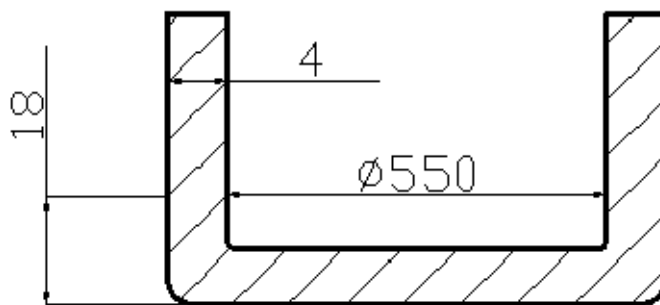


Рисунок 2.10 – Ескіз днища збірника (нижньої частини)

2.6.5 Розрахунок фланцевого з'єднання

Проведемо розрахунок фланцевого з'єднання, яке показано на рисунку (2.11).

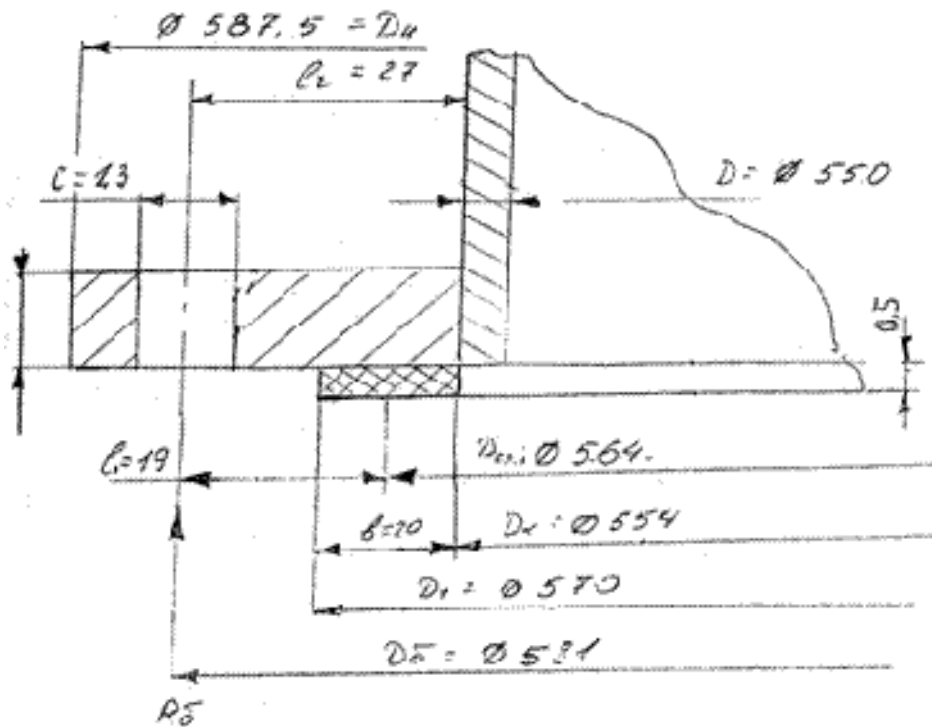


Рисунок 2.11 – Фланцеве з'єднання

P – розрахункове граничне гвинтового зусилля, кг/см^2 ;

D_k – діаметр укріплюючого круга;

$D_{\text{ср.п}}$ – середній діаметр прокладки;

$D_{\text{п}}$ – внутрішній діаметр прокладки;

b – ширина прокладки;

l – діаметр отвору під гвинти;

h – товщина фланця;

D – внутрішній діаметр збірника;

D_r – діаметр окружності гвинтів;

$D_{\text{л}}$ – наскрізний діаметр фланця.

Визначаємо R_0 .

$$R_0 = a \cdot Q_g + R_n$$

де $a=1$ – константа жорсткості;

Q_g – рівнодіюча внутрішнього тиску, $\text{кгс}/\text{см}^2$;

R_n – реакція прокладки в момент порушення густини, кгс ;

$$Q_g = 0,8 \cdot D_k^2 \cdot P = 0,8 \cdot 554^2 \cdot 7,2 = 600000 \text{кгс} / \text{мм}^2 = 6000 \text{кгс} / \text{см}^2$$

де $P=1,2$ пробного

$$R_n = 3 \cdot D_{cp,n} \cdot b \cdot g_o = 3 \cdot 56,4 \cdot 2 \cdot 21,8 = 5680 \text{кгс} / \text{см}^2$$

де g_o – реакція прокладки в момент порушення густини;

$$g_o = 15 + 1,7P = 21,8 \text{кгс} / \text{см}^2$$

$$R_o = 1 \cdot 6000 + 5680 = 11680 \text{кгс} / \text{см}^2$$

Розрахунок товщини фланця h проведемо по двох формулах і виберемо найбільше значення h

$$h = k_D \cdot \sqrt{\frac{R}{\varphi \cdot \eta \cdot G^t_T} - \frac{0,78D \cdot S^2}{a}},$$

де k_D – коефіцієнт приведення для плоских фланців;

$$k_D = \frac{0,8}{\sqrt{\frac{D_n - D}{2l_2} - \frac{D_n - D_o}{D_o}}} = 0,374$$

l_2 – плече моменту; $l_2 = 0,5(D_6 - D - 2S) = 2,7\text{см} = 27\text{мм}$

$G_T^t = 220\text{кгс/см}^2$ – границя текучості сталі, Ст.3

R – приведенне розрахункове зусилля;

$$R = R_6 - \left(1 - \frac{l_1}{l_2}\right) \cdot R_n = 8750\text{кгс}$$

де $l_2 = 0,5 \cdot (D_6 - D_{cp.n}) = 2\text{см} = 20\text{мм}$

$$h = 0,379 \cdot \sqrt{\frac{8750}{0,9 \cdot 1 \cdot 2200} - \frac{0,78 \cdot 550 \cdot 0,4^2}{2,25}} = 0,85\text{см}^2$$

Тоді h згідно формули 4.2.6 рівне

$$h = 0,85\text{см} = 8,5\text{мм}$$

Згідно формули 4.2.7 h рівне:

$$h = 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{R_6 \cdot a_1}{\eta \cdot [\psi] \cdot E^t \cdot z^2} \cdot \frac{D_n + D}{D_n - D}}$$

де a_1 – плече моменту; $l_2 = 0,5(D_6 - D_{cp.n} - d) = 1,22\text{см}$

$[\psi]$ – допустимий кут викривлень фланця в кільцевому напрямку
рівне 0,003;

$E^t = 2 \cdot 10^6$ – модуль пружності матеріалу фланця;

$z=16$ – кількість болтів.

$$h = 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{8750 \cdot 1,22}{1 \cdot 0,003 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 16^2} \cdot \frac{58,1 + 55,0}{58,1 - 55}} = 0,7\text{см}$$

Найбільше значення $h=0,85\text{см}$, по конструктивним даним приймаємо $h=1,3\text{см}=13\text{мм}$.

Згідно розрахунку гвинти повинні бути М12.

Визначаємо мінімально-допустиму кількість гвинтів.

$$z_{\min} = \frac{1,85}{h} \cdot \sqrt{\frac{R_{\phi}^x \cdot a_1}{1,3 \cdot [\psi] \cdot E_{zp}} \cdot \frac{D_n + D}{D_n - D}}$$

де R_{ϕ}^x – граничне гвинтове зусилля

$$R_{\phi}^x = \frac{1}{a} \cdot [0,0064 \cdot h^3 \cdot E_{\phi}^t + 0,8 \cdot S^2 \cdot D \cdot G_T^t \cdot \eta \cdot (l_2 - l_1) \cdot R_n]$$

$$R_{\phi}^x = \frac{1}{2,2} \cdot 36580 = 16600 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

$$z_{\min} = \frac{1,85}{1,3} \cdot \sqrt{\frac{16600 \cdot 1,22}{1,3 \cdot 0,003 \cdot 2 \cdot 10^6} \cdot \frac{58,1 + 55}{58,1 - 55}} = 8$$

Враховуючи умову забезпечення герметичності приймаємо $z=12$.

2.6.6 Розрахунок прокладки

Розміри поперечного січення прокладки повинні задовольняти наступним трьом умовам:

Умова перша:

$$b > 4h_n$$

маємо

$$2 = 4 \cdot 0,5$$

Умова друга:

$$g_t \cdot \left(1 + 0,125 \cdot \frac{D_{cp.n}}{b}\right) < E \cdot \left(1 + \frac{b}{2h_n}\right)$$

де $E=30\text{кгс/см}^2$ – модуль пружності для гуми середньої твердості.

$g_t = 15 + 1,7p = 21,8\text{кгс/см}^2$ – мінімальний герметизуючий тиск

маємо:

$$21,8 \cdot \left(1 + 0,125 \cdot \frac{33,5}{2}\right) < 30 \cdot \left(1 + \frac{2}{2 \cdot 0,5}\right)$$

Умова третя:

$$P_{пробне} < \frac{2b \cdot g_o}{\frac{1}{6} \cdot D_{cp.n} + h_n}$$

Маємо

$$6\text{кгс/см}^2 < 14,3\text{кгс/см}^2$$

Всі три умови задовольняють, відповідно, розміри прокладки вибрані правильно:

Прокладка показана на рисунку (2.12)

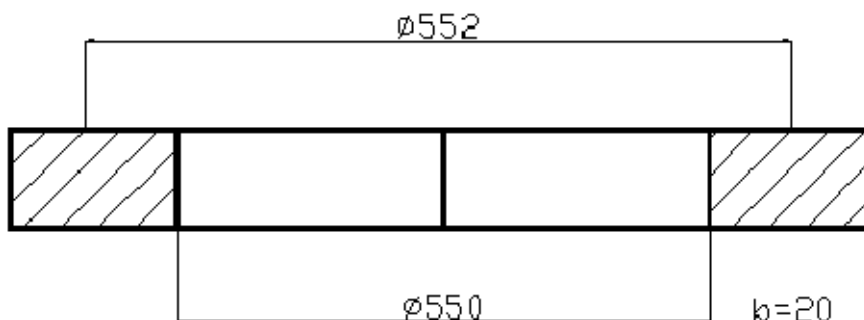


Рисунок 2.12 – Прокладка.

2.6.7 Провірочний розрахунок фланцевого з'єднання

Визначаємо граничний внутрішній тиск, при якому з'єднання втрачає роботоздатність:

$$P^* = 1,27 \cdot \frac{R_E^* \cdot R_n - E \cdot M \cdot Z}{a \cdot D_k^2}$$

де E – коефіцієнт приведення;

$$E = \frac{4}{Z \cdot D_{cp.n}} = \frac{4}{16 \cdot 58,5} = 0,0065,$$

M – момент згину

$$M = R_l \cdot l_2 = 10060 \cdot 2,7 = 27200 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

$$P^* = 1,27 \cdot \frac{16600 \cdot 43,60 - 0,0075 \cdot 27200 \cdot 16}{1 \cdot 58,5^2} = 6,5 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

$$6 \text{ кгс} / \text{см}^2 < 6,5 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

Визначаємо граничний згинальний момент при якому виріб втрачає роботоспроможність :

$$M^* = 0,25 \cdot D_{cp.n} \cdot (R_o^* - R_n - Q_g^*)$$

$$\text{де: } Q_g^* = 0,8 \cdot D_k^z \cdot p = 0,8 \cdot 33,5 \cdot 4 = 3600 \text{ кгс}$$

$$M^* = 0,25 \cdot 58,5 \cdot (16600 - 4360 - 3600) = 72400 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

$$6,27 \text{ мПа} = 27200 \text{ кгс} / \text{см}^2 < 72400 \text{ кгс} / \text{см}^2 = 0,72 \text{ мПа}$$

2.6.8 Розрахунок запобіжного клапана

Проведемо розрахунок запобіжного клапана, який показано на рисунку 2.13. Розрахунок проводимо по формулі:

$$q = 220 \cdot F \cdot P \cdot \sqrt{\frac{M}{T}} \text{ (кгс/год)}$$

де q – пропускна здатність клапана в кгс/год;

F – робоче січення клапана в см^2 ;

P – абсолютний тиск середовища в кгс/см^2 ; $P = 4 \text{ кгс/см}^2$

M – молекулярна вага бродячої через клапан вуглекислоти; $M = 44$

T – абсолютна температура вуглекислоти в $^\circ\text{K}$;

$T = 273^\circ + t^\circ\text{C} = 273^\circ + 16^\circ = 289^\circ\text{K}$

$$q_1 = 220 \cdot 0,66 \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{44}{289}} = 198 \text{ (кгс/год)}$$

Кількість поступаючої вуглекислоти визначається, виходячи із пропускної здатності редуктора, встановленого на балоні з вуглекислотою:

$$F = 0,785 \cdot d_2^2 = 0,785 \cdot 0,3^2 = 0,071 \text{ см}^2$$

де $d_2 = 0,3 \text{ см}$ – діаметр сопла редуктора;

$F = 15 \text{ кгс/см}^2$ – робочий тиск в камері редуктора.

$$q_2 = 220 \cdot 0,071 \cdot 15 \cdot \sqrt{\frac{44}{289}} = 92 (\text{кгс} / \text{год})$$

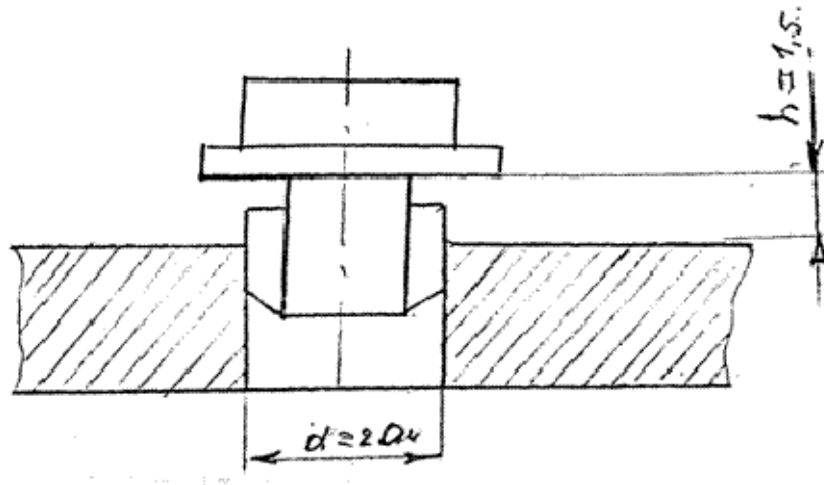


Рисунок 2.13 – Запобіжний клапан

Оскільки пропускна здатність клапана більша поступаючої в модернізований сатуратор вуглекислоти ($q_1 < q_2$).

Отже клапан підібраний правильно.

2.7 Опис роботи системи керування модернізованим сатуратором

Для керування технологічним процесом автоматичної лінії по виготовленню солодких газованих напоїв використовуємо систему керування, яка представлена в графічній частині кваліфікаційної роботи.

Система керування працює нуступним чином.

Коли включається SQ_1 , включатель $S28$ в місцевому положенні. Відкривається вентиль подачі газу, спрацьовує кінцевик $S13$. За ним

спрацьовує кінцевик S10, включається кнопкою S3 вакуум-насос, спрацьовує напірний клапан збірника води.

Коли набирається повний бак води виключається S10 і закривається клапан Y1. Відкриваємо кран на подачу екстракту в збірник екстракту, спрацьовує S14, який підготовляє роботу в автоматичному режимі. Коли ми маємо повний збірник води і тиск газу нормальний, включаємо кнопкою S5 помпу подачі води на насос-дозатор.

Коли працює помпа води і коли тиск води нормальний (бачимо по показах манометра), можемо запустити сатуратор в автоматичний режим. Для цього переключатель S28 включаємо в режим автомату, і кнопкою S7 запускаємо дозуючий насос.

Коли включений насос-дозатор, блок контактів SQ₃ подають напругу на вентилі Y2 і Y3, для подачі газу в збірник насичення і змішування. Коли ця суміш досягає верхнього рівня спрацьовує контакт на дозаторі K6 і виключиться дозуючий насос. Коли впаде рівень в дозаторі-збірнику розмикається S17, яке розмикає K6, контакти якого спрацьовують і подають напругу на SQ₃ і включають насос-дозатор.

Звукова сигналізація.

Звукова сигналізація системи керування задіяна від контактів реле K8. Коли немає в збірнику води задіюється реле K2. Коли високий тиск в збірнику насичення включається K3, а також коли низький тиск то включається (K4), коли брак газу (K5), і коли мінімальний (аварійний) рівень рідини в збірнику насичення і змішування то включається реле (K7).

Відповідно розмикається один із даних контактів спрацьовує реле K8 замикає свій контакт на звукову сигналізацію.

Щоб вимкнути звуковий сигнал, ми натискаємо кнопку (S19), контакт якої задіює реле K9, яке своїм контактом ставить в нормальне положення реле K8.

Світлова сигналізація.

Світлова аварійна сигналізація працює прямо від контактів реле. Коли немає води в збірнику води деаерацій, спрацьовує блок реле K2 і включає індукційну лампочку HC5. Коли високий тиск газу в збірнику насичення спрацьовує блок-реле K3 і включається лампочка HC6. Коли низький тиск, то спрацьовує реле K4 і загоряється лампочка HC7. Нестача робочої суміші в збірнику насоса (K5) – спрацьовує реле і загоряється HL8. Коли нестача сиропу – спрацьовує реле K7 і загоряється індукційна лампочка HL9.

Отже дана система керування забезпечує роботу модернізованого сатуратора в автоматичному режимі і сигналізує про неполадки, про які швидко можна взнати по показах, а значить і швидко їх усунути.

2.8 Опис пульта управління модернізованого сатуратора

Для запуску модернізованого сатуратора вимикач управління пульта ставимо в положення режиму ручний.

Установку ставимо на робоче місце і підключаємо до:

- води;
- сиропу;
- двоокису вуглецю;
- електроживлення;
- води для охолодження вакуумного насосу.

Провіряємо чи закриті вентилі ополіскування трубопроводів.

Перед пуском також:

- відкриваємо вентиль, який підводить воду до вакуумного насосу і контролює кількість поступаючої води.
- відкриваємо вентиль, який підводить воду до вакуумного збірника.
- вентиль, який підводить вуглекислий газ відкриваємо, редуктор встановлюємо на тиск 7-9атм.
- відкриваємо вентиль насичення CO₂ і редукційним клапаном встановлюємо тиск насичення.
- відкриваємо вентиль, який підводить сироп в збірник сиропу.

Коли є сироп в збірнику сиропу відкриваємо вентиль на дозуючий насос.

Включаємо вакуум-насос, і насос води. Провіряємо тиск і температуру води, і коли вони задовольняють, тоді на пульті управління модернізованого сатуратора головний вимикач підводу струму встановлюємо в положення включено і вимикач управління режимами встановлюємо в позицію «автоматичний».

Відкриваємо вентиль, що подає продукт в резервуар розливочної машини. В цей момент установка подає продукт і далі всі операції проходять автоматично.

Контроль за правильністю роботи установки проводиться методом спостереження:

- контрольних лампочок на пульті управління;
- показів термометра;
- показів манометрів;
- контрольних вікон на збірниках та трубопроводах.

При закінченні роботи установки слід:

- закрити вентиль подачі сиропу;

- насос-дозатор буде працювати, поки сироп в збірнику не досягне нижнього рівня (що ми бачимо на пульті управління).

Тоді головний вимикач пульта управління встановлюємо в положення «виключено».

2.9 Розробка системи керування виконавчим пристроєм та опис роботи

Для керування швидкості двигуна водяного насосу розробимо систему керування, яка задовольняла нашим вимогам:

- живлення від 220В;
- простота конструкції.

Схема регулювання показана на рисунку 2.14. До складу системи керування входить:

- регулятор струму (РС);
- регулятор швидкості (РШ);
- система імпульсно-фазового керування (СІФК);
- трансформатор (Тр);
- тахогенератор (ТГ);
- шунт (Ш).

Схема працює наступним чином.

Сигнал задання напруги U_{zc} на вході регулятора РС вибирається з такою умовою, щоб при відсутності сигналу зворотній зв'язок по швидкості, регулятора струму (РС) знаходився в насиченій ділянці.

При роботі приводу на ділянці стабілізації швидкості (ділянка 1-2 рисунку 2.15) за рахунок дії сигналу задання, регулятор РС працює на лінійній ділянці характеристики (1-2, рисунок 2.16). при збільшенні

навантаження швидкість двигуна падає і зменшується сигнал зворотнього зв'язку по швидкості.

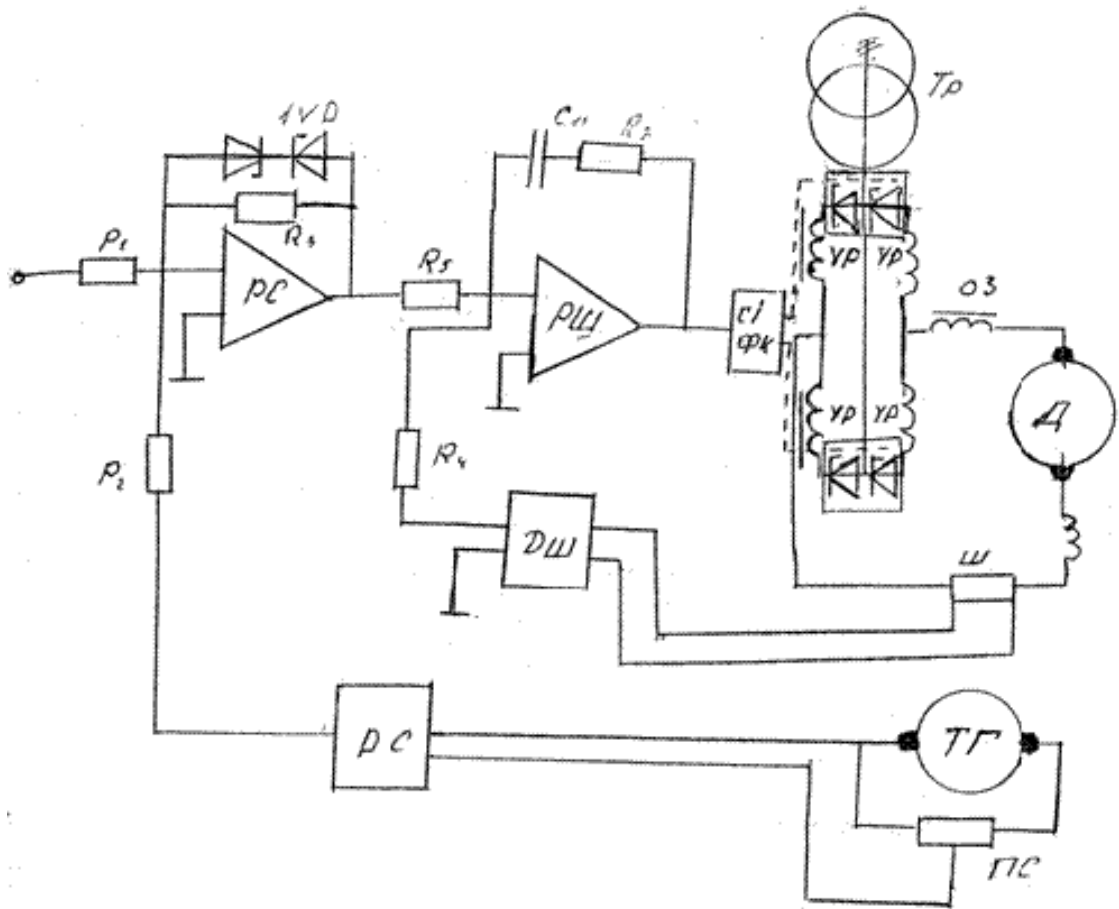


Рисунок 2.14 – Функціональна схема

Оскільки сигнал задання замикається незмінним, то різниця сигналів, що поступають на вхід регулятора РС збільшується. Разом із збільшенням різниці сигналів на вході регулятора виростає і величина вихідного сигналу регулятора U_{pc} .

Коли струм двигуна досягає значення $I_a = I_{ш}$, швидкість понижується до значення ω , що відповідає точці 2 на рисунку 2.15. Подальше зниження швидкості приводить до насичення регулятора РС – ділянка струмообмеження (2-3 рисунок 2.16). Формується тільки контуром струму, на вхід якого поступає сигнал $U_{зmax} = U_{зmax}$. Крутопадаючий характер ділянки струмообмеження формується за рахунок інтегрального закону регулювання

контур стругу, який в свою чергу забезпечується використанням пропорційно-інтегруючого регулятора стругу.

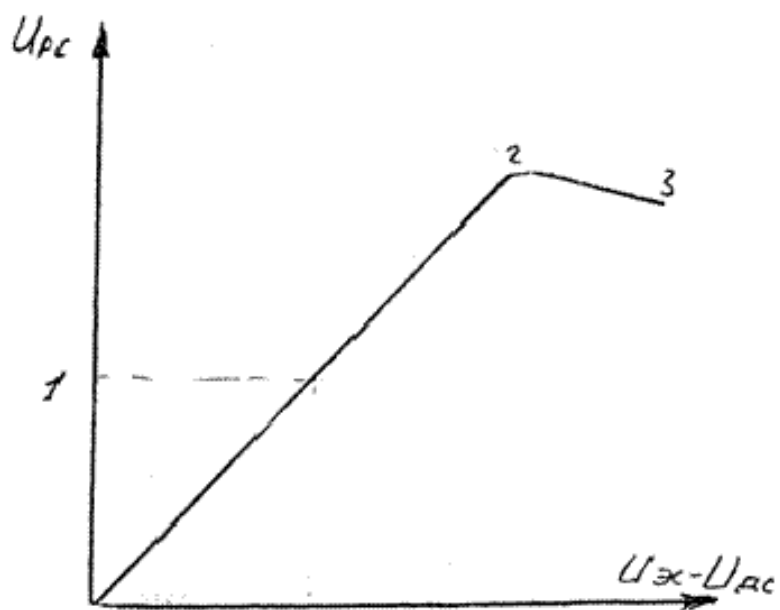


Рисунок 2.15 – Характеристика регулятора

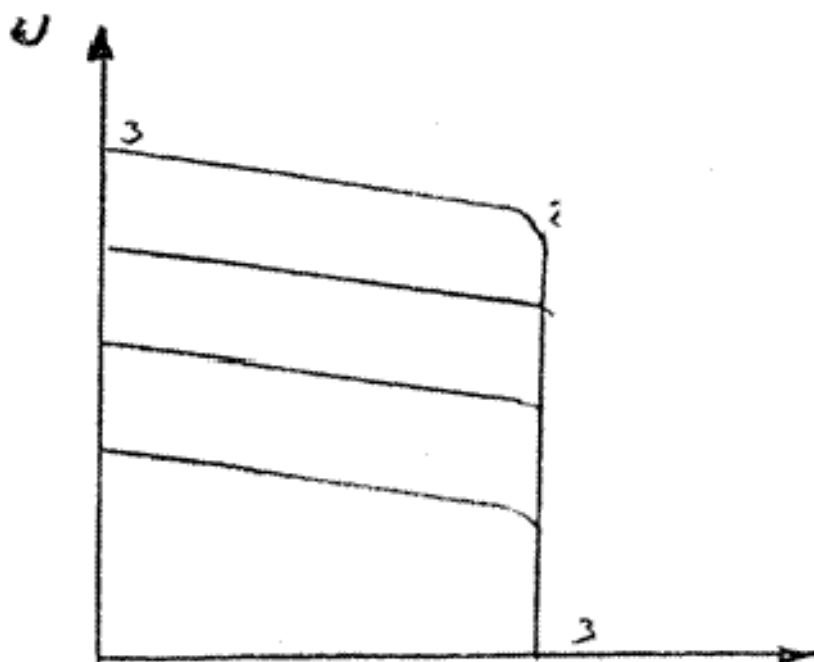


Рисунок 2.16 – Статична характеристика

У випадку використання пропорційно-інтегруючого регулятора струму, ділянка струму обмеження пропорційного регулятора буде мати нахил тим більший, чим вищий коефіцієнт відхилення контуру струму.

2.10 Розрахунок передаточних коефіцієнтів і постійних часу елементів силового ланцюга і датчиків регулювання

Опір ділянки кола якоря двигуна:

$$R_{\partial} = \beta_2 \cdot (R_{я\partial} + R_{к\partial} + R_{\partial n}), Ом$$

де $\beta = 1 + 0,004 \cdot \Delta t = 1,24$ коефіцієнт, який враховує зміну опору при нагріві на $60^{\circ}C$.

$$R_{\partial} = 1,24 \cdot (0,0585 + 0,024) = 0,162 Ом$$

Індуктивність ділянки якоря двигуна

$$L_{\partial} = 0,1 \cdot \frac{U_{\partial n} \cdot 60}{I_{\partial n} \cdot 2p \cdot \pi \cdot n_{зв}}$$

де $U_{\partial n}$ $I_{\partial n}$ – номінальна напруга і струм якоря двигуна відповідно;

$2p$ – кількість обмоток (полюсів);

$\omega_{дв}$ – номінальні оберти, об/хв.;

$$L_{\partial} = 0,1 \cdot \frac{220 \cdot 60}{4\pi \cdot 1500 \cdot 132} = 0,53 \cdot 10^{-3} Гц$$

Електромагнітна стала часу кола якоря двигуна:

$$T_e = \frac{L_\partial}{R_\partial} = \frac{0,53 \cdot 10^{-3}}{0,10^2} = 5,19 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

Коефіцієнт двигуна знаходимо за формулою:

$$C = \frac{U_{\partial n} \cdot I_{\text{ш}} \cdot R_\partial}{\omega_n} = \frac{220 \cdot 132 \cdot 0,102}{78,5} = 37,7 \text{ C}$$

Коефіцієнт передачі тахогенератора постійного струму, у випадку коли він навантажений на потенціометр зворотнього зв'язку (Пе), визначаємо за виразом:

$$K_{mz} = \frac{U_{\text{ш}}}{\omega_{mz}} = \frac{E_{mz}}{\omega_{mz}} - \frac{R_n}{R_{\text{нс}} \cdot R_{\partial \text{в}}}$$

$$K_{mz} = \frac{230}{251,3} = 0,92$$

де
$$\omega_{mz} = \frac{2\pi \cdot n}{60} = \frac{2\pi \cdot 2400}{60} = 251,3 \text{ рад/с}$$

Коефіцієнт передачі датчика швидкості (ДШ) $K_n = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}} = 1,0$, то

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{вх}} \cdot$$

2.11 Основні показники роботи системи та розрахунок регуляторів

Роботи системи стабілізації швидкості в статичних режимах роботи характеризується такими основними показниками, як діапазон $D=60$ і точністю регулювання. Точність регулювання швидкості характеризується відносно регулювання $S=7\%$.

Значення діапазону і відносної похибки можуть бути визначені через вихідні дані приводу:

$$D = \frac{\omega_n}{\omega_{\min}}$$

$$\omega_{\min} = \frac{\omega_n}{D} = \frac{28,5}{60} = 1,31 \text{ рад/с}$$

2.11.1 Розрахунок налагоджувальних параметрів регуляторів

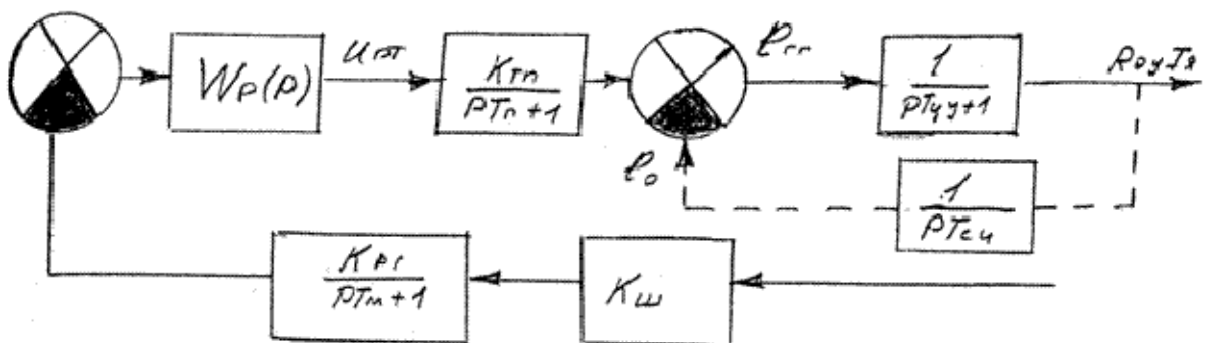


Рисунок 2.17 – Структурна схема регулятора струму

Проведемо розрахунок регулятора струму, схема якого показана на рисунку 2.17. При аналізі схеми враховується для внутрішнього зворотнього

зв'язку за е.р.с. двигуна, що підлягає компенсації в контурі є постійна часу якірного ланцюга $T_{яц}$. Е.Р.С. двигуна показана пунктиром не враховується.

Мала некомпенсована постійна часу:

$$T_{mt} = T_{фв} + T_{mn}$$

де $T_{фв}$ – постійна часу фільтра виходу датчика ДШ (відсутня);

$T_{тп}$ – постійна часу тиристорного перетворювача.

При стандартизації настройки контура струму нехтуючи внутрішнім зворотнім зв'язком по е.р.с. справедлива рівність.

$$T_{\mu} + \frac{T_{\varepsilon}}{5} = 5T_{\mu}$$

де $T_{\mu} = 4,7 \cdot 10^{-2} \text{с}$ – електромеханічна постійна часу;

$T_{\varepsilon} = 7,73 \cdot 10^{-3} \text{с}$ – електромагнітна часу;

$$T_{\mu\varepsilon} = \frac{T_{\mu} + T_{\varepsilon} / 5}{5} = \frac{4,7 \cdot 10^{-2} + 7,73 \cdot 10^{-3} / 5}{5} = 9,7 \cdot 10^{-3} \text{с}$$

Передаточна функція розімкнутого контуру струму при оптимізованому контурі швидкості має вигляд:

$$W_p^T(p) = \frac{U_{\delta}(p)}{U_T(p)} = W_{pT}(p) \cdot \frac{K_{mn}}{p \cdot T_n + 1} - \frac{1}{p \cdot T_n + 1} \cdot K_{ост}$$

де $U_{\delta} = 10 \text{В}$ – напруга на виході ДШ

$U_{зт}$ – задана напруга на виході регулятора

$k_{ост} = k_T k_{дт} = 4,14 \cdot 10^{-3}$ – коефіцієнт передачі шунта;

$k_{дт} = 13,3$ – коефіцієнт передачі тиристорного перетворювача

Отже:

$$W_p^T(p) = W_{pT}(p) \cdot \frac{0,9}{9,7 \cdot 10^{-3} p + 1} - \frac{1}{7,73 \cdot 10^{-3} p + 1} = 0,55$$

Із рівняння передаточних функцій слідує, що для оптимізації контуру необхідно в якості регулятора p_T використати ПІ-регулятор з передаточною функцією:

$$W_{pT}(p) = \frac{p \cdot T_{яц} + 1}{p \cdot a_T \cdot T_\mu \cdot K_{cm} \cdot K_{mn}} = \frac{7,73 \cdot 10^{-3} p + 1}{2p \cdot 3,7 \cdot 10^{-3} p \cdot 0,55 \cdot 0,9 p} = \frac{7,75 \cdot 10^{-3} p + 1}{9,6 \cdot 10^{-3} \cdot p}$$

Передаточна функція контура струму, при вибраних в співвідношенні з виразом параметра регулятора, має вид:

$$W_3^T(p) = \frac{p_{яц} \cdot I_y(p)}{U_{зТ}(p)} = \frac{K_{npT} / K_{ост}}{p \cdot a_T \cdot T_\mu \cdot (pT_\mu^2 + 1) + 1}$$

де $K_{npT} = \frac{R_{зТ}}{R_2} = \frac{9603}{29733,8} = 0,41$ коефіцієнт приведення сигналу задання $U_{зб}$

до сигналу зворотнього зв'язку за струмом:

$$W_3^T(p) = \frac{0,56}{2 \cdot 9,7 \cdot 10^{-3} \cdot (9,7 \cdot 10^{-2} p + 1) + 1} = \frac{0,56}{1,94 \cdot 10^{-3} p \cdot (9,7 \cdot 10^{-3} p + 1) + 1}$$

Для випадку «технічної оптимізації» сигнал задання має пере регулювання 8% і час регулювання $t_p=3,9 \cdot 10^{-3}c$.

Розрахунок параметрів регулятора швидкості суттєвою постійною часу контура є електромеханічна постійна часу $T_{ст}$. В якості некомпенсованої малої постійної часу контура приймаємо еквівалентну постійну $T_{\mu c}$, яка передбачає суму малих постійних.

$$T_{\mu} = a_{\sigma} \cdot T_{\mu T} + T_{\phi c} = 2 \cdot 9,7 \cdot 10^{-3} = 19,4 \cdot 10^{-3} c$$

де $T_{\mu T}$ – мала постійна часу контура струму, $T_{\mu}=9,7 \cdot 10^{-3}c$;

$T_{\phi c}$ – постійна часу фільтра на виході тахогенератора ТГ або датчиком ДШ (відсутній).

Передаточна функція розімкнутого оптимізованого контуру швидкості при оптимізованому контурі струм має вигляд:

$$W_{\text{ооп}}^2(p) = \frac{1}{p \cdot a_T \cdot T_{\mu} \cdot [pa \cdot T_p + (pT_m + 1) + 1]}$$

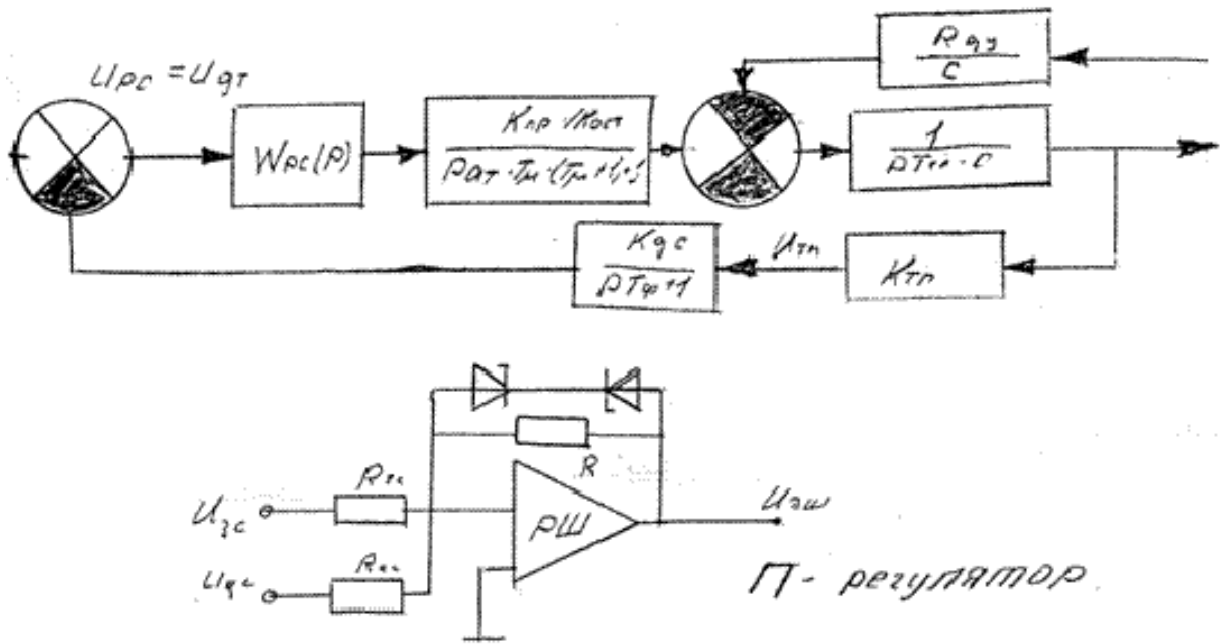


Рисунок 2.18 – Структурна схема контура швидкості

Передаточна функція контура швидкості розімкненого в точці між входом регулятора РШ і датчика швидкості ДШ при невідомій передаточній функції регулятора має вигляд:

$$W_p^2(p) = \frac{U_{dc}(p)}{U_{zc}(p)} = W_{pc}(p) \cdot \frac{K + pK_c T}{pa + T_{\mu T}(T_{\mu T} + 1) + 1} \cdot \frac{K_{oc} \cdot c}{p \cdot T_c \cdot c}$$

де U_{dc} – напруга на вході ДШ;

U_{zc} – напруга на вході РС.

Для приведення передаточної функції до оптимізованої застосуємо пропорційний регулятор (П-регулятор) з коефіцієнтом передачі:

$$K_{pc} = \frac{C \cdot T_{el} \cdot K_{ocm}}{a_c \cdot T_{\mu c} \cdot K_c \cdot K_{np}}$$

Параметри елементів РШ можуть бути визначені у відповідності з виразом вище:

$$\frac{R_{oc}}{R_c} = K_{pc}; \frac{U_z}{R_{mc}} = \frac{K_c \cdot \omega_0(H)}{R_{2c}}$$

де $\omega_0(H)$ – швидкість ідеального холостого ходу двигуна.

Періодична функція замкнутого контура швидкості при вибраних параметрах регулятора має вигляд:

$$W_z^c(p) = \frac{\omega(p)}{U_{zc}(p)} = \frac{K_{np.c} / K_{o.c}}{pa_2 \cdot T_\mu + [T_p \cdot a_2 T_{\mu c} \cdot (p \cdot T_\mu + 1) + 1] + 1}$$

де $K_{np.c} = \frac{R_{2c}}{R_{1c}} = \frac{100}{105} = 0,95$ – коефіцієнт приведення сигналу задання до сигналу швидкості.

2.11.2 Розрахунок передаточних функцій системи.

Розрахунок передаточних функцій для окремих ланок та для системи в цілому проводимо по рисунку 2.19.

Передаточні функції окремих ланок:

– регулятор швидкості РШ:

$$W_{pc}(p) = \frac{C \cdot T_{el} + K_{ocm}}{a_2 \cdot T_{\mu c} \cdot K_o \cdot K_{np}}$$

– регулятора струму РС:

$$W_{pc}(p) = \frac{p \cdot T_{2a} + 1}{a_1 \cdot T_{nc} \cdot K_{ocm} \cdot K_{mn} \cdot p}$$

– тиристорного перетворювача ТП:

$$W_{mn}(p) = \frac{K_{mn}}{T_{\mu c} \cdot p + 1}$$

– двигуна:

$$W_{\delta 1}(p) = \frac{1}{R_{я} \cdot (1 + T_{я\mu} p)}$$

$$W_{\delta}(p) = \frac{R_{я} 1}{C \cdot T_{c\mu} \cdot p}$$

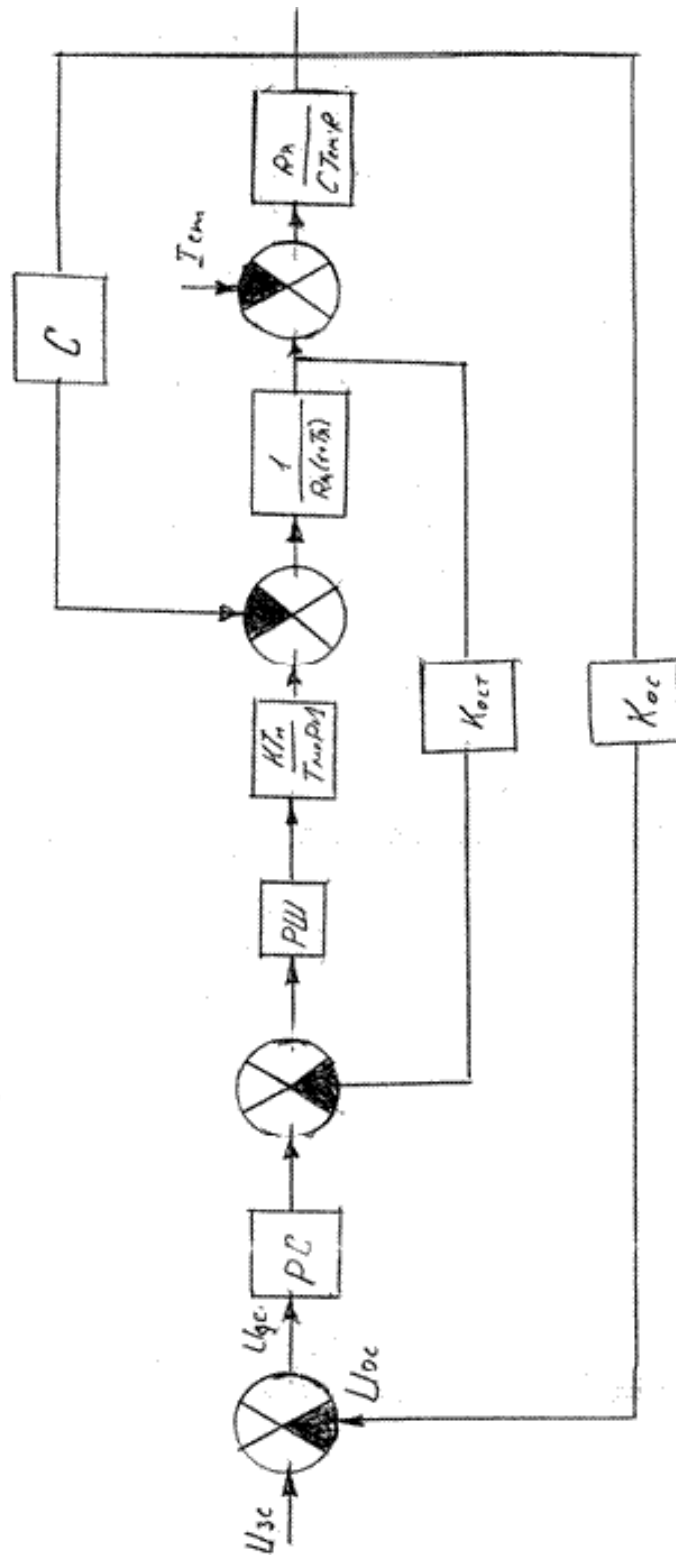


Рисунок 2.19 – Структурна схема системи керування

Передаточна функція розімкнутої системи без врахування контура швидкості має вигляд:

$$W_p(p) = \frac{p \cdot T_{яц} + 1}{a + T_{\mu} \cdot K_{осм} \cdot K_{mn} \cdot p} \cdot \frac{K_{mn}}{T_{\mu} p + 1} \cdot \frac{1}{R_{я} \cdot (T_{я} p + 1)} = \frac{1}{a_1 \cdot K_{осм} \cdot T_{\mu\Gamma} \cdot R_{я} \cdot p \cdot (T_{\mu} p + 1)}$$

Для замкненої системи:

$$W_3(p) = \frac{1}{a_1 \cdot K_{осм} \cdot T_{\mu\Gamma} \cdot R_{я} \cdot p \cdot (T_{\mu} p + 1) \cdot \left(1 + \frac{1}{a_1 \cdot K_{осм} \cdot T_{\mu\Gamma} \cdot R_{я} \cdot p \cdot (T_{\mu} p + 1)}\right)} =$$

$$= \frac{1}{a_1 \cdot K_{осм}^2 \cdot T_{\mu} \cdot R_{я} \cdot p \cdot (T_{\mu} p + 1) + K_{осм}}$$

Передаточна функція розімкненої системи з врахуванням контура швидкості:

$$W_p(p) = \frac{1}{a_1 \cdot K_{осм} \cdot T_{\mu\Gamma} \cdot R_{я} \cdot p \cdot (T_{\mu} p + 1) \cdot K_{осм}} \cdot \frac{C \cdot T_o \cdot K_{осм}}{a_2 \cdot T_{\mu c} \cdot K_{осм} \cdot K_{np}} \cdot \frac{R_{я}}{T_{см} c \cdot p} =$$

$$= \frac{1}{K_1 p \cdot [K_2 p (T_{\mu\Gamma} p + 1) + 1]}$$

де $K_2 = a_1 K_{2осм} \cdot T_{\mu\Gamma} \cdot R_{я} = 2 \cdot 0,386 \cdot 10^{-3} \cdot 0,585 = 2,7 \cdot 10^{-3}$

$$K_1 = \frac{a_2 T_{я} \cdot K_{cc} - K_{арм}}{R_a} = 6,7 \cdot 10^{-2}$$

Для замкненої системи:

$$W_p(p) = \frac{1}{K_1 \cdot p \cdot [K_2 \cdot p \cdot (T_{\mu T} - p + 1) + 1] \cdot \left(\frac{1}{K_1 \cdot p \cdot [K_2 \cdot p \cdot (T_{\mu T} - p + 1) + 1]} + 1 \right) \cdot K_{ocm}} =$$

$$= \frac{1}{K_{occ} \cdot (K_1 \cdot p \cdot [K_2 \cdot p \cdot (T_{\mu T} - p + 1) + 1] + 1)}$$

$$K_{oc} (K_1 \cdot p \cdot [K_2 \cdot p \cdot (T_{\mu T} - p + 1) + 1] + 1) = 0$$

$$0,04(6,7 \cdot 10^{-4} p \cdot [2,7 \cdot 10^{-3} p(6 \cdot 10^{-3} p + 1) + 1] + 1) = 0$$

$$0,04(1,1 \cdot 10^{-2} p^2 + 1,81 \cdot 10^{-2} \cdot p + 6,7 \cdot 10^{-4} \cdot p + 1) = 0$$

$$1,1 \cdot 10^{-6} \cdot p^3 + 1,81 \cdot 10^{-6} p^2 + 6,7 \cdot 10^{-4} p + 1 = 0$$

$$(1,1 \cdot 10^{-6} p^2 - 3,26 \cdot 10^{-6} p + 2,7 \cdot 10^{-3}) \cdot (p + 461) = 0$$

$$W_3(p) = \frac{A}{p + 461} + \frac{B p + C}{1,1 \cdot 10^{-6} p^2 \cdot 3,26 p \cdot 10^{-6} + 2,17 \cdot 10^{-3}}$$

$$1 = A \cdot 1,1 \cdot 10^{-8} p^2 - A \cdot 3,2 \cdot 10^{-6} p + A \cdot 2,17 \cdot 10^{-2} + B_p \cdot 481 + C_p + 46 + C$$

$$\begin{array}{l|l} p^2 & 1,1 \times 10^{-2} A + B \\ p^1 & -3,26 \times 10^{-6} A + 46 + B + C = 0 \\ p^0 & 2,17 \times 10^{-3} + 46 + C = 1 \end{array}$$

$$A = 166,5; \quad B = 1,1 \times 10^{-6} \times 166,5 = 1,8 \times 10^{-6}; \quad C = 1,4 \times 10^{-3}$$

$$\text{При } t=0 \quad W_3(0) = 166,5 - 164 = 2,5$$

$$n(t) = 1 + \frac{1,665e - 461t}{2,5} - \frac{161}{2,5} e^{0,442t} \times$$

$$\times \cos \left(\sqrt{1,6 \times 10^3} t - \frac{1,6 \times 1,426 \times 5}{2,5 - \sqrt{118 \times 10^{-5}}} \times e^{13442,5t} \times \sin \left(\sqrt{1,81 \times 10^{-3}} t \right) \right)$$

$$n(t) = 1 + 66,6e^{-481t} \times e^{1342,5t} \cos \left(\sqrt{1,61 \times 10^3} t \right) - \frac{1,68 \times 1,34426,5}{2,5 - \sqrt{118 - 10^{-3}}} e^{-1942,5t} \sin \left(\sqrt{1,81 \times 10^{-3}} t \right)$$

$$n(t) = 1 + 66,6e^{-481t} \times e^{1342,5t} (65,6\cos(13453t) + 69,9\sin(13454t))$$

За даним рівнянням будемо перехідну характеристику

$$n(t) = \frac{w}{w_{уст}}(t).$$

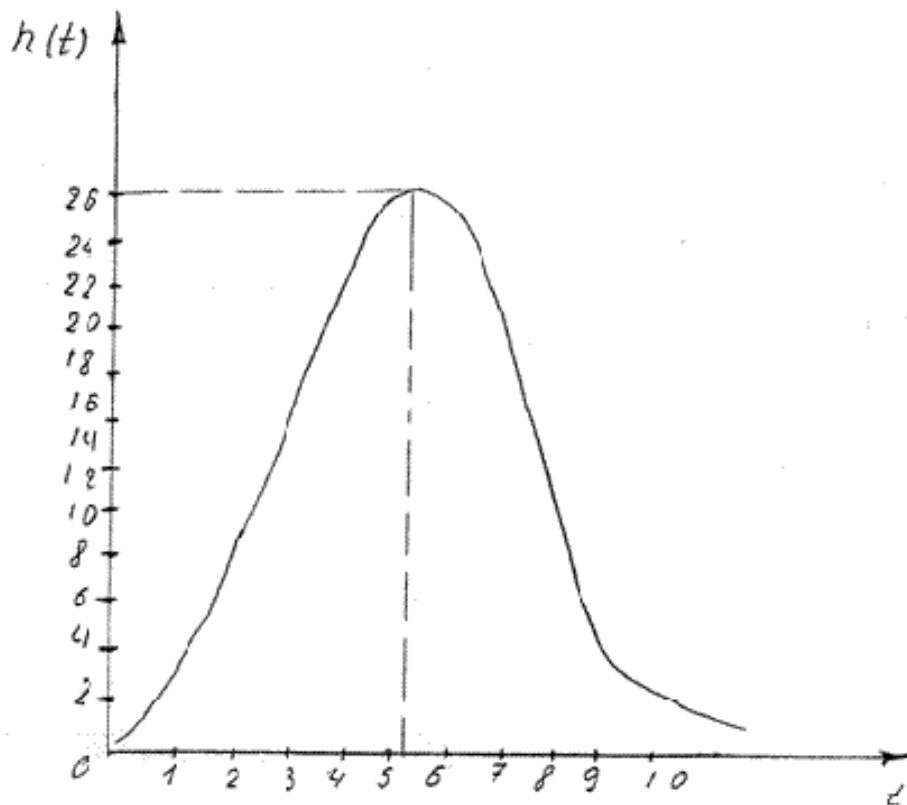


Рисунок 2.20 – Розрахунок системи на стійкість

Розрахунок системи на стійкість проводимо за критерієм Найквіста.

Передаточна функція розімкнутої системи:

$$W_p(p) = \frac{1}{k_1 p (k_2 p (T_{MT} \times p + 1) + 1)}$$

Якщо замкнути розімкнуту систему за допомогою основного від'ємного зв'язку то

$$x_{\text{вих}} = -x_{\text{вх}}$$

При цьому

$$W(p) = \frac{x_{\text{вих}}}{x_{\text{вх}}} = 1$$

Звідки

$$W_p(p) + 1 = 0$$

Даний вираз є характеристичним рівнянням замкнутої системи, записавши через передаточну функцію розімкнутої $W_p(p)$. Це видно із таких перетворень

$$W_p(p) + 1 = \frac{1}{k_1 p (k_2 p (T_M \times p + 1) + 1)} + 1 = \frac{1 + k + p(k_2 p (T_M \times p + 1) + 1)}{k_1 p (k_2 p (T_M \times p + 1) + 1)} = 0$$

Замінімо $p = j\omega$ і виходячи з цього запишемо результат:

$$1 + W(j\omega) = \frac{1 + k_1 j\omega (k_2 j\omega (T_M \times j\omega + 1) + 1)}{k_1 j\omega (k_2 j\omega (T_M \times j\omega + 1) + 1)} = \frac{F(j\omega)}{p(j\omega)} = N(j\omega)$$

де $W(j\omega)$ - амплітудно-фазова частотна характеристика $(F(j\omega), p(j\omega))$

$N(j\omega)$ - частотна характеристика;

Подаємо n співмножників $(j\omega - p_i)$ або $(j\omega + p_i)$ де

p_i та p_i' - подані характеристики рівняння. Отже можна записати:

$$1 + W(j\omega) = \frac{1 + k_1(j\omega - p_2)(k_2(j\omega - p_2)(T_M \times (j\omega - p_2) + 1) + 1)}{k_1(j\omega - p_2)(k_2(j\omega - p_2)(T_M \times (j\omega - p_2) + 1) + 1)} =$$

$$= \frac{2 + k_1(j\omega + p_1)[k_2(j\omega - p_2)(T_M \times (j\omega - p_3) + 1)]}{k_1(j\omega - p_1)[k_2(j\omega - p_2)(T_M \times (j\omega + p_3) + 1)]}$$

За даними результатами будемо діаграму перевірки системи на стійкість.

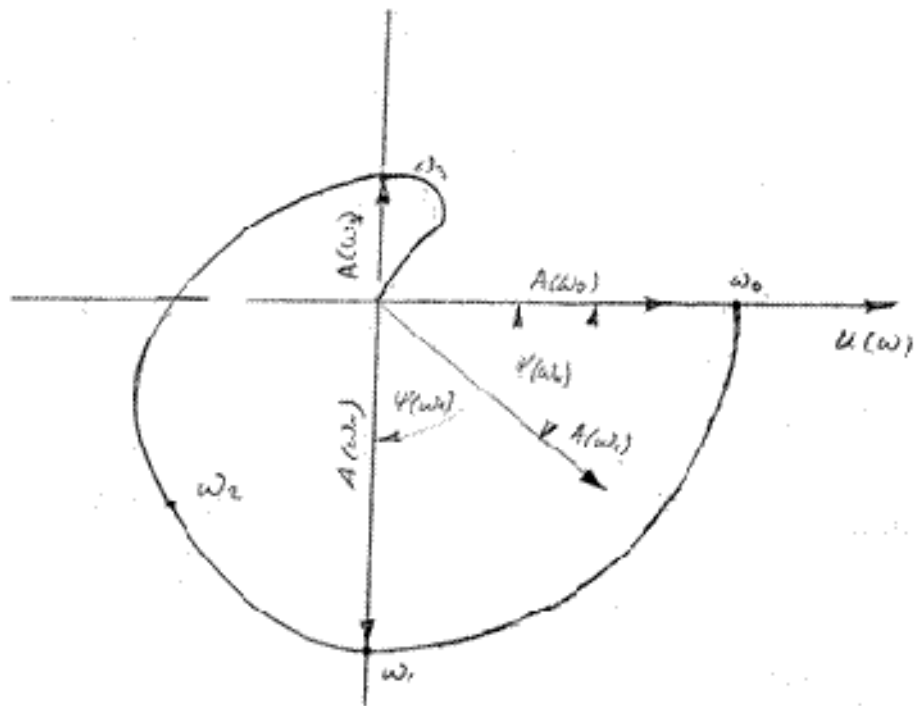


Рисунок 2.21 – Діаграма перевірки системи на стійкість

По рисунку 2.21 бачимо, що наша система є стійкою.

2.12 Розрахунок запобіжника електродвигуна

Плавкі вставки в колах електродвигунів вибирають по двох умовах:
по номінальному струму

$$I_0 > I_H$$

де I_0 - номінальний струм плавкої вставки запобіжника

I_H - номінальний струм електродвигуна по пусковому струму

$$I_0 > I_H / a$$

Де I_H - пусковий струм електродвигуна

a - коефіцієнт, який характеризує умови пуску ($a=2... 2,5$).

Визначаючим являється умова, по якій слід вибрати плавку вставку запобіжника.

Дальше необхідно перевірити вибрану плавку вставку на чутливість до струму однофазного короткого замикання :

$$I_k > K_\phi I_0$$

де I_0 - струм однофазного короткого замикання

K_ϕ - нормативний коефіцієнт чутливості для запобіжників ($K=3$).

Струм однофазного замикання

$$I_k = U_\phi / (Z_T / 3 + Z_n)$$

де Z_T - повний опір трансформатора струму короткого замикання, (залежить від марки трансформатора і схеми з'єднання).

Z_n - повний опір кола короткого замикання.

Якщо вибрати запобіжники з врахуванням викладеного, то вони будуть чітко реагувати на струми короткого замикання і пожаробезпека буде забезпечена [12.ст 96-98]. В нашому випадку в модернізованій установці використовуються двигуни номінальним струмом $I_{н1}=3,5\text{А}$ $I_{н2}=1,8\text{А}$ $I_{н3}=8,5\text{А}$.

Вибираємо плавкі вставки із запобіжників з номінальним опором $I_{o1}=4\text{А}$, $I_{o2}=2\text{А}$, $I_{o3}=9\text{А}$ згідно умови (1).

$$FU1 = FU2 = FU3 = 4\text{А}$$

$$FU4 = FU5 = FU6 = 2\text{А}$$

$$FU7 = FU8 = FU9 = 9\text{А}$$

Дальше перевіряємо вибрану плавку вставку на чутливість до струму однофазного короткого замикання.

Для $FU1, FU2, FU3$.

$$I_k > K_u I_{o1}$$

так як для нашого випадку $I_{o1}=4\text{А}$, $I_k > 3 \times 4 = 12\text{А}$;

Струм однофазного короткого замикання для $FU4, FU5, FU6$.

$$I_k > K_u I_{o2},$$

так як для нашого випадку $I_{o2}=2\text{А}$,

$$I_K > 3 \times 2 = 6A$$

Аналогічно для $FU7, FU8, FU9$

$$I_K > K_{\text{ч}} I_{03},$$

так як для нашого випадку $I_{03}=9A$,

$$I_K > 3 \times 9 = 27A$$

Схема з'єднання показана на рисунку 5.1.

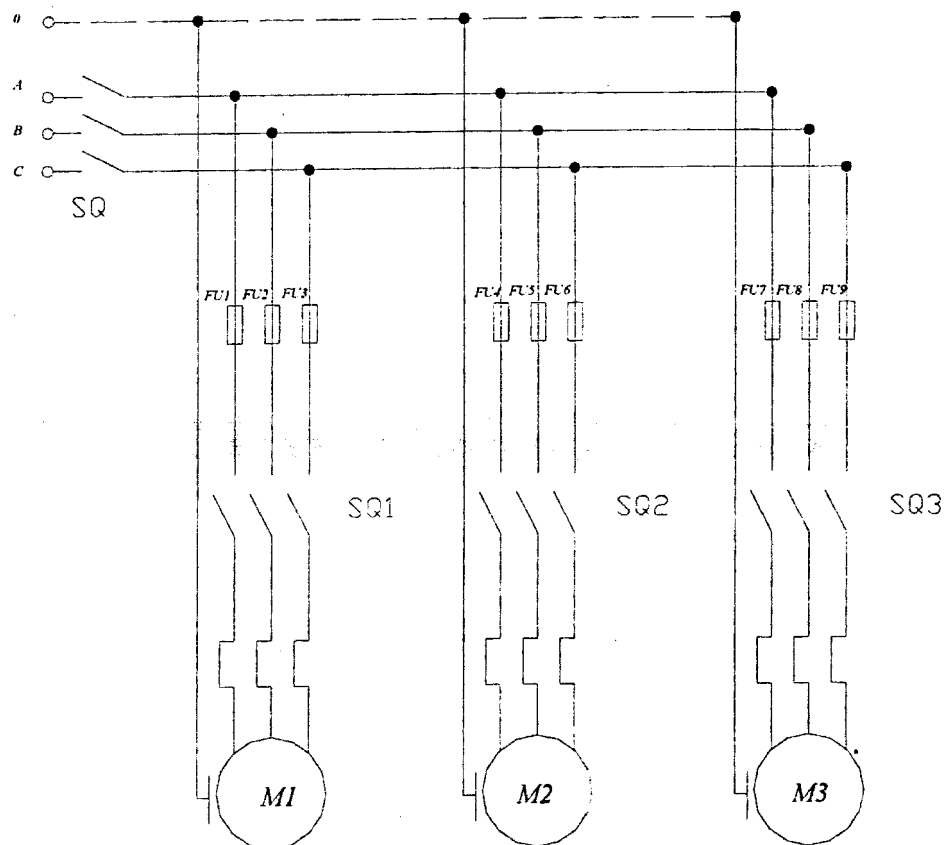


Рисунок 5.1 - Схема з'єднання двигунів.

4 Спеціальна частина

Розробка програми для розрахунку і вибору запобіжного клапану

4.1 Розробка блок-схеми роботи програми

Розрахунок запобіжного клапану проводиться по формулі:

$$q_1 = 220 \cdot F \cdot P \cdot \sqrt{\frac{M}{T}} \text{ (кг/год)}$$

де q_1 – пропускна здатність клапану в кг/год;

F – робоче січення клапану в см^2 ;

P – абсолютний тиск середовища в кгс/см^2 ;

M – молекулярна вага бродячої через клапан вуглекислоти;

T – абсолютна температура вуглекислоти в $^\circ\text{К}$.

Вибір запобіжного клапану проводиться за умовою, щоб $q_2 < q_1$

де q_2 – пропускна здатність редуктора, встановленого на балоні з вуглекислотою.

Коли знайдене q_1 буде відповідати умові, то клапан вибраний правильно, в протилежному випадку – не правильно.

Такі величини, як T і P є постійними рівні:

$$T = 273^\circ + t^\circ\text{C} = 273^\circ + 16^\circ = 289^\circ\text{K}$$

$$P_1 = 4 \text{ кгс/см}^2$$

де q_1 , F_1 і M_1 змінні (різні для кожного типу клапана).

Для редуктора:

$$T_2=289^{\circ}\text{K},$$

$$P_2=15\text{кгс/см}^2$$

Блок-схема алгоритму роботи програми буде мати вигляд показаний на рисунку 4.1.

4.2 Розробка програми для розрахунку запобіжного клапану

Для розроблення програми для розрахунку запобіжного клапану використовуємо наступні величини:

Змінні:

q_1 – пропускна здатність клапану;

q_2 – пропускна здатність редуктора;

f_1 – площа січення клапану;

f_2 – площа січення редуктора;

p_1 – тиск клапану;

p_2 – тиск в редукторі.

Сталі:

t – температура навколишнього середовища;

m – молекулярна маса газу.

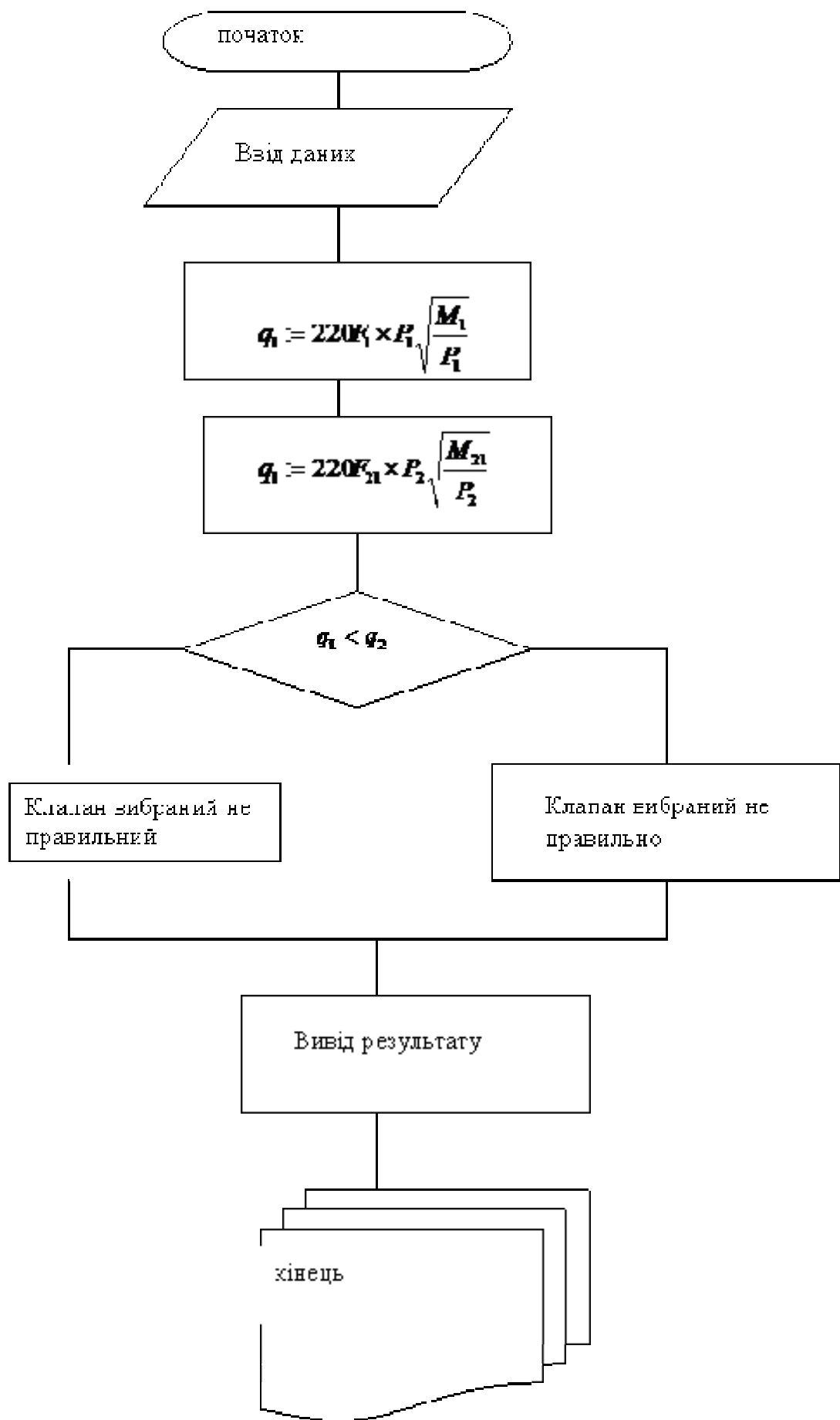


Рис. 4.1 - Блок-схема алгоритму роботи програми

4.3 Опис роботи програми для розрахунку запобіжного клапану сатуратора

Програма для розрахунку і вибору запобіжного клапану модернізованого сатуратора називається «frg».

Принцип роботи програми «frg» полягає в тому, що для вибору запобіжного клапану модернізованого сатуратора додатково розрахована пропускна здатність редуктора встановленого на балоні з вуглекислотою.

Тоді йде порівняння двох величин q_1 і q_2 де:

q_1 – пропускна здатність запобіжного клапану;

q_2 – пропускна здатність редуктора встановленого на балоні з вуглекислотою.

Якщо q_1 більше від q_2 то це означає, що клапан вибрано правильно і на екрані ми побачимо напис («klapan vibrano virno»), в протилежному випадку, якщо q_1 менше q_2 то – («klapan vibrano ne virno»), що означає, що клапан вибраний правильно.

Для правильного вибору клапана потрібно брати дані для запобіжних клапанів.

Для прикладу візьмемо запобіжний клапан з робочим січенням $f_1=196\text{кгс/см}^3$; абсолютна температура $t=289^\circ\text{К}$, абсолютний тиск навколишнього середовища для нашого випадку візьмемо $p_1=4\text{кг/см}^2$; молекулярна вага вуглекислого газу $M=44$.

В нашому випадку використовується редуктор із робочим січенням $f_2=0,071\text{см}^3$ і тиск середовища $p_2=15\text{кг/см}^2$. Так як газ один і той же (CO_2) то молекулярна вага $M=44$; і $t=289^\circ\text{К}$.

Подавши на запуск програму «frg» на екрані висвітиться:

« $f_1=$ »

Ввівши всі дані, після кожного запису значення натискаємо клавішу «ENTER».

«f» «ввід даних» «ENTER».

Після вводу всіх даних натискаємо ще раз клавішу «ENTER» і висвітиться на екрані результат. Для нашого прикладу:

«klapan vybrano pravylno»

Отже, клапан із робочим січенням $f=196 \text{ кгс/см}^3$ для нашого випадку підходить, тому що пропускна здатність його більша від поступаючої від редуктора.

4. Безпека життєдіяльності, основи хорони праці

4.1. Залежність розмірів осередків ураження від маси продуктів вибуху, їхнього тиску, метеоумов і місцевості

В комплексі заходів протихімічного захисту населення важливе місце займає оцінка радіаційної та хімічної обстановки . Володіння її методикою є прямим обов'язком начальників цивільної оборони , командирів формувань ЦО.

При аваріях, пов'язаних з виробництвом, зберіганням та транспортуванням сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), може виникнути складна хімічна обстановка з утворенням зон хімічного зараження (ЗХЗ) та осередків хімічного ураження (ОХУ). Небезпека ураження населення в цих умовах вимагає швидкого виявлення СДОР і оцінки хімічної обстановки , а також періодичного її уточнення ,оскільки метеоумови можуть постійно змінюватись.

Тому командно-начальницький склад і особовий склад невоєнізованих формувань ЦО об'єктів господарської діяльності (ОГД) повинен досконало володіти методикою оцінки хімічної обстановки.

Хімічна обстановка - це обстановка, яка складається на території адміністративного району, населеного пункту чи ОГД внаслідок викиду (випливу) СДОР або застосування хімічної зброї, істотно впливає на життєдіяльність населення роботу ОГД, боєздатність формувань ЦО і вимагає вжиття необхідних заходів захисту.

Зона хімічного ураження включає ділянку розливу - територію, над якою поширюється первинна або вторинна хмара СДОР чи ОР в небезпечних для життя і здоров'я людей концентраціях . В зоні хімічного

зараження може знаходитись один або більше осередків хімічного ураження. Осередок хімічного ураження - це територія, в межах якої внаслідок виливу СДОР виникають масові ураження людей, сільськогосподарських тварин і рослин. ЗХЗ характеризується розмірами (глибиною і шириною) і площею, які залежать від кількості СДОР (ОР), їх виду, метеоумов, рельєфу місцевості, наявності на ній рослинності, типу і щільності забудови. Хімічну обстановку на ОГД виявляють пости (ланки) радіаційного і хімічного спостереження (ПРХС) та на хімічно небезпечних об'єктах - черговий диспетчер, який у випадку аварії повідомляє робітників і службовців об'єкту і доповідає в штаб ЦО міста (району).

Оцінка хімічної обстановки проводиться методом прогнозування (завчасно, при розробці плану ЦО об'єкту) і за даними розвідки.

При оцінці хімічної обстановки методом прогнозування приймається умова одночасного розливу (викиду) всього запасу СДОР (воєнний час) або із максимальної по об'єму одиничної ємності (в мирний час) при сприятливих для розповсюдження зараженого повітря метеоумовах (інверсія, швидкість вітру 1 м/с).

Оцінка хімічної обстановки за даними розвідки проводиться на основі конкретної обстановки, коли враховується фактична кількість вилитої СДОР і реальні метеоумови. Оцінка хімічної обстановки на ОГД передбачає:

- визначення розмірів і площі ЗХЗ;
- визначення часу підходу хмари зараженого повітря СДОР до об'єкту;
- визначення тривалості уражаючої дії СДОР;
- визначення можливих втрат населення в ОХУ.

Для оцінки хімічної обстановки необхідно мати такі вихідні дані:

- вид і кількість СДОР;
- місце викиду СДОР

- час викиду СДОР;
- ступінь захищеності людей (наявність захисних споруд , індивідуальних засобів захисту);
- топографічні умови місцевості і характер забудови на шляху розповсюдження хмари зараженого повітря (закрита чи відкрита місцевість);
- метеоумови;
- швидкість і напрямок вітру в приземному шарі, температура повітря і ґрунту, ступінь вертикальної стійкості повітря.

Розрізняють три ступені вертикальної стійкості повітря :

- інверсію - при ній нижні шари повітря холодніші за верхні, що перешкоджає переміщенню його по вертикалі і створює оптимальні умови для збереження високих концентрацій отруйних речовин (виникає у вечірній і нічний час при тихій погоді і швидкості вітру до 4м/с);
- конвекцію - нижні шари повітря нагріті більше ніж верхні, що сприяє переміщенню повітря по вертикалі, а значить зменшенню її уражаючої дії Виникає вдень , при ясній погоді і швидкості вітру до 4м/с);
- ізотермію - температура повітря межах 20-30м від земної поверхні майже однакова (спостерігається в похмуру погоду, при опадах або при швидкості вітру більше 4м/с, а також як перехідний період від інверсії до конвекції навпаки) [26].

Оцінка хімічної обстановки

Оцінку хімічної обстановки можна проводити за формулами і таблицями складеними відповідно до основних видів СДОР[11].

В нашому випадку ТЗОВ “Мікрол” є небезпечним об'єктом третього ступеня по хімічній небезпеці, це означає, що зона зараження виходить за межі території об'єкту. В запасах даного об'єкту може бути нагромаджено до 150т соляної кислоти. Максимальний об'єм ємності становить 40т кислоти .

Проведемо оцінку можливої хімічної обстановки в результаті руйнування 40-а тонної ємності соляної кислоти з чисельністю зміни 500 чоловік. На віддалі 1 км знаходиться житловий масив. Робітники і службовці проти газами забезпечені на 100%. Метеорологічні умови :

Інверсія : швидкість вітру -1м/с ; t=20С °; А°=270°. Потрібно :

Оцінити хімічну обстановку, яка може скластися внаслідок аварії на час після аварії N=1год;

Розв'язання:

Визначаємо глибину можливого зараження (Г) і площу зараження (S)

Визначаємо еквівалентну кількість речовини в первинній хмарі :

$$Q_1 = K_1 \times K_3 \times K_5 \times K_7 \times Q_0 \quad (\text{т})$$

де Q0=40 (т)

K1 -коефіцієнт, який залежить від умов зберігання СДОР (табл. 10 [11])

K1=0

K3-коефіцієнт рівний відношенню порогової токсодози соляної кислоти до порогової дози інших СДОР, K3=0.3;

K5-коефіцієнт, який враховує ступінь вертикальної стійкості повітря (інверсія=1);

K7-коефіцієнт, який враховує вплив температури повітря K7=1

Отже Q1=0

Визначаємо еквівалентну кількість речовини у вторинній хмарі :

$$Q_2 = (1 - K_1) \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times Q_0 / h \times d \quad (\text{т})$$

де K2 -коефіцієнт, який залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР , K2=0,021;

K4- коефіцієнт, який враховує швидкість вітру ;

Кб - коефіцієнт, який залежить від часу, що минув від початку аварії.

Кб=1,

при N=1

Q2=4,2 (т)

I Oi-4.2 (т)."

Глибина зони зараження первиною (вторинною) хмарою визначається в залежності від еквівалентної кількості речовини і швидкості вітру.

Повна глибина зони зараження Гп (км) визначається :

$$Г_{п} = Г_{1(2)} + 0.5 Г_{2(1)} \text{ км};$$

де Г1(2) - найбільший із розмірів Г1 і Г2.

Г2(1) - найменший із розмірів Г1 і Г2.

Гп=11,25км.

Гп=NxV , N=1год за табл. 11 [11] V=5км/год (при швидкості повітря 1м/с);

Гп=5км;

Площа зони зараження.

Площа зони можливого зараження первиною (вторинною) хмарою визначається :

$$S_{м} = 8,72 \times 10^3 \times Г_{п}^2 \times \alpha f \text{ (км}^2\text{)}$$

де Sm-площа зони можливого зараження СДОР, км2;

Гп - глибина зони зараження , км

F - кутові розміри зони можливого зараження , (град); при v=1м/с;
f=180°.

Для нашого прикладу:

Гп=5км, V=1м/с,

Sm=0,00872x52x180=39,2(км2)

Sm=39,2(км2);

Площа фактичного зараження S_{ϕ} в км розраховується за формулою

$$S_{\phi} = K_{\phi} \times \Gamma_n^2 \times N^{0.2}$$

K_{ϕ} - коефіцієнт який залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря: інверсія=0,081;

$$\text{Тоді } S_{\phi}=0,081 \times 52 \times 10,2=2,025 \text{ (км }^2\text{);}$$

Час підходу зараженого повітря до об'єкту залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком

$$T_n = L/v \text{ (год);}$$

L -відстань від джерела зараження до заданого об'єкту , км;

v -швидкість переносу переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год;

$$L=1 \text{ км , } v=5 \text{ км ;}$$

$$T_n=0,2(\text{год})=15(\text{хв}).$$

Можливі втрати робітників , службовців і населення в районах хімічного зараження визначаються з використанням табл.5 [11] в залежності від умов перебування і забезпеченості засобами індивідуального захисту.

$$\text{Можливі втрати } -4\% , P=500 \times 0,04=20 \text{чол.}$$

Орієнтовна структура втрат:

легкого ступення-25% (5чол);

середнього ступення-40 % (8чол);

з смертельними випадками-35% (7чол).

Зона можливого зараження хмарою СДОР обмежена півколом, який має кутові розміри f і радіус, рівний глибині зараження.

Зона можливого зараження має такий вигляд :

При швидкості вітру за прогнозом $v=0.6$ -м/с - півколо

$$A^0 = 270^0$$

$$f = 180^0$$

$$r=\Gamma$$

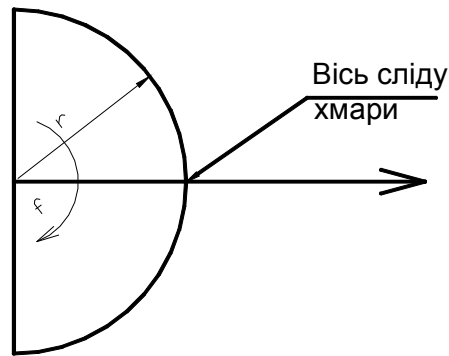


Рис. 4.1. Зона можливого зараження

4.2. Пожежна профілактика в цеху виготовлення газованих напоїв

Пожежі у виробничих приміщеннях сприяють великій небезпеці для працюючих і можуть спричинити великі матеріальні збитки. Пожежна безпека забезпечується мірами пожежної профілактики.

Виникнення пожеж в приміщеннях, особливо розповсюдження в них полум'я особливо залежить від того, з яких конструкцій і матеріалів вони виготовлені, які їхні розміри і їх планування. У відповідності до СНіП всі будівельні конструкції по запалюваності поділяються на три групи:

1. Незаймисті, які під дією вогню або високих температур не розпалюються і не обвуглюються (до них відносяться багато металів і матеріалів мінерального походження).
2. Важкозаймисті, які можуть запалюватись і продовжувати горіти тільки при дії стороннього джерела запалювання (до них відносяться, наприклад, конструкції із дерева, просочені або покриті вогнезахисними складниками).

3. Займисті, які можуть самостійно горіти після ліквідації джерела запалювання (до них відносяться багато пластичних матеріалів, в тому числі застосовуваних у будівництві).

Займистість будівельних конструкцій визначається, як правило, займистістю матеріалів, з яких вони виготовлені. Можливість конструкції опиратись дії пожежі на протязі певного часу, називається вогнестійкістю.

Підвищити вогнестійкість виробничих приміщень можна облицюванням або штукатуренням будівельних конструкцій. Перевагою користуються облицювальні матеріали, які володіють мінімальною вагою і мінімальним коефіцієнтом теплопровідності. Так, при облицюванні сталевих колон гіпсовими плитами товщиною 6 мм межа вогнестійкості підвищується з 0,25 до 3,32. Використовуються фарби, які в умовах звичайної експлуатації захищають металічні конструкції від корозії, а при пожежі коробляться і в результаті збільшення їх термічного опору підвищують межу вогнестійкості.

Велике значення має захист дерев'яних конструкцій, так як при нагріванні їх поверхні до 270-280⁰С вони спалахують полум'ям і продовжують горіти самостійно. Із існуючих видів штукатурки перевага надається вапно-цементній товщиною 20 мм, азбесто-цементній або гіпсовій. Захищені такою штукатуркою дерев'яні конструкції відносяться до важкозаймистих.

Другим ефективним видом вогнезахисної обробки деревини являється просочування антипіреном. Антипірен являють собою хімічні сполуки, призначені для надавання деревині негорючості, такі, наприклад, як фосфорнокислий амоній $(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$, сірчистий амоній $(\text{NH})_2\text{SO}$. Найбільший ефект досягається. Якщо деревина ввібрала антипіренів до 75 кг/м³. Таке просочування називається глибоким і виконується в спеціально

призначених для цієї мети установках.

Для попередження розповсюдження пожежі з одного приміщення котельні вдруге, використовуються протипожежні заходи: брендмауери, протипожежні покриття і двері, водяні завіси, протипожежні ділянки. Брендмауером називається глуха незгоряюча стіна з межею вогнестійкості не менше 2,52, яка перетинає всі важко займисті і займисті елементи приміщення. Ця стіна опирається безпосередньо на фундамент і підвищується на 60 см над дахом. При цьому конвективні потоки відхиляються на висоту, яка безпечна для горіння ділянки даху, який знаходиться за брендмауером. Схема такого пристрою протипожежної стіни – брендмауера приведена на рисунку 4.2.

Як правило, в брендмауерах і в других протипожежних перегородках пройоми не роблять. Якщо по умовах технологічного процесу (транспортування матеріалів і готових виробів) пройоми необхідні, то їх захищають незаймистими або важкозаймистими дверима, воротами.

Коли по умовах технологічного процесу конструкція брендмауерів неможлива, тоді важкозаймисті і займисті покриття і стіни розділяють на ділянки при допомозі об'ємних просторових елементів для того, щоб обмежити розповсюдження вогню в площині покриття і всередині приміщень.

Протипожежна ділянка являє собою незгоряєму смугу покриття шириною 6 м, яка перетинає приміщення по всій його ширині або довжині. Межа вогнестійкості несучих конструкцій протипожежних ділянок повинна складати 42, а покриття 22. Для попередження проникнення вогню всередину приміщень, конструкцію протипожежної ділянки, як правило, суміщають з водяними завісами.

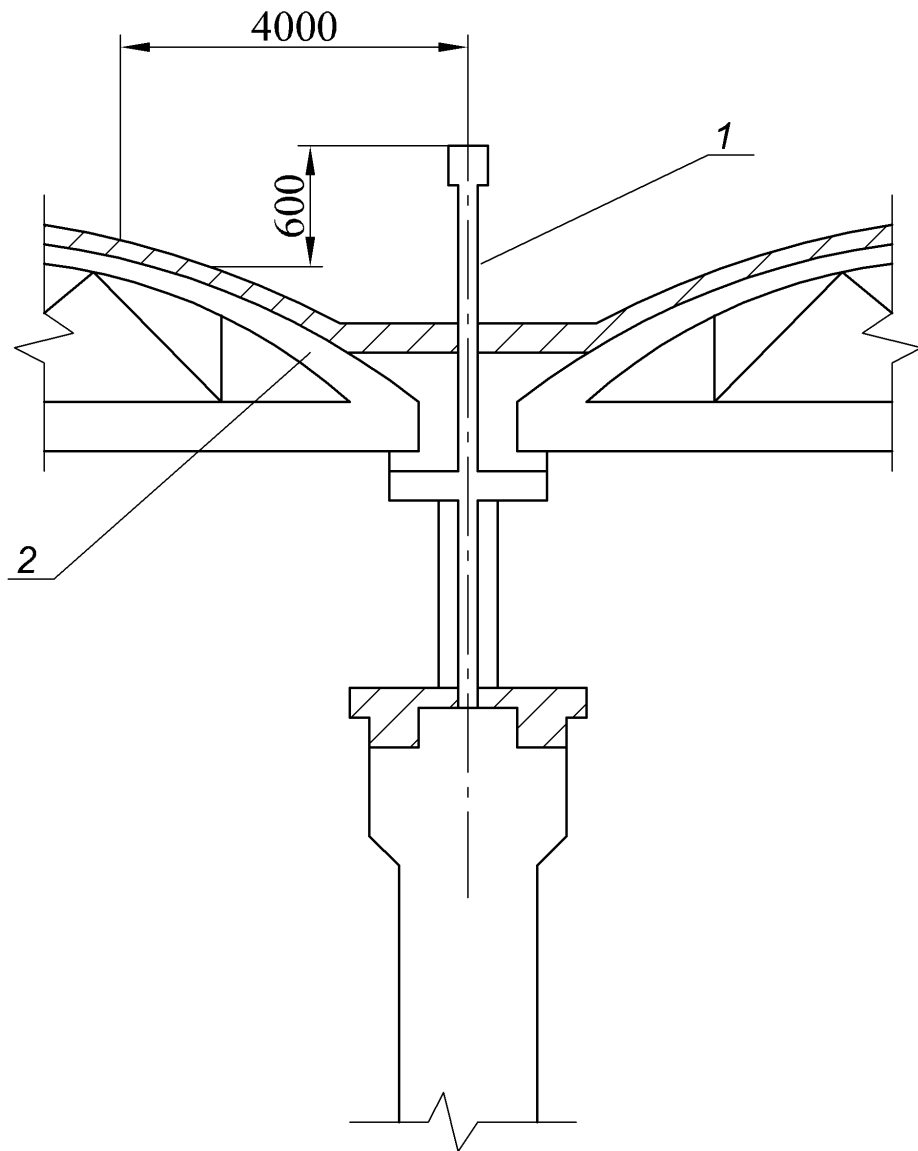


Рис. 4.2. Схема пристрою – брандмауера
(1 – брандмауер; 2 - ферми)

При проєктуванні виробничих приміщень необхідно передбачити безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі люди повинні покинути приміщення на протязі мінімального часу, який визначається коротшою відстанню від місця їх знаходження до виходу з котельні. На шляхах евакуації не допустима побудова гвинтових драбин та інших перепон, які можуть викликати падіння людей. Кількість евакуаційних виходів з котельні потрібно як правило проєктувати, як правило,

не менше двох.

Як правило, виникнення пожеж в приміщеннях супроводжується виділенням великої кількості диму. Він затемнює приміщення і утруднює умови евакуації та гасіння пожежі. Виділення газів і диму з палаючих приміщень проводиться через віконні рами, а також за допомогою спеціальних димових люків, легкоскидуваних конструкцій. Пристрій димового люка приведений на рисунку 4.3.

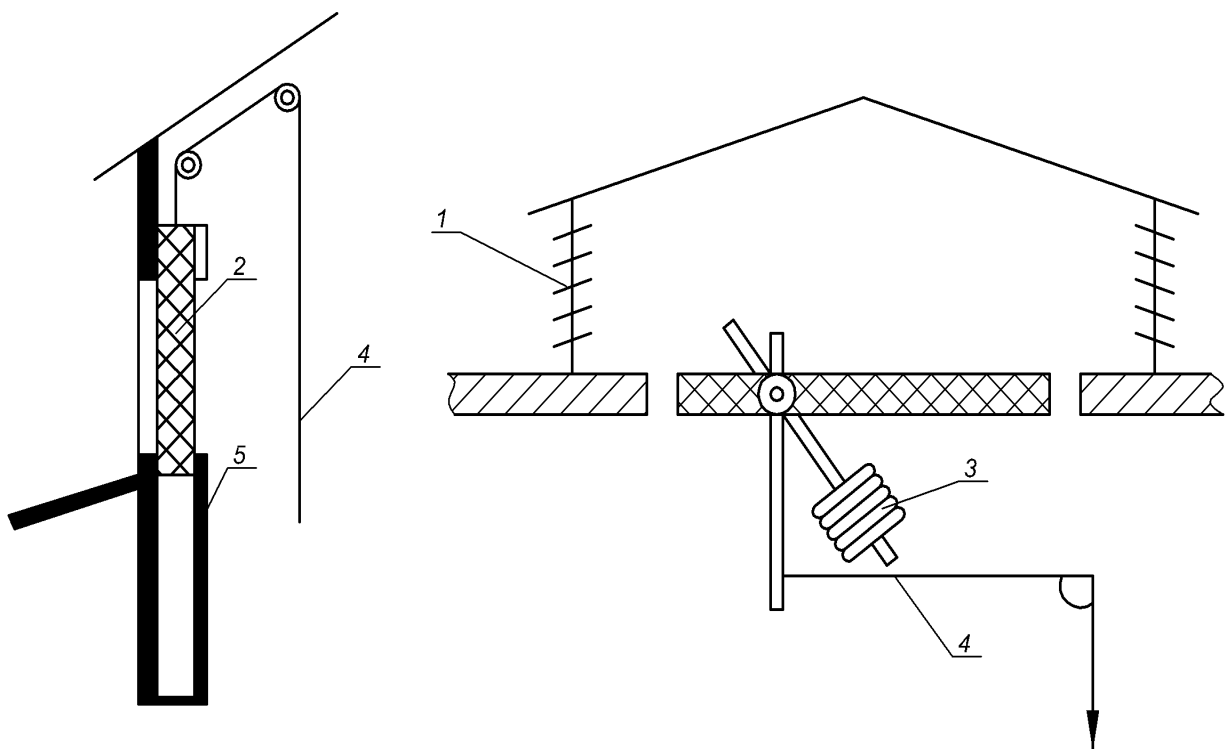


Рис. 4.3. Будова димового люка

(1 – люки; 2 – засувка; 3 – противага; 4 – важіль; 5 - направляюча)

Димові люки призначені для видалення продуктів горіння, забезпечення незадимленості суміжних приміщень і керування процесом горіння при пожежах (з метою надавання поширенню полум'я потрібного напрямку). Димові люки встановлюють у підвальних приміщеннях. Легкоскидувані конструкції використовують для видалення продуктів

горіння при вибуху з метою зниження тиску до величини, безпечної для міцності та стійкості будівельних конструкцій. Легкоскидувані конструкції являють собою елементи зовнішніх стін і покриттів.

При можливих виникненнях пожеж в виробничих приміщеннях використовується наступне обладнання: дренчерні установки, вогнегасники різних видів. Дренчерні установки представляють собою систему трубопроводів, на яких розміщені спеціальні головки – дренчери з діаметром відкритих вихідних отворів 8, 10, 12,7 мм, лопатевого виду, розраховані на скроплювання водою не більше 12 м² площі підлоги. Дренчерний розпилювач з повздовжніми щілинами дозволяє рівномірно скропити водою 210 м² площі підлоги, якщо він розміщений на висоті 5,2 м; розпилювач з гвинтовими щілинами дає можливість отримати розпилену воду більш мілкої дисперсії. Дренчери встановлюють як для гасіння пожеж, так і для створення водяних завіс з метою ізоляції початку появи пожежі і запобігання її розповсюдженню.

При гасінні пожеж газами і парою випростовують двоокис вуглецю, димові або відпрацьовані газы, пару, а також аргон та інші газы. Вогнегасна дія названих складників базується на розбавленні повітря і в зниженні в ньому вмісту кисню до концентрації, при якій припиняється горіння. Вогнегасний ефект при розбавленні вказаними газами обумовлюється втратами тепла на нагрівання змішувачів і зниженню теплового ефекту реакції. Особливе місце серед вогнегасних складників займає двоокис вуглецю (вуглекислий газ). Вуглекислотні вогнегасники ОУ-5, ОУ-8, УП-2М застосовують для гасіння котлів, електрообладнання в котельні.

В останні роки в якості засобів гасіння пожеж використовують порошкові складники на основі неорганічних солей. Порошкові складники являються єдиним засобом гасіння пожеж металоорганічних з'єднань. Найбільш широко використовуються порошкові складники на сонові

карбонатів і бікарбонатів натрію, калію.

Установки гасіння пожеж порошковими складниками можуть бути стаціонарними (з ручним, дистанційним та автоматичним включенням) і також пересувними (автомашини порошкового гасіння, вогнегасники ОПС-10, ОППС-100, СІ-120). Стаціонарні установки порошкового гасіння монтують безпосередньо в котельних приміщеннях.

4.3. Правила безпеки при експлуатації обладнання в цеху виготовлення газованих напоїв

Умовою правильної експлуатації лінії або установки є суворе дотримання правил техніки безпеки, основна задача якої - охорона здоров'я працівників.

Хоч в кожній промисловості мають специфічні особливості експлуатації лінії, однак загальні правила техніки безпеки можуть бути сформульовані наступним чином:

- знання робочим правил техніки безпеки роботи на установках, які працюють під тиском;
- робота тільки на справленому обладнанні;
- робота установки тільки в режимах, передбачених інструкцією;
- дотримання правил електробезпеки;
- наявність засобів першої допомоги потерпілим при нещасних випадках.

Всі робочі, приступивши до роботи на лінії, повинні проходити ввідний інструктаж і в подальшому не рідше чим один раз в рік проходять перевірку знань по правилах техніки безпеки.

Всі електричні установки обов'язково повинні бути заземлені або занулені в відповідності з інструкціями.

Обладнання може обслуговувати особа, яка має кваліфікацію оператора харчової промисловості і ознайомлення з даною інструкцією по експлуатації.

Обладнання не потребує постійного нагляду обслуговуючого персоналу.

Не можна приводити в рух поламане обладнання.

Усунення неполадок дозволяється тільки персоналом служби головного механіка.

Не дозволяється робота обладнання в випадку відсутності захисних огорожень.

При миті обладнання миючим засобами і засобами дезінфекції слід дотримувати обережність і правила які відносяться до цих засобів а також одіти захисну одягу і насамперед :

- захисні окуляри;
- резиновий фартух на робочу одягу;
- захисні рукавиці;
- захисний капішон;
- штани повинні прикривати чоботи.

При виявленні неполадки роботи обладнання слід заявити про це ремонтній службі з метою усунення.

Обладнання перед передачею в експлуатацію слід:

- заявити в Інспекцію

Технічного нагляду;

- перевірити стан ізоляції заземлення електропроводки.

Експлуатація установки не допускається :

– після закінчення терміну чергового огляду, якщо немає дозволу на експлуатацію;

– при відсутності в паспорті установки дозволу на експлуатацію;

– при виявленні неповної кількості кріпильних деталей.

Про заборону експлуатації установки повинен бути зроблений запис у паспорті установки з наведенням причини та повідомлено власника підприємства.

Для реєстрації та дозволу на пуск установки в експлуатацію особі, яка здійснює нагляд за установками, повинні бути подані :

– установки (за відсутності паспорта заводу-виготовляча власником установки повинно бути складено паспорт встановленої форми).

– акт, який засвідчує, що монтаж (встановлення) виконати у відповідності з проектом і всі елементи установки встановлено правильно.

– схема включення.

Після реєстрації паспорт установки зі всіма вказаними вище документами звертається власнику установки.[7.ст320-322].

Нагляд за виконання правил техніки безпеки покладається на інженера по техніці безпеки або відповідної особи, яка виділена приказом по заводі.

Будова, монтаж, та експлуатація повинні відповідати вимогам ГОСТ12.2.003-91, ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.2.033-78 .

4.4. Гігієнічні вимоги до санітарно-побутових приміщень і пристроїв цеху виготовлення газованих напоїв

Вимоги до будівлі заводу.

Будівлю, в якому знаходиться завод слід розміщати так щоб його огородити від небажаного середовища. Будова повинна знаходитись як :можна дальше від інших промислових блоків, щоб запобігти його запахів або від інфекції навколишнього середовища, включаючи хімічні заводи або хлібозаводи.

Головні вимоги приведенні нижче:

- слід будувати підлогу із бетону, плит або матеріалу який забезпечує тверду, гладку поверхню, яку легко чистити і дезінфікувати;

- з'єднання між стінами і підлогою повинно бути щільним а кути повинні бути заокругленими з мінімальним радіусом 10 мм.

- за виключенням зон зберігання ящиків, підлога повинна мати нахил від одного до двох градусів, так щоб не залишалось калабань після миття,

- підлога в цеху розливу і в опаришному відділенню повинні бути кислотостійкими;

- всі дренажні канали повинні мати відповідаючі трапи;

- повинна бути рухома кришка у вигляді карзана щоб запобігти стік у каналізації;

- в складах рекомендується побілити стіни;

- потрібно передбачити механічну вентиляцію, так щоб зберегти цех сухим без специфічних запахів;

- не рекомендується мати підвіконники, або якщо інакше неможливо, то вони повинні мати нахил 30 градусів;

- всі отвори на територію повинні бути оснащенні сітєвою решіткою,

- слід мати для персоналу роздягалки, умивальники тощо, ці зони повинні сходитися далеко від зони розливу.

Вимоги до обладнання для санітарної обробки.

Інструменти для санітарної обробки:

- лопати-з плоским краєм, щоби підбирати мусор.
- віники, щоб підмітати підлогу і тротуари навколо будови.
- ½-гумові скребки, щоб висушити вологу підлогу.
- щітки-щоб чистити підлогу стіни і обладнання. (деколи при митті великі губки краще, ніж щітки).
- великі воронки, щоб відкривати швидко витікаючі канали.
- змії 20 метрів довжиною, щоб чистити забиті канали.
- довгі шланги з соплами, щоб відчистити підлогу обладнання.
- слід передбачити з'єднання для шлангів.
- відра для миючих засобів.
- асортимент маленьких щіток для деталей, обладнання і для очистки труб.

Потрібна кількість чистих мусорних контейнерів повинна бути розміщена всьому заводу. Слід запам'ятати що неможна їх використовувати під склобій і браковані бутилки. Спеціальні контейнери, зручно розміщенні із відповідаючою маркіровкою повинні бути передбачені, для пошкоджених і бракованих бутілок в зоні погрузки і вигразки а також лінії розливу.

ричагові повітряні і водяні форсунки для стиснутого повітря для оброблювальної води машини розливу.

Вимоги до миючих засобів.

Миючі засоби слід розміщувати з гарячою водою, в різних зонах заводу

особливо важливо в зоні розливу. Для загального миття слід використовувати немилючі засоби такі як, тринатрій фосфат, або содові розчини.

Розчини цих засобів приготують по вказівці поставщика. Існує багато синтетичних миючих засобів, які краще вимивають ніж безмильні засоби. Більшість із них має багато бажаних характеристик, із за яких вигідніше їх придбати хоч вони дорожчі.

Дезінфекція і гігієна персоналу.

Задовільний рівень санобробки в цеху розливу неможна досягнути без участі кожного робітника . Всі робочі повинні бути обізнані про дезінфекцію і гігієну і віддавати собі звіт про важливість справи, особливо в виробництві харчових продуктів. Збирати браковану пляшку на підлозі і в канавках і оберігати його в спеціальному контейнері.

Не залишайте конвеєрне мило на підлозі , воно може забруднювати і руйнувати підлогу.

Обладнання розливу слід дотримуватись рекомендації поставщика відносно очистки окремих частин обладнання. Використовувати воду в приміщені розливу для промивки поверхонь, які знаходяться в контакті з продуктом або внутрішніми поверхнями обладнання.

Конвеєри слід регулярно змазувати, коло конвеєра мильної емульсії. В кінці роботи слід сполоскати конвеєр водою, попередньо гарячою щоб запобігти накопичуванню бруду, залишки мила і інші відходи . Особливої уваги потребується для секції конвеєра, проходячої через машину розливу і для наступної секції.

Вимоги до системи розливу.

Щоденно слід мити і дезінфікувати всю систему розливу. Після кожної зміни пропускати миючий розчин в комунікації, ведучі на лінію розливу, потім промити підготовленою водою.

Промивати надвірні частини клапанів підготовленою водою. Слід пропустити воду через охолоджувальну систему, в машину розливу, поки вода не витече чистою із цих клапанів. Після того, слід вичистити наскрізну частину обладнання і наповнити його хлористою водою, до тих пір поки не пройде реакція нейтралізації.

Перевірити дію клапанів розливу.

Дуже важливо, щоб всі частини лінії розливу були повністю очищені і продезінфіковані між розливами напиту.

Вимоги до коркуючої машини.

Вийняти всі залишивши корки із автомата і промити селектор і спуск машини миючим і хлористим розчином. Прополоскати підготовленою водою і просушити стиснутим повітрям.

Періодична дезінфекція.

Фільтри повітряного компресора на лінії слід зберігати стерильними і міняти їх кожні три місяці.

Вимоги до складів.

Підлога.

Склади постійно повинні бути чистими. Коли забираються матеріали зі складу, звільняється площа підлоги повинна бути вичищена і зволожена інсектицидом для знищення комах. Слід проводити постійне переміщення матеріалів при зберіганні, щоб очистити інші частини підлоги.

Слід підмітати зони зберігання, ящиків і концентрату мітлою. Якщо підлога дуже забруднена, або пройшов пролив продукту, слід вимити підлогу миючим розчином, сполоскати його свіжою водою і висушити

Слід уважно слідкувати, щоб цукор при зберіганні не зволожувались під час чистки підлоги . Рекомендується зберігати всі матеріали на піддонах, особливо цукор.

Канавки і трапи в підлогах повинні мати вільний стік.

Вимоги до стіни :

Видаляти з них плями і павутину відразу всі тріщини або відкриті шви.

Вимоги до вікон:

Вікна в складах слід мити і протирати регулярно. Слід полагодити розриви і діри в ситових решітках. [8].

Висновки

Одним із найбільш динамічних ринків харчової продукції на Україні є ринок безалкогольних і слабоалкогольних напоїв. Тому тема даного дипломного проекту являється актуальною і важливою для росту економіки України.

В даній дипломній роботі проведено модернізацію сатуратора та системи управління автоматичною лінією по виготовленню солодкої води. Зокрема удосконалено наступні процеси підготовки газованих солодких напоїв до розливу: деаерації води, тобто звільнення її від кисню; насичення води двоокисом вуглецю; дозування сиропу в воду в потрібній пропорції; подачу готового напою під тиском до фасувально-закупорювальної машини.

Модернізований сатуратор є більш економічно вигідним від базового варіанту. Продуктивність модернізованого сатуратора становить 6000л/год за рахунок водяного баку.

Також розроблена схема керування технологічним процесом виробництва безалкогольних напоїв, а це впливає на якість самого напою.

Перелік посилань

1. Автоматизация технологических процессов в производстве солодовых экстрактов и безалкогольных напитков. К. – 1990, 136 стр.
2. Колесникова И.В. и другие. Контроль производства безалкогольных напитков. 1998. – 216с.
3. Рудольф В.В. Справочник мастера производства безалкогольных напитков. 1998. – 190 ст.
4. Дипломное проектирование заводов по производству пива и безалкогольных напитков. 1994. – 248с.
5. Балашов В.Е. Техника и технология пива безалкогольного производства. 1996 - 247с.
6. Технология пивоварного и безалкогольного производства. Технологические расчеты. 1996г.
7. М.І. Попович, О.В. Ковальчук Теорія автоматичного контролю. К. 1990.
8. Головка Д.Б., Рего К.Г., Скрипник Ю.О. Основи метрології та вимірювань. Навч. посібник. - К.: Либідь, 2001. - 408 с.
9. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка. – Львів: Бескид Біт, 2003. - 544 с.
10. Цюцюра В.Д., Цюцюра С.В. Метрологія та основи вимірювань: Навч. посіб. – К.: Знання-Прес, 2003. – 180 с.
11. Шикалов В.С. Технологічні вимірювання. – Київ: Кондор, 2007. – 168 с.
12. Юрчук Л.Ю. Основи метрології. Частина 1. Основні поняття метрології: Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. — 107 с.

13. Юрчук Л.Ю.. Основи метрології. Частина 2. Засоби вимірювальної техніки: Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. — 222 с.

14. Юрчук Л.Ю.. Основи метрології. Частина 3. Вимірювання електричних та неелектричних величин: Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. — 118 с.